CENTRO UNIVERSITÁRIO ALVES FARIA (UNIALFA)
GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Luís Henrique Moreira Lima
Maryllia Elias Muniz
Nágyla dos Santos Silva

RELAÇÃO DE PREÇOS ENTRE CRIPTOMOEDAS E COMMODITIES AGROPECUÁRIAS: ANÁLISE ECONOMÉTRICA.

GOIÂNIA
OUTUBRO DE 2022

LUÍS HENRIQUE MOREIRA LIMA
MARYLLIA ELIAS MUNIZ
NÁGYLA DOS SANTOS SILVA

RELAÇÃO DE PREÇOS ENTRE CRIPTOMOEDAS E COMMODITIES AGROPECUÁRIAS: ANÁLISE ECONOMÉTRICA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Administração do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA), sob a orientação do Prof. Me. Heverton Eustáquio.

Orientador: Prof. Me. Heverton Eustáquio

GOIÂNIA
OUTUBRO DE 2022

Luís Henrique Moreira Lima

Maryllia Elias Muniz

Nágyla dos Santos Silva

RELAÇÃO DE PREÇOS ENTRE CRIPTOMOEDAS E COMMODITIES AGROPECUÁRIAS: ANÁLISE ECONOMÉTRICA.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi analisado e julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Administração e aprovado em sua forma final pelo Orientador e Banca Examinadora designada pelo Curso de Administração do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA).

_____

Prof. Me. Heverton Eustáquio

Aprovado em: 26/10/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa Ma. Denise Fernandes Nascimento – UNIALFA

Profa Ma. Nívea Bernardes - UNIALFA

GOIÂNIA

OUTUBRO DE 2022

Agradecemos ao nosso Orientador Heverton Eustáquio e a nossa Professora Flávia Silveira por nos ampararem e nos orientarem nessa etapa final da nossa Graduação em Administração.

RESUMO

LIMA, Luis Henrique Moreira; MUNIZ, Maryllia Elias; SILVA, Nágyla Santos. **Relação de preços entre criptomoedas e commodities agropecuárias: análise econométrica.** 57f. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Administração do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA). Goiânia, 2022.

O objetivo geral deste trabalho, verificou a relação entre as *commodities* agropecuárias e as principais criptomoedas do mercado financeiro. Para tal, a estrutura metodológica teve por finalidade, uma pesquisa básica. Quanto ao objetivo, considera-se exploratória e descritiva, em relação a abordagem do problema, tem-se, uma pesquisa quantitativa e quanto as técnicas e procedimentos utilizados, a bibliográfica. O estudo foi realizado através de coletas diários, semanais e mensais no prazo de 7 anos e analisados através do software *Stata*. Como resultado, conclui-se que, esses mercados guardam relações fracas e dispersas, a partir de condições estatísticas específicas entre si.

Palavras-chave: Criptomoedas. Bitcoin. Ethereum. *Commodities* Agropecuárias.

ABSTRACT

LIMA, Luis Henrique Moreira; MUNIZ, Maryllia Elias; SILVA, Nagýla Santos. **Price relationship between cryptocurrencies and agricultural commodities: econometric analysis.** 57f. Completion of course work of the Administration Course at Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA). Goiania, 2022.

The general objective of this work was to verify the relationship between agricultural commodities and the main cryptocurrencies in the financial market. To this end, the methodological structure aimed at a basic research. As for the objective, it is considered exploratory and descriptive, in relation to the approach to the problem, there is a quantitative research and as for the techniques and procedures used, the bibliography. The study was carried out through daily, weekly and monthly collections within 7 years and analyzed using Stata software. As a result, it is concluded that these markets have weak and dispersed relationships, based on specific statistical conditions between them.

Keywords: Cryptocurrencies, Bitcoin, Ethereum, Agricultural Commodities.

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1 – Método de GARCH 34
Fórmula 2 – Método de GARCH 34
Fórmula 3 – Método de GARCH 35
Fórmula 4 – Método de GARCH 35
Fórmula 5 – Método de Cointegração de Johansen 36
Fórmula 6 – Modelo VAR 37
Fórmula 7 – Modelo VAR 37
Fórmula 8 – Modelo VAR 37
Fórmula 9 – Método de Causalidade de Engle Granger 37
Fórmula 10 – Método de Causalidade de Engle Granger 38
Fórmula 11 – Método de Causalidade de Engle Granger 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índice de Variância.....41
Tabela 2 – Índice de Correlação entre as variáveis.....41
Tabela 3 – Teste de Volatilidade entre Criptomoedas e Commodities Agropecuárias.....42
Tabela 4 – Teste de raiz unitária de Dickey-Fuller aplicado nos preços do Bitcoin e Ethereum, e nos preços das commodities milho, boi gordo e soja..... 44
Tabela 5 – Teste traço para verificação de cointegração entre os preços do Bitcoin e Ethereum em relação aos preços das commodities milho, boi gordo e soja.....46
Tabela 6 – Teste de Causalidade Granger – Bitcoin.....47
Tabela 7 – Teste de Causalidade Granger – Ethereum.....48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias Básicas das Commodities..... 22
Quadro 2 - Tipologia das Commodities.....22
Quadro 3 - Resumo da Fundamentação Teórica.....30
Quadro 4 - Resumo da Metodologia.....33
Quadro 5 - Relação e sentido da Causalidade de Granger.....39

LISTA DE SIGLAS

- B3 - Brasil, Bolsa, Balcão
- BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros
- BTC – Abreviação de Bitcoin
- CDB - Certificado de Depósito Bancário
- CDI - Certificado de Depósito Interbancário
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
- DApps – Aplicativo descentralizado, baseado em *blockchain* e controlados pela própria comunidade
- ETH – Abreviação de Ether
- FGV - Fundação Getúlio Vargas
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- OLS - *Ordinary Least Squares*
- PIB - Produto Interno Bruto
- *POW – Proof-of-work*, protocolo utilizado para a prevenção de ataques cibernéticos como DDOS e Spam.
- *QRcode - Quick Response Code*, é um código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera.
- TR - Taxa Referencial
- UNCTAD - Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento
- USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
- VAR - *Vector autoregression*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....111
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....144
2.1 Criptomoedas.....144
2.1.1 Bitcoin (BTC).....177
2.1.2
Ethereum.....2020
2.2 Commodities.....211
2.2.1 Classificação das Commodities.....211
2.3 As commodities agropecuárias no Brasil.....233
2.3.1 Milho e Soja.....244
2.3.2 Boi Gordo.....255
2.4 Os preços das Commodities Agropecuárias.....277
2.4.1 Mercados Futuros.....288
3 METODOLOGIA.....322
3.1 Caracterização da pesquisa.....322
3.2 Descrição dos métodos adotados.....333
3.3 Lócus de Pesquisa.....333
3.4 Métodos de Aplicações dos Dados.....344
3.4.1 Método de GARCH..... 344
3.4.2 Método de Cointegração de Johansen.....356
3.4.2.1 Modelo VAR (vector autoregressive).....366
3.4.3 Método de Causalidade de Engle Granger.....377
4 DISCUSSÃO, ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....40
4.1 Apresetação dos Resultados.....41
4.1.1 Teste de Raiz Unitária (ADF).....42
4.1.1.1 Método de GARCH.....43
4.1.1.2 Método de Cointegração de Johansen.....45
4.1.1.3 Método de Causalidade de Engle Granger.....47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 49

1 INTRODUÇÃO

Criado em 2008 por um *cyberpunk* anônimo de pseudônimo Satoshi Nakamoto, a primeira criptomoeda, a Bitcoin consiste em uma moeda digital descentralizada e que não envolve quaisquer intermediações de instituições financeiras, o que promove importantes ganhos competitivos, como menores custos de transação, possibilitando o pagamento online em curto espaço de tempo, através de qualquer lugar do mundo (NAKAMOTO, 2008).

Seguida da Bitcoin (a primeira e a mais importante criptomoeda do mundo), surge a Ethereum, a segunda maior do mundo, lançada em 2015, que tem como diferencial o uso da tecnologia do Blockchain (também utilizado nas transações com bitcoin, livro contábil público que registra todas as transações de moeda virtual em cadeias de blocos) para qualquer tipo de informação que possa ser armazenada digitalmente, além das tradicionais transferências financeiras no mundo das criptomoedas (ETHEREUM ORG, 2019).

Há vasta literatura e discussões sobre a capacidade e consistência das criptomoedas se tornarem ativos capazes de influenciar outros mercados (YERMACK, 2013). Contudo, pouco se sabe sobre os efeitos destas nos mercados de *commodities*, que tem importante papel financeiro, econômico e social no desenvolvimento das economias modernas, o que demanda esforços científicos em conhecer se há um certo grau de associação entre os principais ativos dos dois mercados, *commodities* e criptomoedas.

Já as *commodities* na língua inglesa e quando traduzida para o português: “mercadorias”, são considerados bens de consumo mundial, e por isso, estão presentes nas bolsas de valores e mercados acionistas. Por possuírem características como, produção em larga escala, padrões mundiais de qualidade e capacidade de estoque, possuem cotações baseadas em sua oferta e demanda (FAO, 2018) onde a maior referência para a determinação de preço entre os produtores está presente na Bolsa de Chicago, onde está concentrado a sua maior negociação. Não existem diferenciações de preços das *commodities* entre produtores, exceto quando há interferências de fatores políticos, econômicos e eventos climáticos (FAO, 2018).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), um único estado brasileiro, o Mato Grosso, é responsável por 13% do efetivo

de rebanho bovino do país, 23% da produção de milho e 31% da produção nacional de soja em 2014. Já em 2019, o mesmo estado responde por quase 28% da safra nacional de grãos, estimada em 241,3 milhões de toneladas, e por 61,15% do total previsto para a região Centro-Oeste, de 110,2 milhões de toneladas. Mantendo-se a liderança nacional na produção de soja e milho (SECOM MT, 2019). Os mercados do boi gordo, do milho e da soja apresentam características que permitem a inferência de inter-relação, tanto em nível produtivo (integração lavoura e pecuária), quanto em nível comercial, visto que a produção de milho e soja constitui matéria-prima para produção de ração animal (SANTOS *et al*, 2007).

Relacionando assim, as *commodities* que são matérias-primas de âmbito mundial e mercadorias imprescindíveis para o mantimento de nações e as criptomoedas que são consideradas um fenômeno recente e em crescimento, descentralizado e com baixos custos, o problema de pesquisa consistiu em verificar a existência de relação de médio e longo prazo entre os preços de criptomoedas e contratos futuros agropecuários.

O presente trabalho tem como **objetivo geral** verificar qual a relação de médio e longo prazo entre os mercados das criptomoedas: Bitcoin e a Ethereum e as *commodities* agropecuárias: milho, soja e boi gordo.

Com o intuito de analisar o objetivo geral proposto, têm-se como, **objetivos específicos:**

- Verificar se há relação entre os preços das criptomoedas e os preços dos contratos futuros de mercados agropecuários e se ambos estão seguindo a mesmas diretrizes através do modelo de Garch.
- Avaliar se há relação de equilíbrio entre preços dos dois mercados através do método de teste de cointegração de Johansen.
- Estimar a causalidade entre os dois mercados através do cálculo de Engle Granger.

Esta pesquisa justifica-se na relação entre *commodities* agropecuárias e criptomoedas, pois implica no processo de formação dos preços, impactando diretamente a gestão financeira-empresarial dos diversos segmentos de negócios agropecuários. Sendo assim, é importante verificar se existe relação a médio e longo prazo e também a relação de causa entre eles. Se caso exista, passa a ser imprescindível o estudo e análise do comportamento e transmissibilidade de preços das principais criptomoedas, Ether e Bitcoin, e seus efeitos que podem vir a afetar o

preço das *commodities*, a fim de procurar a solução e estratégias para a comercialização, geração de renda e disponibilidade de alimentos.

A complexidade da formação de preços no setor agropecuário é um grande problema para a rentabilidade e sustentabilidade da cadeia produtiva, o que justifica investigar fatores que podem contribuir com a determinação de preços do setor, principalmente em contratos futuros, que tem como papel a proteção (Hedge) da volatilidade de preços inerentes aos mercados agropecuários.

O trabalho contribui com políticas públicas e agentes das cadeias produtivas em testar a associação entre os dois mercados para um planejamento mais eficiente dos agentes da cadeia produtiva agroindustrial, já que a formação de preços das *commodities* aqui tratadas é impactada por vários fatores políticos, sanitários, macroeconômicos, tecnológicos entre outros (BATALHA, 2021).

Para alcançar os objetivos delineados, foi utilizada a metodologia exploratória combinada com a pesquisa descritiva, cujo objetivo é fornecer mais informações para uma investigação mais precisa. Faz-se necessária a pesquisa básica que se propõe a analisar se existe relação entre os mercados de criptomoedas e o de *commodities* agropecuárias e a abordagem quantitativa, que tem como principal objetivo, verificar estatisticamente uma hipótese através da coleta de dados. De forma mais específica, são coletados dados na Bolsa de Chicago, no site da Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, na B3, Bovespa e o site da Investing.com.

Além da presente introdução, o trabalho se divide em outras três seções. No capítulo 2, são apresentados embasamentos teóricos que fundamentam a pesquisa. No capítulo 3, aborda a metodologia utilizada na análise do problema de pesquisa e os métodos aplicados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os aspectos sobre conceito das principais criptomoedas Biticoin e Ethereum. É abordado também o conceito das principais *commodities* brasileiras e suas classificações, em especial a soja, milho e o boi gordo.

2.1 Criptomoedas

Para se discutir acerca das criptomoedas, faz-se de extrema importância compreender do que se tratam as mesmas, e por esse motivo é necessária uma classificação que aparte as criptomoedas de outros tipos de moedas digitais, visando deixar claro de que se trata o assunto quando se refere à palavra “criptomoedas”.

Antes do surgimento das criptomoedas surgiu-se as moedas (não digitais), devido à necessidade de se ter algo para troca de bens. A Casa da Moeda do Brasil (2019) afirma então que a ideia de pagamento surgiu nos primórdios da vida humana, com a evolução do homem primitivo, que por sua vez começou a buscar e itens para sua necessidade pessoal, dando início às trocas. As relações comerciais não existiam, já que tudo o que era produzido, destinava-se a própria subsistência. Com o aumento da população, havia o excesso da produção de certos produtos específicos, assim viu-se a necessidade de trocas entre tribos, dando início ao Escambo (ANGLO, 2014).

Com a intensificação dessas transações comerciais, havia muitas trocas injustas (ANGLO, 2014). Foi então que algumas mercadorias passaram a servir como referências para as negociações, sendo chamadas de moeda-mercadorias (NASCIMENTO, 2014). No decorrer do tempo com o crescimento das comercializações, foi necessário que tais moedas fossem feitas de materiais duráveis e de tamanhos que facilitasse o transporte.

Deste modo, constata-se que a moeda é um ativo financeiro aceito em todos os lugares, utilizado como meio de pagamento imediato, tendo ela o poder de

administrar a compra e venda e controlar as reservas de divisa internacional (VASCONCELOS, 2015). Suas três funções básicas, de acordo com Vasconcelos (2015) são: meio de troca, unidade conta (visando agregar valor qualquer a mercadoria comercializada) e reserva de valor. Em concordância com tal afirmação, Sampaio (2018) afirma que a moeda pode reunir todos os bens que uma determinada economia produziu em unidade monetária, permitindo então que os bens da mesma possam ser avaliados monetariamente.

De acordo com Vasconcelos (2015) a moeda pode ser considerada como meio de troca pois evita que o um determinado indivíduo possa fazer a compra de algo sem precisar ofertar ou se desfazer de outra mercadoria que também é de seu interesse para quem está vendendo. Assim, a moeda é utilizada como meio de troca ao ser trocada por algo de interesse sem que seja necessário se desfazer de algo próprio, permitindo a compra de vários produtos.

Deste modo, as criptomoedas também podem ser consideradas como um meio de troca, de modo com que sua troca ocorre através de diversas bolsas que são focadas na compra e venda de criptomoedas pelo mundo. No entanto, essa questão se encontra em processo de aceitação no mercado, pois as mesmas ainda não são vistas como “mais vendáveis” ou “universalmente” aceitas.

Ainda segundo a autora, a moeda é considerada como uma unidade de conta pois descreve que o valor de um determinado produto não pode ter vários valores de medida. Só é permitido haver apenas um valor, que por sua vez possa expressar todos os outros valores. Sendo assim, uma moeda deve possuir para um produto mais barato o mesmo valor que possui para um produto mais caro, sem distinções.

Assim, o BTC, bem como as outras criptomoedas também devem possuir a unidade de conta, em que seu valor pode ser compreendido como um só. Elas só podem ser trocadas dentro de uma região sem que haja dois valores distintos para o BTC, sendo seu valor o mesmo para todo o território nacional.

Vasconcelos (2015) considera que uma das funções básicas da moeda se consiste em reter o valor da venda consigo naquela moeda, deste modo, o produto possui seu valor, e ao ser vendido ele fica retido naquele bilhete de moeda, desde modo ele pode ser guardado ou transportado com mais segurança. Além disso, em períodos de inflação ele pode ser trocado por títulos, visando render juros e correções monetárias.

Assim, as criptomoedas podem possuir a reserva de valor, pois podem ser trocadas por outros produtos ou outras moedas correntes regulamentadas por uma entidade como o banco central.

Logo, é possível concluir que as características de moeda apontadas por Vasconcelos (2015) abrangem não apenas às moedas físicas, mas também às criptomoedas, que devem possuir unidade de conta, reserva de valor e meio de troca, possuindo assim as mesmas características de moeda, e podem ser utilizadas como forma de pagamento de produtos e serviços.

Considerando o avanço rápido da tecnologia, surgiram novos modelos de transações, resultando assim na emissão do papel moeda, com as chamadas cédulas, que perpetuam contemporaneamente (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019). Posteriormente, surgiu então o processamento de dados, e a principal função dos meios de pagamento eletrônicos passou a estar relacionada com a transferência de informações de forma rápida, daí veio o surgimento dos cartões de crédito e débito (FUZITANI, 2007).

E finalmente, em 2008 houve o surgimento das criptomoedas, que para Nakamoto (2008) podem ser definidas como uma série de assinaturas digitais que permitem o envio de pagamentos online de uma parte para outra sem a necessidade de um intermediário, cuja finalidade é basicamente desempenhar a mesma função dos papéis monetários - como dólares, reais - mas em formato eletrônico, trazendo assim, inovação para o sistema financeiro.

Em 1979, David Chaum, pioneiro na aplicação de técnicas criptográficas, traz a primeira descrição de um potencial sistema criptografado de pagamentos. Michelle Mafra (2019), considera Chaum o “pai do anonimato online” por inventar assinaturas cegas e redes destinadas a proteção da privacidade do usuário.

Foi em 2008, baseado na tecnologia tratada por Chaum, que Satoshi Nakamoto, criou a primeira e, até o presente momento, a maior moeda digital em funcionamento, o Bitcoin. Segundo ULRICH (2014), as criptomoedas são totalmente digitais e descentralizadas, isto é, não há regulamentação ou controle de determinado órgão ou governo, principais fatores que as diferenciam da moeda convencional. MENDES (2017), descreve que, por não haver um órgão central regulamentador, traz liberdade econômica, reduzindo a corrupção.

Com o avanço da tecnologia e visando atender diferentes necessidades dentro do mercado financeiro, surgiram inúmeras criptomoedas distintas, segundo o

site CoinMarketCap (2021), há cerca de 9.615 criptomoedas em circulação, sem contar as moedas não listadas e/ou em desenvolvimento, cada qual tendo suas próprias características, utilizando protocolos próprios em suas transações e definindo assim as suas características, como por exemplo o método de se obter e de transferir.

Destaca-se: Bitcoin, Ethereum, Tether, USD Coin, BNB, XRP, Binance USD, Cardano, Solana e Dogecoin, como sendo atualmente as criptomoedas mais utilizadas. Todavia, a título de definição deste trabalho, serão analisadas as criptomoedas BTC e Ethereum, por serem as maiores, mais importantes e mais utilizadas no mercado.

2.1.1 Bitcoin (BTC)

Nesse contexto, foi possível perceber a criação de diferentes possibilidades para de movimentar a economia, e em 2008 se deu o surgimento das criptomoedas, que foram aliadas à criptografia para que essas transações se tornem seguras tendo assim validação entres seus usuários (SASSON, 2014).

Assim, a primeira moeda digital global descentralizada criada foi o Bitcoin, em 2008 através de Satoshi Nakamoto, constituído por um sistema de pagamento eletrônico ponto a ponto, baseado em provas criptografadas, as quais tornam possíveis duas partes interessadas transacionarem diretamente uma com a outra, sem a necessidade de um intermediário confiável (NAKAMOTO, 2008).

Desta forma, o Bitcoin não é controlado por nenhum Banco central regulamentador, podendo ser obtido apenas através de um processo de mineração realizado por computadores com alto poder de processamento, onde os mesmos resolvem e processam dados que geram fragmentos dessa moeda (ANTONOPOULOS, 2014).

Esse processo de mineração do Bitcoin ocorre através da resolução de problemas matemáticos complexos segundo tentativa e erro. Esses problemas são criados por uma tecnologia denominada *Proof-of-Work* (POW) ou prova de trabalho (GERVAIS *et al*., 2016).

Apesar de tudo, a mineração não ocorre de maneira fácil, ela foi projetada para ser complexa, visando limitar a quantidade de blocos encontrados, cujo objetivo principal é a definição dos históricos de transação. Deste modo, ao descobrir um

bloco, o minerador recebe certa quantidade de Bitcoins, que varia de acordo com a quantidade de blocos minerados na rede, e taxas pagas pelos usuários que fazem transações (BITCOIN WIKI, 2019).

Se tratando de mineração, faz se necessário discutir acerca do Blockchain, que pode ser facilmente confundido com Bitcoin. No entanto, compreende-se que o Bitcoin é o ativo financeiro transacionado na Internet, enquanto o Blockchain é a tecnologia base para as transações (TAPSCOTT, 2017).

Mattila (2016) discorrendo acerca do Blockchain afirma que tal tecnologia tem potencial para impactar todos os setores e camadas da sociedade, pois é transparente e redefine a segurança nas relações de troca de informações e valores. Deste modo, o Blockchain é considerado tanto uma base para a moeda digital quanto para diversos outros fins. Aragon (2018) complementa comparando o Blockchain à “um livro caixa, onde estão inseridas todas as transações feitas em Bitcoin, desde a primeira, que foi realizada em 2009, até hoje”.

Através da utilização de tais elementos, a moeda digital pode ser definida como uma cadeia de assinaturas digitais, na qual cada proprietário transfere a moeda para o próximo assinando digitalmente o hash da transação anterior e a chave pública do próximo proprietário (NAKAMOTO, 2008).

Considerando a eficiência do Bitcoin, é possível afirmar que ultimamente a criptomoeda tem ganhado bastante visibilidade, considerando a sua grande valorização, já que segue a lei da oferta e demanda. Deste modo, se a procura pela mesma for maior, sua cotação também será.

Nesse contexto, o site Coinmarketcap (coinmarketcap.com, 2018), voltado para a negociação de criptomoedas avaliava o Bitcoin em US$ 0 quando foi lançado no mercado (2009). No entanto, no ano de 2010, o BTC estava custando US$ 0,39. Com o passar dos anos, o Bitcoin chegou a ser negociado em 2013 por US$ 1.200,00. Cinco anos depois, em 2018, o Bitcoin chegou ao ápice de sua valorização, e foi comercializado por mais de US$ 20.000,00 em algumas corretoras.

Deste modo, a transação dos Bitcoins ocorre diretamente para qualquer outra carteira de Bitcoins através do esquema de chaves duplas sendo uma delas pública e outra privada. A chave pública é utilizada para receber Bitcoins, enquanto que a chave privada é utilizada para enviar (NAKAMOTO, 2008).

Assim, ao se transferir os Bitcoins eles vão de uma carteira Bitcoin para outra, sendo que cada uma possui um endereço composto por 26 caracteres que

envolvem tanto letras quanto números. Além disso, esse endereço pode ser obtido através de um *QRcode*, sendo que receber, é necessário apenas comunicar o número da carteira, já para enviar Bitcoins, é necessário digitar a quantidade e o endereço de destino.

Aragon (2018) explica que a valorização chamou a atenção de mídias especializadas e de algumas grandes empresas, como a Dell e a PayPal, que passaram a aceitá-lo como meio de pagamento. De acordo com o site Coinmap (coinmap.org, 2018), mais de 13.000 locais já o aceitam como meio de pagamento. Devido à grande popularização da moeda, alguns países já reconhecem o Bitcoin como meio de pagamento legítimo, como por exemplo a Alemanha, onde as pessoas podem utilizar o Bitcoin para realizar suas transações sem pagar impostos. (ARAGON, 2018, p. 17)

Assim, fica evidente que o surgimento das criptomoedas foi considerado um avanço significativo para a evolução dos meios de pagamento, facilitando e diminuindo os custos de transações de fundos financeiros. Logo, quando se fala em criptomoedas, pensa-se diretamente no Bitcoin, por ser a primeira criptomoeda, no entanto, de acordo com o site CoinMarketCap (2019), atualmente, existe mais de 15 mil criptomoedas em circulação.

Com o passar do tempo e o surgimento de novas criptomoedas houve a necessidade de verificar se há relação entre esses criptoativos e outros ativos diversos, para melhor tomada de decisões e ações estratégicas. O trabalho acadêmico BITCOIN X MERCADO DE AÇÕES: uma análise da variação dos índices das bolsas de valores tradicionais diante da maior alta histórica da criptomoeda, por Mota, Alves (Novembro, 2019), traz que os coeficientes obtidos entre o Bitcoin e os indicadores em diferentes períodos, não apontam um padrão de correlação comum, considerando os coeficientes positivos e negativos, fortes e fracos, de maneira que não é determinada uma relação de dependência entre os mercados de criptomoedas e os mercados de ações.

Apesar da não relação entre Bitcoin e mercado de ações, e considerando que não foram identificados estudos entre criptoativos e *commodities,* este trabalho visa apresentar resultados estatísticos entre as duas variáveis.

2.1.2 Ethereum

Dentre essas criptomoedas, é possível destacar-se a moeda Ether, que é considerada uma das maiores em questão de capital de mercado, de acordo com o site CoinMarketCap (2019), com aproximadamente US$ 18,2 bilhões. No entanto, faz-se necessário compreender que o Ethereum não é apenas uma moeda digital, ele se trata também de um blockchain programável, que permite aos desenvolvedores criarem e implantarem aplicativos descentralizados, denominados DApps (ETHEREUM ORG, 2019).

Buterin (2014) explica que a intenção do Ethereum é fundir o potencial de scripting, altcoins e meta-protocols existentes no *blockchain*, tornando possível que os desenvolvedores criem aplicativos que unam paradigmas, como escalabilidade, funcionalidade e facilidade, ao mesmo tempo. Logo, é possível afirmar que o Ethereum busca construir um *blockchain* com uma linguagem de programação completa e integrada, proporcionando que qualquer pessoa escreva contratos inteligentes e DApps.

Para tanto, para se escrever contratos inteligentes ou desenvolver aplicativos, faz-se necessário que o usuário faça parte da rede Ethereum. Lewis (2016) afirma então que para se conectar a essa rede, explorar seu blockchain, fazer transações ou minerar novos blocos precisava executar um cliente Ethereum, fazendo com que o computador do usuário se torne um nó e participando da rede.

Acerca das semelhanças entre o Ethereum e Bitcoin, os autores Neto e Matarazzo (2020) afirmam que, como outros blockchains, o Ethereum tem sua criptomoeda nativa, o Ether (ETH), se assemelhando ao Bitcoin, pois é uma criptomoeda ponto a ponto que pode ser negociada sem um terceiro envolvido no processo, sendo descentralizada e sem um órgão regulamentador. Outra semelhança é o processo de mineração, onde os mineradores competem entre si para descobrir blocos novos e ganhar recompensas. Quanto maior o preço da moeda digital, mais mineradores ela atrai e mais difícil é minerar.

Através dos avanços da tecnologia a moeda evoluiu do metal para o papel, evoluindo para os cartões e, posteriormente para as criptomoedas. As mesmas conquistaram com o passar dos anos a supervalorização, evoluindo de modo com que o número de criptomoedas existentes já ultrapassa 2 mil, cuja obtenção não

pode ser considerada fácil, no entanto, a transação se dá de maneira fácil, rápida e eficiente.

2.2 Commodities

De acordo com XP Investimentos, o termo *commodities*, palavra de origem inglesa, significa mercadoria, referindo-se a um determinado bem ou produto de origem primária que é comercializado, mercado formado por recursos agrícolas, vegetais, minerais entre outros. Segundo Cronon (1991), trata-se de uma invenção surgida nos Estados Unidos, em meados do séc. XIX, que possui uma forte expressão geográfica e política, aumentando a especialização no campo de produção, enfraquecendo e submetendo o produtor a uma lógica única ou global em situações que ele tem pouco ou nenhum controle.

Segundo Martins (2009), *commodities* são mercadorias em estado bruto ou de simples industrialização, que podem ser estocadas e produzidas em grandes quantidades. Caso a qualidade dos produtos seja prejudicada ou afetada, são negociadas em escalas mundiais, de origem primária que servem como matéria-prima para a fabricação de outros produtos. De natureza igual, Sandroni (1999) alega que *commodity* em âmbitos de relações internacionais, são como uma particularidade da mercadoria em seu estado bruto, sendo assim, considerado um produto primário e de importância comercial, como por exemplo o caso do café e soja. As principais características das *commodities* consistem em: qualidade e traços uniformes de produção, pouca industrialização, fungibilidade, alto nível de comercialização, produtos de origem primária, liquidez, grande importância mundial e heterogeneidade (EXPERT XP, 2019)

Ao citar Williamson (1988), Souza (1999) salienta uma característica importante das *commodities*, que é a inelasticidade, a curto prazo, de sua oferta e demanda.

2.2.1 Classificação das *Commodities*

Para os autores Secomandi e Seppi (2014), as *commodities* podem ser separadas em três classes básicas, como: produtos agrícolas, metais e fontes de

energia. Cada uma dessas classes inclui algumas espécies, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Categorias Básicas das Commodities

Agrícolas	Metais	Fontes de Energia
Grãos: arroz, aveia, trigo e milho Óleo e farelo: óleo de soja e soja e óleo de farelo Alimentos: laranja, batatas, açúcar, cacau e café Têxteis: algodão Florestais: celulose e madeira	Ouro, cobre, prata, platina e alumínio.	Gases naturais, gasolina, gás de propano, petróleo em estado bruto e eletricidade

Fonte: Adaptado de SECOMANDI; SEPPI (2014).

Ainda conforme as categorias acima, os autores alegam que as *commodities* são consideradas conforme o tempo do trajeto, nível de qualidade, potencial de armazenagem em locais distintos, estações de cada commodity, bem como os insumos utilizados na produção, fornecimento e consumo.

Pinheiro (2001) aponta algumas das características necessárias para *commodities* em mercados futuros, tais como: disponibilidade de produtos; facilidades de armazenamento; oferta e demanda; padronização; facilidade de acesso à informação e volatilidade de preços. A autora ainda apresenta uma tipologia abrangente de *commodities* compreendendo as de natureza física, consideradas ativos não financeiros e ativos financeiros, conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Tipologia das *Commodities*

Categorias	Exemplos
Ativos não financeiros: Alimentícios, Metais e Energia	Arroz, milho, aveia, trigo, bovinos, suínos, aves, soja e girassol
Ativos financeiros: Ações e Moedas	Certificado de Depósito Bancário (CDB); Certificado de Depósito Interbancário (CDI), Taxa Referencial (TR), Ibovespa, Criptomoedas, dólar, euro.

Fonte: Adaptado de PINHEIRO (2001).

Nota-se, que Secomandi e Seppi (2014) e Pinheiro (2001) possuem considerações parecidas quanto a classificação, contudo, Pinheiro aborda

commodities com uma visão além de produtos, correlacionando assim, também como ativos financeiros.

Já para a *Global Association of Risk Professionals* (GARP, 2015), podem classificar as *commodities* como:

- *Commodities* de extração: acontecem de forma natural no solo e são adquiridas por meio da perfuração e mineração, como o cobre, ouro e prata do grupo de metais e através do gás natural e petróleo, do grupo de hidrocarbonetos;
- *Commodities* renováveis: são colhidas por meio da agricultura, como o milho, soja e trigo, grupo classificado como grãos, do porco (pecuária), do leite e queijo, que são os lacticínios, e da madeira.

Dentro dessas duas classificações, as *commodities* ainda podem ser divididas em: *commodities* primárias e secundárias. A primária, são produtos não processados como o ouro, milho e petróleo e a *commodities* secundária como a gasolina, que é um produto processado.

2.3 As *commodities* agropecuárias no Brasil

As *commodities* agropecuárias têm importância significativa na participação do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), de 1995 até 2015 os produtos agropecuários representaram mais de 20% do PIB no país.

Segundo Pinazza e Araújo (1993), o Brasil já mostrou sua competência em várias cadeias do agronegócio, como por exemplo, no complexo de soja, papel e celulose, no açúcar, na cadeia de frangos e suínos, com um potencial de desenvolvimento para uma série de outras cadeias agroalimentares. Um setor, no qual o país possui grandes perspectivas, com possibilidade de se tornar um dos principais fornecedores mundiais de alimentos (NEVES; CHADDAD; LAZZARINI, 2000).

O agronegócio brasileiro, conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2004), foi responsável por 33% do Produto Interno Bruto (PIB), 42% das exportações totais e 37% dos empregos brasileiros. Estimou-se que o PIB do setor atingiria US$180,2 bilhões em 2004, contra US$165,5 bilhões alcançados em 2003, sendo que entre os anos de 1998 e 2003, a taxa de

crescimento do PIB agropecuário foi de 4,67% ao ano. Em 2003, as vendas externas de produtos agropecuários renderam ao Brasil US$36 bilhões, com superávit de US$25,8 bilhões. Em dez anos, o Brasil dobrou o faturamento com as vendas externas de produtos agropecuários e teve um crescimento superior a 100% no saldo comercial. Esses resultados levaram a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento.

De acordo com o Portal Embrapa (2021), o Brasil é um dos líderes mundiais na produção e exportação de vários produtos agropecuários, liderando o ranking das vendas externas de soja. Nos últimos anos, a exportação da soja ganhou destaque, ultrapassando a do café e tornando o Brasil o maior exportador de soja a nível mundial e o segundo país em maior produção, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

Segundo dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV), cerca de 65% das exportações brasileiras são *commodities*. Essas exportações equivalem a 6,7% do Produto Interno Bruto brasileiro, segundo a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) (WARREN, 2021).

2.3.1 Milho e Soja

Um dos maiores produtores e exportadores de produtos agropecuários no mundo, é o Brasil. Principalmente quando se trata de grãos como o milho e a soja, que confirmaram o acelerado crescimento da produção e da produtividade, em virtude da adoção e propagação das inovações tecnológicas no país e a expansão geográfica na região Centro-Oeste (BORLACHENCO; GONÇALVES, 2017; SOUZA *et al.* 2011). As tecnologias, como fertilizantes, sementes, produtos químicos, físicos ou biológicos, máquinas e equipamentos, foram primordiais para o crescimento da produtividade desses grãos (HERRENDORF; SCHOELLMAN, 2015; SILVEIRA; BORGES; BUAINAIN, 2005).

Na agricultura brasileira o milho é tido como um produto de grande importância, uma vez que, o Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com estimativa de 101.497 milhões de toneladas na colheita de 2022/2023. Conforme a Cogo Inteligência de Agronegócio, para a produção de milho, juntando a primeira e segunda colheita, espera-se um aumento de 11,9%, com 132,1 milhões de toneladas em 2022/23, em uma região de cultivo que pode atingir 22,1 milhões

de hectares (CANAL RURAL, 2022). Em 1978 a produção do milho alcançou aproximadamente 15 milhões de toneladas, já no ano de 2018 esta produção atingiu cerca de 92 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2017), a primeira produção de milho corresponde a 37% do total de grãos produzidos no Brasil. Indicando um aumento nos últimos anos, com acréscimo de 86,28% de 1997 à 2016. Ainda no ano de 2016, foi visto que a produção de milho se concentrou nas regiões Sul e Centro-Oeste, sendo os estados do Paraná, Mato Grosso e Goiás os maiores produtores da *commodity*.

No cenário mundial, a produção e o cultivo do milho estão concentrados, sobretudo, nos países como Brasil, China e Estados Unidos, que somados, caracterizam em quase 55% da área e 66,4% da produção mundial da commodity (FAOSTAT, 2017).

Uma das culturas de maior relevância econômica do agronegócio brasileiro e mundial, é a soja. Esse acontecimento pode ser atribuído tanto ao desenvolvimento e à organização do mercado nacional, quanto ao efeito de tornar a soja como fonte de proteína vegetal e à formação de novas tecnologias que propiciem a ampliação da exploração desta em várias regiões do mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Nos dias de hoje, a soja é o terceiro grão mais cultivado no mundo. Na colheita de 2010/2011 ocupou mais de 10% da área mundial cultivada com grãos e seu elevado teor de proteínas faz dela a primeira matéria-prima na fabricação de rações para alimentação animal e, apesar de seu baixo teor de óleo, disputa com o dendê a posição de maior produtora de óleo vegetal (PORTAL EMBRAPA, 2012).

As exportações geradas pelo complexo da soja atingiram um valor de US$25 bilhões em 2016, este valor representou, cerca de 35% das exportações de agronegócio nacional (BRASIL, 2016).

2.3.2 Boi Gordo

O Brasil tem o maior rebanho bovino comercial do mundo, com cerca de 218 milhões de cabeças segundo o censo de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). Além disso, o Brasil é também o segundo maior consumidor mundial de carne bovina, 7,7 milhões de toneladas e o maior exportador

com 1,7 milhões de toneladas de equivalente carcaça por ano de acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017).

Outros importantes exportadores de carne bovina são a Índia, Austrália e os Estados Unidos da América (EUA). A Índia e o Brasil atualmente disputam o primeiro lugar nesse ranking, porém a maior parte da carne indiana é basicamente advinda do abate de bubalinos, uma vez que os bovinos são considerados sagrados na maior parte do país e seu abate enfrenta grande restrição. Austrália e EUA vêm logo em seguida na lista, ocupando a terceira e quarta posição em exportação de carne bovina, respectivamente. As exportações desses quatro países representaram no ano de 2017, mais de 65% de todo o mercado internacional de carne bovina (USDA, 2017).

As Regiões que apresentam maior destaque segundo IBGE (2016) são Sudeste, Sul e Centro-Oeste, que, em conjunto, são responsáveis por 85,10% do total do Brasil. A Região Norte também passa a ocupar lugar de destaque, representando 8,6% do total, sendo que os Estados do Pará e Rondônia estão entre os dez maiores parques frigoríficos de bovinos do País, com dez empresas registradas no SIF cada um.

O Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA (2011), estimou em projeto de pesquisa que a receita da cadeia produtiva da pecuária de corte é a maior entre as cinco mais importantes agroindústrias brasileiras: algodão, cana-de-açúcar, soja, leite e pecuária de corte.

Já o setor brasileiro de carne bovina destaca-se no cenário internacional em virtude do Brasil deter o maior rebanho comercial do mundo, 187 milhões de cabeças, e a produção de 9,1 milhões de toneladas de carne por ano, além do país ser o maior exportador do produto no mundo, cerca de 1,9 milhões de toneladas por ano (FAO, 2011).

A produção de bovinos de corte é composta por três fases: cria, recria e engorda. A primeira fase vai da reprodução até o desmame do bezerro. A segunda fase começa quando o bezerro é desmamado e termina com o gado indo para engorda ou para a criação como reprodutores ou matrizes. Nesta fase, o boi é chamado de boi magro. Na última fase, a da engorda, os bois são engordados até chegarem ao ponto ideal de abate. Neste caso, os bois gordos são vendidos aos frigoríficos, que abastecem o mercado consumidor. Para cada fase, um produto é

“criado” e há um mercado consumidor em que os animais são comercializados e, consequentemente, o preço é definido (SACHS; PINATTI, 2007).

Segundo Vital (2018), como a carne bovina brasileira em sua maioria é produzida em sistema extensivo, pode sofrer diversos tipos de influências, como por exemplo: clima, solo, sanidade, manejo das pastagens e genótipos.

A atividade pecuária brasileira vem crescendo gradativamente, exibindo um altíssimo desempenho dos produtores nacionais. A quantidade efetiva de bovinos existentes em território brasileiro, no ano de 2009, foi de aproximadamente 205 milhões de cabeças, segundo o IBGE, considerando, de forma conjunta, a pecuária de corte e de leite. A taxa anual de crescimento, de 1945 a 2009, foi de 2,37%.

Segundo dados da Anualpec (2004), em oito anos, as exportações de carne bovina saltaram do montante de US$ 436.391 milhões para US$ 2.457.268 bilhões. Em 2004, o crescimento foi da ordem de 62,76% em relação a 2003, chegando a superar países com tradições na pecuária de corte como Estados Unidos e Austrália.

Um dos fatores mais importantes na formação do preço do boi gordo é o nível dos estoques mundiais. Pode-se notar, claramente, que quanto menor os estoques, mais altos são os preços. Outro fator que interfere nas cotações do boi gordo é a própria produção mundial, pois, quanto maior ela for, menor serão os preços. Cada uma dessas variações tem um mecanismo próprio de influenciar o nível de preços (BARROS et al, 1997).

2.4 Os preços das *Commodities* Agropecuárias

Geman (2005) aponta que os preços de *commodities* agrícolas em geral apresentam sazonalidade e possuem alta volatilidade. Destaca-se a alta volatilidade de preços de *commodities* que se deve a fatores relativos à deterioração de produtos agrícolas, ao clima, armazenagem, entre outros. Além dessas questões, as estratégias de proteção, barreiras alfandegárias em mercados internacionais e a própria evolução tecnológica, são fatores que afetam o comportamento dos preços.

As transações com *commodities* podem ser realizadas física, com a entrega do produto, ou financeiramente, através de transações monetárias, sem a entrega do bem, ao contrário dos mercados de ações ou de títulos, cujas transações são todas realizadas financeiramente (GEMAN, 2005).

Para Barros (1987), a formação de preços ocorre em virtude do grau de competitividade do mercado, como a oferta e a demanda, e pelo grau de intervencionismo governamental, como o controle de preços. O preço final do produto agropecuário leva em consideração um mecanismo de transmissão de preços do consumidor ao produtor e vice-versa, através do setor de intermediação. Assim sendo, um modelo que pretende explicar o comportamento dos preços agropecuários deve considerar que os seguintes fatores podem levar a variações no preço de um determinado produto agrícola da seguinte forma:

- Produtor: mudanças tecnológicas, preços dos fatores e produtos alternativos, financiamento, clima;
- Intermediário: variações nos custos dos insumos de comercialização, como transporte, armazenamento, condições de financiamento;
- Consumidor: variações na renda, população, preços de outros bens.

Para Lozardo (1998), existe uma série de fatores que exercem influência sobre o preço de uma determinada mercadoria. No caso das *commodities*, principalmente as agropecuárias, os seguintes fatores devem ser considerados: a inflação, o nível de preço de *commodities* substitutas, as mudanças na taxa de câmbio e o nível de oferta do produto em questão.

2.4.1 Mercados Futuros

Na maioria dos casos, a lei da oferta e procura tem grande influência na formação de preços, pois uma oferta demasiada impulsiona os preços para baixo, já uma demanda maior que a oferta faz com que os preços subam. Conforme Lozardo (1998), no século XIX, os produtores rurais norte-americanos enfrentavam grandes problemas para comercialização de sua produção, devido ao excesso de oferta na época da safra, perante o potencial de consumo do mercado, fazendo com que os valores dos produtos caíssem, e nos demais períodos do ano, como a oferta era mínima se comparada como consumo, os preços subiam significativamente.

Os primeiros tipos de *commodities* a serem comercializadas no mercado futuro foram os produtos agrícolas. Segundo Holihan (2008), o primeiro futuro sobre um produto agrícola negociado aconteceu no Japão, no século XVII, no qual os comerciantes japoneses depositavam o arroz em armazéns para desfrutarem no

futuro. Visando aumentar o número de comerciantes naquela época, vendiam os bilhetes de arroz, conhecido na cidade por “rice tickets”, e com o decorrer do tempo esses bilhetes foram aceitos como uma opção de moeda comercial onde todas as pessoas entendiam seu valor e seguia as regras postas no mercado.

Segundo Amaral (2003), por volta de 1730, surgiu a primeira bolsa organizada, a Bolsa de Arroz de Osaka. Em 1898, surgiu a *Chicago Mercantile Exchange* e, desde aquela época, outras Bolsas foram surgindo pelo mundo. No Brasil, a Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&F foi constituída em 1985, sendo que, atualmente, vem crescendo em termos de derivativos disponíveis e também em número de transações.

Autores como Figueiredo (2002), Bessada, Barbedo e Araújo (2007), entre outros, destacam os agentes econômicos que fazem com os derivativos, incluindo os agropecuários. Para eles, há; o *hedger*, cuja finalidade é se proteger contra as oscilações dos preços, procurando diminuir seus riscos; o especulador, participante que busca obter ganhos com a compra e venda de derivativos, arriscando em tendências, nos valores segundo suas crenças de alta ou de baixa, assumindo os riscos dados dos *hedgers*; e o arbitrador, cujo propósito é o de obter ganhos com as distorções de preços entre mercados distintos, comprando o derivativo no local mais barato e simultaneamente vendendo-o no local em que o mesmo esteja mais caro.

Existem aproximadamente trinta bolsas para comercializar as *commodities* no mundo todo, sendo que a maior parcela acontece na China, Estados Unidos, Japão e Reino Unido (FABOZZI; FUSS; KAISER, 2008).

Para a autora Holihan (2008), os mercados futuros atuam da mesma maneira: são mercados cujo ativo implícito ao contrato efetuado é adquirido ou vendido para compra ou entrega em uma data futura. Cada contrato deste, de compra e venda é denominado por “Contratos Futuros”, que são contratos que se pode negociar, realizados em mercados estruturados e ordenados e em que ambas partes se forçam a comprar ou vender um ativo em quantia, qualidade e valor combinado, em uma data e local pré-estabelecido. Quando os contratos de futuros são combinados nada é comprado ou vendido no momento imediato.

Conforme Pinto (1999), os preços são estruturados por meio da relação competitiva entre vendedores e compradores em sistemas eletrônicos ou rodas de negociações. Os preços demonstram as expectativas do mercado quanto ao valor de uma mercadoria ou de um ativo no futuro. Com alta volatilidade dos mercados, os

preços podem variar durante o mesmo dia e/ou de um dia para o outro. Ainda segundo o autor, nas operações do mercado futuro não se recebe ou paga-se nenhum valor adiantado, apenas ajustes diários, que são acertos das diferenças dos valores anteriores e atual entre os preços futuros.

Entre as várias funções desempenhadas pelo mercado futuro, existe a facilitação da administração de risco, o auxílio para as empresas preverem preços dos contratos a termo, o provimento de meios para a firma levantar capital adicional e o serviço como fonte de informação para tomadas de decisões (MARQUES; MELLO; MARTINES FILHO, 2008).

Já para Teixeira (1992), uma função dos mercados futuros é a de possibilitar àqueles que possuem interesse comercial por determinada *commodity*, que se protejam contra variações adversas nos preços que possam ocorrer no futuro.

A intenção é que os mercados futuros tornem os mercados físicos mais eficientes por proverem informações confiáveis sobre o comportamento futuro dos preços.

Diante disso, percebe-se a importância de analisar a existência de relação entre os mercados agropecuários. Tendo em conta que o Brasil é um forte produtor de *commodities*, foram identificados estudos mencionando tais ativos, como por exemplo o trabalho: Análise da transmissão de preços nos mercados de boi gordo, milho e soja de Mato Grosso (SANTOS; DALLEMOLE; MANSO, 2017), que propôs analisar a transmissão de preços entre os mercados mencionados, onde o teste aplicado de Cointegração de Johansen apontou a existência de relação de longo prazo entre os preços nos mercados físicos do boi gordo, da soja e do milho em Mato Grosso.

Quadro 3 – Resumo da Fundamentação Teórica

Seção	Autor (ano)	Principais Contribuições
2.1 Criptomoedas	Casa da Moeda do Brasil (2019), Anglo (2014), Nascimento (2014), Vasconcelos (2015), Sampaio (2018).	História, conceito e evolução da moeda. As três principais funções da moeda e sua relação com as criptomoedas.
	David Chaum (1979), Michelle Mafra (2019), Ulrich (2014), Mendes (2017), CoinMarketCap (2021).	Definição e finalidade das criptomoedas. Método utilizado na criação das criptomoedas. Principais moedas digitais no mercado.
2.1.1 Bitcoin (BTC)	Sasson (2014), Nakamoto (2008), Antonopoulos (2014), Gervais (2016), Bitcoin Wiki (2019),	Criação do Bitcoin, a primeira moeda digital. Processo de transação da Bitcoin.

	Tapscott (2017), Mattila (2016), Aragon (2018), coinmarketcap.com (2018), coinmap.org (2018).	Tecnologia Blockchain. Obtenção de novos Bitcoins através da mineração. Valor de compra do Bitcoin no início comparado com os dias atuais.
2.1.2 Ethereum	CoinMarketCap (2019), Ethereum org (2019), Buterin (2014), Lewis (2016), Neto e Matarazzo (2020).	Moeda Ether e o sistema programável Ethereum. Semelhanças entre o Ethereum e o Bitcoin.
2.2 Commodities	Cronon (1991), Martins (2009), Sandroni (1999), Expert XP (2019), Williamson (1988), Souza (1999)	Surgimento das commodities e conceito de commodities
2.2.1 Classificação das Commodities	Secamandi e Seppi (2014), Pinheiro (2001), GARP (2015)	Classificação e características das commodities
2.3 As commodities agropecuárias no Brasil	Pinazza e Araújo (1993), Neves, Chaddad, Lazzarini (2000), Portal Embrapa (2001), Warren (2001)	Competência do Brasil na cadeia do agronegócio. O Brasil como um dos líderes mundiais na produção e exportação de produtos agropecuários.
2.3.1 Milho e Soja	Borlanchenco, Gonçalves (2017), Souza et al (2011), Herrendorf, Schoellman (2005), Silveira, Borges, Buainain (2005), Faostat (2017), Hirakuri, Lazzarotto (2014)	O Brasil como um dos líderes mundiais na produção e exportação de produtos agropecuários. As tecnologias para o crescimento da produtividade de grãos. Produção e cultivo do milho em cenário mundial.
2.3.2 Boi Gordo	USDA (2017), IBGE (2016), FAO (2011), Sachs, Pinatti (2007), Vital (2018), Anualpec (2004), Barros et. Al (1997)	Maiores consumidores e exportadores de carne bovina no mundo. As regiões brasileiras consideradas maiores consumidoras de carne bovina no Brasil. Fases da produção de corte bovino. Tipos de influências na produção de carne bovina. Crescimento na exportação de carnes bovinas. Variação na formação do preço do boi gordo.
2.4 Os preços das commodities agropecuárias	Geman (2005), Barros (1987), Lozardo (1998)	Sazonalidade e volatilidade no preço das commodities. Formação de preço em virtude do grau de competitividade do mercado. Influências sobre os preços das commodities agropecuárias.
2.4.1 Mercados Futuros	Holihan (2008), Amaral (2003), Figueiredo (2002), Bessada, Barbedo e Araújo (2007), Fabozzi, Fuss, Kaiser (2008), Pinto (1999), Marques, Mello, Martins-Filho (2008), Teixeira (1992)	A primeira negociação de um produto agrícola. A primeira bolsa – Bolsa de Arroz de Osaka – Bolsas que comercializam as commodities no mundo. Descrevem os agentes econômicos. Facilitação da administração de risco. As funções do mercado futuro.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

3 METODOLOGIA

O objetivo desta pesquisa é fazer uma análise de integração e relação de causalidade entre os mercados de criptomoedas e as *commodities* agropecuárias. Nesta seção estão apresentados as caracterizações, métodos e procedimentos para a realização da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Segundo Appolinário (2011, p.146), a pesquisa básica tem como objetivo principal "[...] o avanço do conhecimento científico, sem nenhuma preocupação com a aplicabilidade imediata dos resultados a serem colhidos". Quanto a finalidade a presente pesquisa pode ser classificada como básica, pois apresenta a relação inicial entre as principais criptomoedas e *commodities* agropecuárias.

De acordo com Gil (2012, p.27), "As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores". Gil (2012, p.28) ainda especifica que há alguns tipos de pesquisas descritivas "[...] vão além da identificação da existência de relações entre as variáveis, pretendendo determinar a natureza dessa relação". Ainda segundo o autor, a pesquisa descritiva objetiva reunir e analisar muitas informações sobre o assunto estudado. Portanto, pretende-se na pesquisa investigar se há uma relação de causalidade entre as criptomoedas e as *commodities* agropecuárias, classificando-se como pesquisa exploratória. Classifica-se também como descritiva, pois pretendeu-se descrever através de análises econométricas a relação entre os ativos do objeto de estudo.

Tratando-se da abordagem do problema, classifica-se como pesquisa quantitativa, uma vez que foram utilizados dados quantitativos, cuja análise será feita por meio de estatística econométrica. Appolinário (2011, p.150) afirma que, na pesquisa quantitativa, "[...] variáveis predeterminadas são mensuradas e expressas numericamente. Os resultados também são analisados com o uso preponderante de métodos quantitativos, por exemplo, estatístico".

Quanto a técnicas e procedimentos utilizados, será utilizado o método de pesquisa bibliográficos e visa a coleta de informações, de dados secundários, publicados e disponíveis para o público em geral, através de por exemplo: artigos, periódicos, teses, livros e sites (SEVERINO, 2007).

Quadro 4 – Resumo da Metodologia

CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA
QUANTO A FINALIDADE
Básica: Tem como objetivo gerar conhecimento que seja útil para a ciência sem que haja necessariamente aplicação prática.
QUANTO AO OBJETIVO
Exploratória: Busca por maior conhecimento do assunto, a fim de uma proximidade da realidade com o objeto de estudo.
Descritiva: Analisar e descrever sem interferência do autor.
QUANTO A ABORDAGEM DO PROBLEMA
Quantitativa: Utiliza métodos quantitativos para mensurar, medir e/ou delimitar numericamente o objeto.
QUANTO A TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS
Bibliográfica: Utilização de material disponível em diferentes fontes.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Mendonça, Rocha; Nunes, 2008.

3.2 Descrição dos métodos adotados

Os dados que serão apresentados nesta pesquisa são dados secundários e trata de séries temporais de preços. A estratégia empírica para avaliar a relação entre dois mercados consiste nas análises de correlações e integrações entre as principais criptomoedas e as commodities agropecuárias, através dos métodos de GARCH (Generalizad Conditional Heteroskedasticity), o teste de Cointegração de Johansen (1991) e o teste de Causalidade de Engle-Granger (1987).

3.3 Lócus de Pesquisa

Os dados referem se a série de preços de contratos futuros agropecuários negociados na Bolsa de Chicago (considerada a principal Instituição Financeira relacionada às *commodities* agropecuárias) e na B3 (Atual Bolsa de Valores brasileira, desde 2017), coletados no portal financeiro Investing.br. Os dados serão observados no período de 7 anos (2014/2 – 2022/1), período de grande

capitalização no mercado de criptoativos. Adicionalmente vale ressaltar que nesse período ocorreram eventos que influenciaram nos valores dos ativos no Brasil, como por exemplo: Impeachment, denúncias de corrupções governamentais e Covid-19, assim como outras ocorrências marcantes. Sendo assim, foram coletadas 2.031 amostras diárias.

3.4 Métodos de Aplicações dos Dados

3.4.1 Método de GARCH (Generalizad conditional Heteroskedasticity)

O modelo GARCH, desenvolvida por Bollerslev (1986), descreve a volatilidade com menos parâmetros que o seu modelo base, modelo ARCH, com a adição de um termo de média móvel, medindo a volatilidade das series temporais, sejam elas por motivos especulativos ou como cobertura de riscos, sendo mais prático e considerado um dos modelos mais apropriados para dados financeiros. Segundo Alexander (?), o modelo GARCH (1,1) denominado a variação mais simples do modelo GARCH, é composta por um único erro ao quadrado defasado e um termo autorregressivo. Este termo autorregressivo é adicionado como (q) ao modelo de ARCH (p) formando assim a seguinte equação da variância:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mathcal{E}_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p \mathcal{E}_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \ldots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (1)$$

$$\alpha 0 > 0,\ \alpha 1,\ \ldots,\ \alpha p,\ \beta 1,\ \ldots,\ \beta q \geq 0.$$

Usando uma notação para a constante ω, para o coeficiente α do erro e para o coeficiente β de defasagem. Tal modelo é utilizado pela maioria das instituições financeiras:

$$\sigma t2 = \omega + \alpha \mathcal{E}2t{-}1\ \beta \sigma t2{-}1;\ \ \omega > 0,\ \alpha,\ \beta \geq 0 \quad (2)$$

Também pode ser escrito da seguinte forma:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \mathcal{E}_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

$$= \omega + \alpha \mathcal{E}_{t-1}^2 + \beta(\alpha \mathcal{E}_{t-2}^2 + \beta(\omega + \alpha \mathcal{E}_{t-3}^2 + \beta(\ldots)))$$

$$= \omega\checkmark(1 - \beta) + \alpha(\ \varepsilon^2_{t-1} + \beta\varepsilon_t{}^2_{-2} + \beta^2\varepsilon^2_{t-3} + \cdots\ ) \quad (3)$$

Sendo:

β, α – As dimensões dos parâmetros que determinam as interações de curtos prazos das series de tempo da volatilidade obtida;

β de defasagens altas – indica uma volatilidade persistente;

α de erro alto – indica a volatilidade que reage intensamente as variações de mercado;

Ainda segundo Alexander (2005), espera-se dos coeficientes estimas de defasagem acima de 0,8 e dos coeficientes de erros de 0,2. Para investigar a relação direta entre retorno das criptomoedas e o retorno das *commodities* agropecuárias, usa-se:

$$\mathrm{AGR}Retorno_t = \alpha_0 + \beta_1 BTCRetorno_{t-1} + \beta_2 \mathrm{BTC}Retorno_t + \beta_3 \mathrm{ETH3}Retorno_{t-1} + \beta_4 \mathrm{ETH}Retorno_t \quad (4)$$

Sendo que:

AGR$Retornot$ é o retorno dos contratos futuros agropecuários no tempo t;

BTC$Retorno$ é o retorno do Bitcoin no tempo t e t-1;

ETH$Retorno$ é o retorno do Ether no tempo t e t-1;

β é o sinal e a significância dos coeficientes que identificam que o ativo deve ser utilizado como recursos de hedge ou de diversificação;

3.4.2 Método de Cointegração de Johansen

A cointegração é um modelo econométrico que surgiu em 1981 que assegura a existência de uma relação de equilíbrio ao longo prazo, sendo sua função essencial o teste cointegração que consiste em verificar se há relação entre a combinação linear estável entre conjuntos de séries temporais não estacionárias. Segundo Wang (2016), caso exista a combinação linear, será chamado de equação

de cointegração que reflete a relação de equilíbrio a longo prazo entre as variáveis não estacionárias.

Assim, este método será utilizado para testar as relações de longo prazo entre as criptomoedas e as *commodities* agropecuárias dentro dos mercados de ações mundiais. Johansen (1991) desenvolveu testes de cointegração com base no VAR (*vector autoregressive*) sendo o seguinte modelo geral:

$$\Delta x_t = \sum_{i=1}^{p-1} \Pi_i \,.\Delta x_{t-i} + \Pi \,.\, x_{t-p} + {}_t \tag{5}$$

Onde

$$\Pi = -\left(\mathrm{I} - \sum_{i=1}^{p} A_i\right)$$

e

$$\Pi_i = -\left(\mathrm{I} - \sum_{j=1}^{i} A_j\right)$$

Caso Π seja nulo, então estamos perante o VAR normal.

3.4.2.1 Modelo VAR (vector autoregressive)

Segundo Sims (1980) o modelo VAR tem como característica principal considerar todas as variáveis como endógenas, sendo que cada variável é explicada pelos seus próprios valores defasados (passados) e pelos valores defasados das outras variáveis não impondo restrições a sua dependência ou independência.

Para Bueno (20012) e Wooldridge (2012) tal modelo representa para a economia o entendimento do comportamento passado; dar o conhecimento a dinâmica do comportamento; identificação das relações de causalidade; indicar que comportamentos inesperados influenciam a economia.

O modelo VAR considerando três variáveis:

$$\boldsymbol{Yt} = \alpha + \sum \boldsymbol{\beta i Y t - i\ k\ i}=\mathbf{1} + \sum \phi j X t - j\ k\ j=1 + \sum \varphi m Z t - m\ k\ m=1 + \upsilon 1 t \quad (6)$$

$$\boldsymbol{Xt} = \vartheta + \sum \beta i Y t - i\ k\ i=1 + \sum \boldsymbol{\phi j X t - j\ k\ j}=\mathbf{1} + \sum \varphi m Z t - m\ k\ m=1 + \upsilon 2 t \quad (7)$$

$$\boldsymbol{Zt} = \delta + \sum \beta i Y t - i\ k\ i=1 + \sum \phi j X t - j\ k\ j=1 + \sum \boldsymbol{\varphi m Z t - m\ k\ m}=\mathbf{1} + \upsilon 3 t \quad (8)$$

Sendo:

$\alpha, \vartheta, \delta$ = Vetor de constante

$\beta i, \phi j, \varphi m$ = matrizes de coeficientes

K = Número ótimo de desfasamentos

vit = Resíduo branco da equação

3.4.3 Método de Causalidade de Engle Granger

Proposto por Granger (1969), o teste de causalidade de Granger é útil para mensurar se uma variável X é capaz de Granger-causar alterações em uma variável Y. Utiliza-se termo “Granger causar”, porque esse modelo causal não é relativo ao sentido endógeno de causalidade, e sim ao sentindo de precedência temporal que a variável X pode ter em relação a variável Y. Fundamentado na ideia de que acontecimentos futuros não explica eventos presentes ou passados, somente acontecimentos passados podem causar eventos presentes ou futuros.

Supondo duas séries temporais, X e Y, que sejam estacionárias, é possível dizer que a variável X causa Y se os valores defasados de X tem alguma influência no valor presente de Y, na presença dos valores defasados de Y. Da mesma maneira, diz-se que Y causa X se os valores atrasados de Y podem ajudar a explicar o valor atual de X, mesmo considerando valores defasados de X. Para testar tais hipóteses são usadas as seguintes equações:

$$X_t = \sum_{j=1}^{m} a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^{m} c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} d_j Y_{t-j} + \eta_t \quad (10)$$

Onde ε_t e η_t são variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, sendo ambas sem autocorrelação.

A causalidade é o evento que liga dois processos, sendo um a causa e o outro o efeito, desse modo o segundo evento torna-se consequência do primeiro, mesmo que em parte, já que um efeito pode ter mais de uma causa. Nas análises de regressões, há a dependência de uma variável à outra, mas a relação existente entre variáveis não determina que há de fato a causalidade, desta forma, é realizado testes afins de saber quem influencia quem e de que forma. O teste sugerido por Engle e Granger (1987), busca determinar o sentido causal entre duas variáveis, tendo como hipótese nula, os coeficientes desfasados iguais a zero, não existindo causalidade à Granger; e como hipótese alternativa, diferentes de zero, onde a hipótese nula não é verdadeira.

O teste sugerido por Engle e Granger (1987) leva em consideração dois passos: o primeiro passo, leva em consideração a equação através dos OLS (Ordinary Least Squares) que busca estimar os parâmetros não conhecidos em um modelo de regressão linear. O OLS escolhe trais parâmetros da equação pelo princípio dos mínimos quadrados, que consiste na abordagem em análise de regressão aproximando a solução de sistemas sobre determinados, minimizando a soma dos quadrados dos resíduos feitos nos resultados de cada equação de forma individual. O segundo passo, se rejeitar a hipótese nula, significa que Yt e Xt estarão cointegrados. Caso a hipótese não seja rejeitada, então Yt e Xt serão regressão espúria, ou seja, não cointegrados.

Se cointegradas, terão o teorema da representação de Granger

$$\Delta Y_t = \gamma_0 + \gamma_1 \Delta X_t + \gamma_2 (Y_{t-1} - \beta X_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (11)$$

No presente trabalho busca-se verificar se há relação de Granger causa entre os criptoativos (Bitcoin e Ether) e contratos futuros agropecuários (Boi gordo, Soja e Milho), como pode ser observado no quadro 6.

Quadro 6 - Relação e sentido da Causalidade de Granger

Bitcoin Granger causa → Boi Gordo	Boi Gordo Granger causa → Bitcoin
Bitcoin Granger causa → Soja	Soja Granger causa → Bitcoin
Bitcoin Granger causa → Milho	Milho Granger causa → Bitcoin
Ether Granger causa → Boi Gordo	Boi Gordo Granger causa → Ether
Ether Granger causa → Soja	Soja Granger causa → Ether
Ether Granger causa → Milho	Milho Granger causa → Ether

Fonte: Elaborado pelos Autores (2022)

Espera-se que, em vista da forte capitalização do mercado de criptomoeda e popularização de seu uso, haja relação de Granger causa das criptomoedas unidirecional aos contratos futuros agropecuários.

4 DISCUSSÃO, ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da análise que buscou responder ao problema de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos, que são: Verificar se há relação entre os preços de criptomoedas Bitcoin e Ethereum e preços dos contratos futuros dos mercados de milho, soja e boi gordo se há relação entre os preços de criptomoedas e preços dos contratos futuros de commodities agropecuárias; verificar se há a existência de relação de médio e longo prazo das criptomoedas e contratos futuros agropecuários; analisar se há relação de equilibro entre preço dos dois mercados; estimar a causalidade entre os dois mercados.

4.1 Apresentação dos resultados

Busca-se através desse trabalho relacionar o Bitcoin com as *commodities* através dos métodos: de Garch, que visa estabelecer um valor para a variância condicional em um determinado período, em outras palavras, é a fórmula para prever a variação futura entre as criptomoedas e as *commodities* agropecuárias; método de cointegração de Johansen, visa avaliar a relação de equilíbrio entre preços dos dois mercados; método de Granger possibilita analisar a causa entre os dois mercados e suas variáveis, sendo que os dados apresentados se dão no período de 7 anos (1 de julho de 2014 a 1 de julho de 2022), totalizando 2.031 amostras diárias. Diante disto, o trabalho de Santos, Dallemole e Manso (2017) apresenta resultados de que há relação e transmissão de preços no mercado do Mato Grosso. Ao passo os resultados obtidos no trabalho de Mota (2019), apontam não haver relação entre o Bitcoin e o mercado de ações. Porém, não foram encontrados trabalhos que tenham se debruçado a entender se os preços das commodities agropecuárias e criptomoedas possuem relação entre si, por isso, este trabalho, é considerado pioneiro na área.

Caso haja relação independente do resultado específico, que cada método entrega, os agentes da cadeia deverão levar em consideração para o estudo da formação de preços.

À vista disto, os dados neste presente trabalho, serão apresentados através de uma análise estatística descritiva, que tem como objetivo descrever os dados trabalhados na pesquisa (UERJ, 2019).

Na tabela 1, está presente o índice de variância, e dentre os ativos analisados, o Bitcoin é o mais arriscado, como já esperado e reforçado na literatura, pois tem uma amplitude de preço significantemente maior, visto que, é um ativo novo e não está atrelado a um ativo real, como por exemplo, os contratos de commodities agropecuárias estão.

Tabela 1 – Índice de Variância

Item	Min.	Máx.	Média	Variância	Desvio-Padrão
Bitcoin	U$ 767,90	U$ 67527,90	U$ 6149,90	13434338,44	3665,29
Ether	U$ 7,12	U$ 4808,38	U$ 228,20	63788,57	252,56
Milho	U$ 301,50	U$ 818,25	U$ 365,50	466,15	21,59
Boi Gordo	U$ 83,83	U$ 171,00	U$ 124,53	375,62	19,38
Soja	U$ 791,00	U$ 1769,00	U$ 983,63	1295,75	87,24

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Ou seja, as criptomoedas apresentam medidas de riscos maiores dentro da análise de ativos financeiros, enquanto os contratos agropecuários guardam lastros com a economia real, o que guarda menor volatilidade de preços em relação as criptomoedas.

Tabela 2 – Índice da Correlação entre as variáveis

Correlação	
Bitcoin – Milho	-0,001411
Bitcoin - Boi Gordo	-0,5572109
Bitcoin – Soja	-0,3419427
Ether – Milho	-0,0546239
Ether - Boi Gordo	-0,248068
Ether – Soja	-0,367075

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Além da variância citado anteriormente, se faz importante analisar a correlação entre os mercados, presente na tabela 2. Embora possam coexistir, não significa que a correlação não implica causalidade. A causa se aplica sem restrições a casos em que uma ação causa o resultado em outra, ou seja, não implica, necessariamente, em precedência de efeito. Sendo assim, a correlação é um relacionamento entre as variáveis, mas não significa que um evento faz com que outro ocorra.

Tendo em vista as análises básicas realizadas na tabela 2, observa-se a não existência de uma correlação forte, visto que, quanto mais próximo dos extremos do intervalo -1 ou +1 mais forte é o índice e quanto mais próximo ao centro, no caso 0, mais fraca é a correção linear, podendo essa, afetar inversamente ou não.

No que se refere a correlação observada entre as variáveis investigadas, percebe-se que as variáveis mantêm uma correlação negativa e moderada e em algumas variáveis chega observa-se uma correlação fraca, como por exemplo, entre a bitcoin e a soja.

4.1.1 Teste de raiz unitária (ADF)

Para verificação da hipótese de relação a longo prazo, aplicou-se o teste de Dickey-Fuller (ADF), com a finalidade de verificar a presença ou não de raiz unitária, assim como a verificação de ordem de integração entre as séries de preços, conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Teste de raiz unitária de *Dickey-Fuller* aplicado nos preços do Bitcoin e Ethereum, e nos preços das *commodities* milho, boi gordo e soja

Série de Preços	Equação ADF	Estatística ADF	Valores Críticos			Z (t)
			1%	5%	10%	
Bitcoin	N	-1.063	-3.430	-2.860	-2.570	0.7297
	I	-2.442	-3.960	-3.410	-3.120	0.3574
	IT	-1.063	-2.328	-1.646	-1.282	0.1440
	1ª Dif	-46.634	-3.430	-2.860	-2.570	0.0000
Ethereum	N	-1.303	-3.430	-2.860	-2.570	0.6279
	I	-2.276	-3.960	-3.410	-3.120	0.4475
	IT	-1.303	-2.328	-1.646	-1.282	0.0964
	1ª Dif	-48.859	-3.430	-2.860	-2.570	0.0000
Milho	N	-3.025	-3.430	-2.860	-2.570	0.0326
	I	-2.512	-3.960	-3.410	-3.120	0.3222
	IT	-3.025	-2.328	-1.646	-1.282	0.0013
	1ª Dif	-45.862	-3.430	-2.860	-2.570	0.0000
Boi Gordo	N	-1.791	-3.430	-2.860	-2.570	0.3847
	I	-2.492	-3.960	-3.410	-3.120	0.3318
	IT	-1.791	-2.328	-1.646	-1.282	0.0367
	1ª Dif	-43.337	-3.430	-2.860	-2.570	0.0000
Soja	N	-2.282	-3.430	-2.860	-2.570	0.1777
	I	-1.364	-3.960	-3.410	-3.120	0.8712
	IT	-2.282	-2.328	-1.646	-1.282	0.0113
	1ª Dif	-46.092	-3.430	-2.860	-2.570	0.0000

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Notas: (N) equação do teste em nível, (I) equação do teste com intercepto, (IT) equação do teste com intercepto e tendência linear, (1ª Dif) equação do teste na primeira diferença, (Z (t)) significância estatística.

De acordo com o teste de raiz unitária ADF, que se trata de um teste de evidência determinística importante para o presente trabalho, considerado de natureza em série temporal, onde o comportamento desta, é determinado por algum fator não aleatório.

Apresentado na tabela 3, tanto em nível, quanto em intercepto e com tendência linear, o valor da estatística t apresentou resultados menores que o valor crítico ao nível de 1%, 5% e 10%, ou seja, rejeitou a hipótese nula de presença de raiz unitária, o que indica que as séries são estacionárias. Em seguida, verificou-se que essas séries possuem raiz unitária na primeira diferença, ou seja, quando transformada em retornos, as séries são estacionárias e integradas de primeira ordem.

4.1.1.1 Método de GARCH

O modelo de GARCH, elaborado por Bollerslev (1986) permite analisar neste trabalho, os comportamentos das respectivas variâncias ou volatilidades de séries entre os mercados de commodities agropecuárias e de criptomoedas, além de ser um dos modelos mais apropriados e recomendados para dados financeiros. Segundo Alexander (2005), o GARCH (1,1) é a variação mais simples do modelo de GARCH, composto por um único erro ao quadrado defasado.

Na tabela 4, após a identificação da estacionariedade das séries para rodar o presente modelo, foi realizado um tratamento nos dados coletados e depois da primeira diferenciação logarítmica, foram realizados testes para que se pudesse observar as estatísticas resumidas, matriz de correlação e por último o teste GARCH (1,1). A seguir é apresentado os resultados encontrados quanto ao método, considerando o efeito da volatilidade das criptomoedas para com as commodities agropecuárias e assim vice-versa. Podendo assim ser um Hedge ou diversificador.

Tabela 4 - Teste de Volatilidade entre criptomoedas e commodities agropecuárias

MILHO	**Coeficiente**	**Erro Padrão**	**p-valor**
Bitcoin	-.0010088	.0007494	0.178
Ethereum	.000521	.0004952	0.293
Bitcoin D1	-1.33e-07	3.76e-07	0.722
Ethereum D1	-.0013366	.0068067	0.844
_cons	.005518	.0040936	0.178
BOI GORDO	Coeficiente	Erro Padrão	p-valor
Bitcoin	-.0014914	.0006148	0.015
Ethereum	.000925	.0004664	0.047
Bitcoin D1	-5.32e-08	3.30e-07	0.872
Ethereum D1	.0041201	.0047529	0.386
_cons	.0078645	.003241	0.015
SOJA	Coeficiente	Erro Padrão	p-valor
Bitcoin	-.0002572	.0006171	0.677
Ethereum	-.0002703	.0004804	0.574
Bitcoin D1	-2.17e-07	3.08e-07	0.481
Ethereum D1	.0023779	.005291	0.653
_cons	.0037792	.0032447	0.244

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Para o presente método é considerado a hipótese-nula em que o parâmetro deve conter o p-valor inferior a 0,05 para que haja relação de volatilidade entre os ativos. É levado em consideração também o sinal do coeficiente, onde o qual definirá se o mesmo será hedge, se negativo e diversificador, se positivo. A diversificação busca ativos com correlação baixa, para que as oscilações de um ativo não sejam capazes de afetar todos os contratos futuros. Enquanto ao hedge possui como objetivo anular e/ou reduzir parte das variações consideradas não favoráveis, assim busca ativos com correlação negativa.

Considerando os resultados da tabela 4 e as orientações acima citadas sobre o método, conclui-se que, o bitcoin em relação ao milho é considerado um hedge, porém fraco, já que não apresenta significância estatística.

A volatilidade não afeta os eventos dos contratos futuros agropecuários. A relação das volatilidades condicionais as criptomoedas, não devem ser levadas em consideração nem com hedge e nem como diversificador, pois não houve

significância estatística, sendo impossível comprovar estatisticamente que existe uma relação a partir desse método.

Quanto volatilidade do contrato futuro da soja, não é condicionado a volatilidade do bitcoin e do ethereum, tendo assim como o milho, não apresenta significância estatística.

Já em relação ao boi gordo, é relevante levar em consideração o retorno ou a volatilidade da bitcoin, tendo em vista a observância da relação estatisticamente significante como um hedge e no ethereum, uma relação significante a 5% quanto ao boi gordo. Sendo assim, conclui-se que a bitcoin serve para hedgear, o ethereum serve como um meio diversificador. E os setores defasados não foram significativos, apesar de guardarem o mesmo sinal. Então, é indicado para quem opera nos mercados de boi gordo, o bitcoin como um hedge como meio de proteção e o ethereum como um ativo diversificador em seu portifólio.

4.1.1.2 Método de Cointegração de Johansen

As análises de cointegração de Johansen consiste na realização de testes de eficiência de mercado de maneira a utilizar a cointegração por meio do método de Máxima Verossimilhança. Cointegração significa que, a despeito de serem individualmente não estacionárias, uma combinação linear entre duas ou mais séries temporais pode ser estacionária (GUJARATI; PORTER, 2011)

Segundo Johansen (1991, 1995), o teste objetiva verificar se duas ou mais variáveis são sincronizadas. Se tais séries forem cointegradas, significa que ocorre a relação a longo prazo entre elas. Caso não ocorra tal cointegração, pode-se sugerir a possibilidade de competição entre os mercados integrantes da análise (GAIO et al, 2005). Assim, esse método será utilizado para verificar as relações a longo prazo entre os criptoativos e as commodities.

Após realizar o teste de raiz unitária e verificar a ordem de integração entre as séries de preços, define-se o número ótimo de defasagens para o teste de cointegração de Johansen (1988) para verificar o equilíbrio dos termos de relacionamento de longo prazo entre as séries de preços do Bitcoin e Ethereum e as commodities milho, boi gordo e soja.

Portanto, após a realização do teste de estacionariedade para demonstrar o conjunto de dados, os dados podem ser trabalhos numa regressão.

Tabela 5 - Teste traço para verificação de cointegração entre os preços do Bitcoin e Ethereum em relação aos preços das commodities milho, boi gordo e soja

Variável de Cointegração	Série de Preços	Vetores de Cointegração	Eigenvalue	Teste Traço	
				Traço	Valor Crítico (5%)
Bitcoin	Milho	0	.	42.2077	47.21
		1	0.00887	24.1383	29.68
		2	0.00487	14.2479	15.41
		3	0.00445	5.2005	3.76
	Boi Gordo	0	.	42.2077	47.21
		1	0.00887	24.1383	29.68
		2	0.00487	14.2479	15.41
		3	0.00445	5.2005	3.76
	Soja	0	.	42.2077	47.21
		1	0.00887	24.1383	29.68
		2	0.00487	14.2479	15.41
		3	0.00445	5.2005	3.76
Ethereum	Milho	0	.	44.7537	47.21
		1	0.01158	21.1355	29.68
		2	0.00479	11.4016	15.41
		3	0.00357	4.1560	3.76
	Boi Gordo	0	.	44.7537	47.21
		1	0.01158	21.1355	29.68
		2	0.00479	11.4016	15.41
		3	0.00357	4.1560	3.76
	Soja	0	.	44.7537	47.21
		1	0.01158	21.1355	29.68
		2	0.00479	11.4016	15.41
		3	0.00357	4.1560	3.76

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Uma vez determinado o número ótimo de defasagens, foi realizado um teste traço para verificação de cointegração, conforme apresentado na tabela 5, com significância estatística definida em 5% como base para rejeitar ou não a hipótese de cointegração. Ao observar o valor crítico e o valor de teste do traço, não rejeita a hipótese nula, ou seja, não existe uma relação de cointegração entre os preços dos contratos futuros de commodities e os de criptomoedas. Ressalta-se que a condição para uma tendência aleatória comum entre as séries de preços é a existência de um vetor de cointegração (rejeitando assim a hipótese de vetor nulo de que existe pelo menos um vetor de cointegração). Portanto, os resultados da tabela 5 sugerem que a série de preços não guardam uma relação de equilíbrio comum de longo prazo.

4.1.1.3 Método de Causalidade de Engle Granger

O presente método busca determinar o sentido causal entre duas variáveis, neste caso, buscar a existência de precedência temporal de uma variável sobre a outra (Granger, 1969), desde que essa precedência seja estatisticamente significativa, ou seja, podem ocorrer três situações: relação bicausal, quando os efeitos ocorrem nas duas direções; ausência de causalidade – quando se apresenta não significativo para as duas equações; relação unicausal, quando o efeito ocorre em uma só direção. Neste trabalho, considera-se as variáveis criptomoedas e commodities agropecuárias. Abaixo serão apresentados os resultados da causalidade de Engle-Granger em sentido bidirecional entre: bitcoin ⇄ milho, bitcoin ⇄ soja, bitcoin ⇄ boi gordo, assim como serão apresentadas também as relações: ether ⇄ milho, ether ⇄ soja e ether ⇄ boi gordo.

Para analise Granger, é considerado uma hipótese nula de não relação causal. Neste caso, a hipótese nula é variável x não causa Granger variável y. Se menor que 0,05 rejeita-se a hipótese nula, se maior que 0,05 não rejeita-se a hipótese nula.

Os resultados podem ser observados no tabela 6.

Tabela 6 – Teste de Causalidade Granger – Bitcoin

Variável X		Variável Y	Prob>chi2
Milho	→	Bitcoin	0,010
Bitcoin	→	Milho	0,394
Boi Gordo	→	Bitcoin	0,550
Bitcoin	→	Boi Gordo	0,183
Soja	→	Bitcoin	0,009
Bitcoin	→	Soja	0,794

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Os cálculos realizados considerando o Bitcoin e as commodities apontam que há existência de causa Granger unilateral das commodities para o criptoativo, no entanto, as commodities que apresentam causa Granger são as variáveis: Milho → Bitcoin (0,010) e da Soja → Bitcoin (0,009). Sendo assim, é possível constatar que as commodities Milho e Soja influenciam diretamente nos preços futuros do Bitcoin; já na análise inversa, do BTC para as commodities, constata-se que não há causa

Granger. Haja vista que, a criptomoeda não influencia nos preços de contratos futuros das commodities.

Em seguida, serão apresentados os resultados das commodities e do Ether de forma bilateral, ether ⇄ milho, ether ⇄ soja, ether ⇄ boi gordo conforme a tabela 7.

Tabela 7 - Teste de Causalidade Granger – Ethereum

Var. Esq.		Var. Dir.	Prob>chi2
Milho	⟶	Ether	0,000
Ether	⟶	Milho	0,469
Boi Gordo	⟶	Ether	0,685
Ether	⟶	Boi Gordo	0,746
Soja	⟶	Ether	0,002
Ether	⟶	Soja	0,726

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2022)

Quanto ao Ether, têm-se a causa Granger unilateral nas *commodities* Milho → Ether (0,000) e Soja → Ether (0,002), entretanto, a relação causal dessas *commodities* para o Ether é mais intensa quando comparado ao Bitcoin, conforme mostrado na tabela 7.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho buscou verificar a relação entre criptomoedas e os principais contratos futuros de commodities agropecuários, para justificar-se, na suposta relação entre os dois mercados, que, além de ser importante para o desenvolvimento de novos negócios, implica no processo de formação de preços, impactando diretamente a gestão financeira-empresarial dos diversos segmentos de negócios agropecuários.

A partir da revisão da literatura, foram levantados elementos teóricos e empíricos a respeito da origem das moedas não digitais, utilizadas para trocas, devido a necessidade de se ter algo para troca de bens, até a criação das criptomoedas. As criptomoedas se diferem das moedas virtuais por possuírem uma estrutura descentralizada e por empregar uma tecnologia criptográfica que garantem a validade de cada transação realizada, como é o caso das duas principais criptomoedas: Bitcoin e Ethereum, que funcionam através de blockchain. Foram levantados elementos teóricos também acerca do conceito, funções e classificações de Commodities e das principais commodities agropecuárias brasileiras consideradas com importância significativa na participação do PIB brasileiro e responsáveis por fazer do Brasil, um dos maiores exportadores e produtores do mundo, são elas: milho, soja e boi gordo.

Para se atingir uma compreensão acerca do objetivo geral de verificar qual a relação de médio e longo prazo entre os mercados das criptomoedas: Bitcoin e a Ethereum e as *commodities* agropecuárias: milho, soja e boi gordo, definiu-se três objetivos específicos, nos quais foram utilizados três modelos econométricos básicos procurando tais evidências de relação e para que os modelos pudessem ser aplicados, foi necessário a coleta de dados no período de 7 anos (2014/2 – 2022/1) totalizando assim, 2.031 amostras diárias. O primeiro utilizou-se o modelo de Garch, que buscou identificar a relação de volatilidade nos retornos das criptomoedas em relação aos contratos futuros, diante disso, verificou-se que o único contrato futuro que guardou uma significância estatística, foi o boi gordo. Depois, utilizou-se o método de cointegração de Johansen, onde a análise permitiu concluir que, não houve quaisquer tipos de relação de equilíbrio a longo prazo entre os mercados de criptomoedas e o de commodities agropecuárias. Quanto ao terceiro método utilizado, o teste de causalidade de Engle Granger, foi apurado que, os contratos

futuros de milho e soja guardam sim uma causalidade unidirecional apontada para o mercado de criptomoedas, sendo capazes de influenciar diretamente nos preços futuros da bitcoin e de maneira mais forte ainda no ether.

Sendo assim, diante do problema de pesquisa apresentado e dentro do conjunto de métodos utilizados para responder aos objetivos específicos, conclui-se que, esses mercados guardam relações fracas e dispersas, a partir de condições estatísticas específicas entre si, e que, a partir do resultado, recomenda-se aos gestores de investimentos e operadores das cadeias, que continuem a investigar essas relações através de outros métodos e/ou outras causas para nortearem as suas decisões, levando em consideração os estudos estatísticos de criptomoedas em relação ao portfólio de contratos futuros agropecuários e assim vice-versa.

Sugere-se, pesquisas que identifiquem os determinantes que possam afetar os preços das variáveis, assim como, a análises de transmissão de preços entre os mercados.

Quanto a limitações da pesquisa, obteve-se resultados não esperados inicialmente, pois, esperava-se que as variáveis que tiveram relações, fossem ao menos relações mais relevantes, ou seja, que fossem fortes entre si. Outra limitação quanto ao trabalho, foi a dificuldade em encontrar embasamento teórico sobre o tema abordado, como por exemplo, artigos, livros, publicações e entre outros que abordassem estudos quanto ao tema e quanto aos métodos aplicados presentes neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, José Afonso. **Análise da relação entre a Bitcoin e o Mercado Acionista: estudo de preços, rendibilidades e transferência de volatilidades. Evorá 2020.** Disponível em: https://www.cmvm.pt/pt/CMVM/concurso_inov_fin/Documents/An%C3%A1lise%20da%20rela%C3%A7%C3%A3o%20entre%20a%20Bitcoin%20e%20o%20Mercado%20Acionista%20_Jos%C3%A9%20Almeida_Universidade%20%C3%89vora.pdf

AMARAL, Carlos Antônio Lopes Vaz. **Derivativos: o que são e a evolução quanto ao aspecto contábil.** Revista Contabilidade e Finanças, São Paulo, v. 1, n. 32, p. 71-80, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rcf/a/PLXYy5JwK78sRxMFfr9Mx9x/?lang=pt Acesso em: 12 maio 2022.

ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies**. " O'Reilly Media, Inc.", 2014.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004.

ARAGON. Matheus. **Criptomoeda: uma análise da utilização do *Bitcoin* na sociedade contemporânea.** Florianópolis. 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL**. Origem e evolução do dinheiro.** 2019 Disponível em:https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/legado?url=https:%2F%2F Acesso em 16 abril 2022.

BARROS, Geraldo Sant'Ana de C et al. **Elaboração de indicadores de preços de soja: um estudo preliminar.** Piracicaba: Fealq/Esalq,1997. 150 p.
BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. **Economia da comercialização**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 306 p.

BESSADA, Octavio; BARBEDO, Claudio; ARAÚJO, Gustavo. **Mercado de Derivativos no Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.
BITCOIN WIKI. **Mining.** Disponível em https://en.bitcoin.it/wiki/Mining Acesso em 16 abr. 2022.

BORLACHENCO, Natascha Góes Cintra; GONÇALVES, Ariadne Barbosa. (2017). **Expansão agrícola: Elaboração de indicadores de sustentabilidade nas cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul**. Interações, v.18, n.1, p. 119-128. Disponível em: https://www.scielo.br/j/inter/a/XcQCNYVMTyQGLKvVXbK5pyq/abstract/?lang=pt Acesso em: 12 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2016). **Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro**. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html Acesso em: 12 maio 2022.

BUTERIN, V. **A next generation smart contract & decentralized application platform**. Ethereum White Paper, p. 1-36, 14 jan. 2014. Disponível em: http://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_papera_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf Acesso em: 16 abr. 2022.

CANAL RURAL. **Consultoria prevê safra recorde de grãos superior a 320 mi de toneladas em 2022/23.** 2022. Disponível em: https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/consultoria-preve-safra-recorde-de-graos-superior-a-320-mi-de-toneladas-em-2022-23/ Acesso em: 12 de maio 2022.

CASA DA MOEDA DO BRASIL. **Origem do Dinheiro**. Brasil, 2019. Disponível em: https://www.casadamoeda.gov.br/portal/socioambiental/cultural/origem-do-dinheiro.html Acesso em: 16 abr. 2022.

CEPEA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Desenvolvimento metodológico e cálculo do PIB das cadeias produtivas do algodão, cana de açúcar, soja, pecuária de corte e leite no Brasil.** Relatório, 2011. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB_Cadeias_relatorio2009_10.pdf Acesso em: 12 de maio 2022.

COIN MARKET CAP. **Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization**. 2019. Disponível em https://coinmarketcap.com/&gt Acesso em: 16 abr. 2022.

COINMARKETCAP. Todas as Criptomoedas.2021. Disponível em: https://coinmarketcap.com/pt-br/all/views/all/ Acesso em: 26 maio 2022

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. (2017). **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção.** Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21088_8ca248b277426bb3974f74efa00abab6 Acesso em: 12 maio 2022.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Importância econômica do milho. Dados Conab, 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/importancia_361402.html Acesso em: 12 maio 2022.

CRONON, Willian. **Nature's Metropolis**. Chicago: University of Chicago Press, 1991. Disponível em: https://faculty.washington.edu/chalana/urbdp565/NatureMetroFinal-1.pdf Acesso em: 12 maio 2022.
Disponível em: https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/7432 Acesso em: 12 de maio de 2022.

ETHEREUM ORG. Learn. 2019. Disponível em: https://ethereum.org/beginners/ Acesso em: 16 abr. 2022.

EXPERT XP. **O que são as *commodities*?** 2019. Disponível em: https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/*commodities*/ Acesso em: 12 maio 2022.

FABOZZI, Frank J; FUSS, Roland; KAISER, Dieter G. **The Handbook of Commodity Investing.** 2008. Mercados Financeiros e Gestão de Portfólio 22(4), p. 405-406. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225389691_Frank_J_Fabozzi_Roland_Fus_and_Dieter_G_Kaiser_eds_The_Handbook_of_Commodity_Investing Acesso em: 12 de maio 2022.

FAO, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. FAO: Brasil é maior exportador do mundo de carne bovina.** 2011. Disponível em: https://www.beefpoint.com.br/fao-brasil-e-maior-exportador-do-mundo-de-carne-bovina-76365/ Acesso em: 12 maio 2022.

FAOSTAT, **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** (2017). Disponível em: http:// www.fao.org/faostat/en/#data/QC Acesso em: 12 maio 2022.
FIGUEIREDO, Antônio Carlos. **Introdução aos Derivativos.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

FUZITANI, E. A. **Meio eletrônico de pagamento e desempenho no varejo: estudo comparativo de setores na adoção de um cartão de loja como meio de pagamento.** Orientador: Antonio Carlos Aidar Sauaia. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP) - USP, 2007.

GARP, Global Association of Risk Profissional. **Financial Risk Manager (FRM) Exam Parte I: Financial markets and products.** 2015 (5nd ed). Boston. Pearson Education. 2015.

GEMAN, Hélyette. ***Commodities*** **and commodity derivatives: Modeling and pricing for agriculturals, metals and Energy.** 2005. Chichester. John Wiley & Sons Ltd. Disponível em: https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00144182 Acesso em: 12 maio 2022.

GERVAIS, A. et al. **On the Security and Performance of Proof of Work Blockchains**. p. 3– 16, 2016.

GUIA DO BITCOIN. **Bitcoin e Blockchain para leigos**. Disponível em: https://guiadobitcoin.com.br/bitcoin-e-blockchain-para-leigos/ Acesso em: 16 abr. 2022.

HERRENDORF, Berthold; SCHOELLMAN, Todd. (2015). **Por que a produtividade medida é tão baixa na agricultura?** 2015. Review of Economic Dynamics, 18(4), 1003-1022. Disponível em: https://asu-pure-elsevier-com.translate.goog/en/publications/why-is-measured-productivity-so-low-in-agriculture?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc Acesso em: 12 maio 2022.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi, LAZZAROTTO, Joelsio José. (2014). **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Documentos, (349), 1-70. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf Acesso em: 12 maio 2022.

HOLIHAN, Mary. **The complete guide to investing in commodity trading and futures:** How to earn high rates of returns safely**.** 2008. Florida. Atlantic Publishing Group, Inc.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PPM 2010:** Rebanho Bovino nacional cresce 2,1% e chega a 209,5 milhões de cabeça. 2010 Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=2002&t=ppm-2010-rebanho-bovino-nacional-cresce-2-1-chega-209-5-milhoes&view=noticia Acesso em: 13 maio 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PPM 2020:** rebanho bovino cresce 1,5% e chega a 218,2 milhões de cabeças. 2021. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31722-ppm-2020-rebanho-bovino-cresce-1-5-e-chega-a-218-2-milhoes-de-cabecas Acesso em: 12 maio 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais**: Uma análise das condições de vida. 2016. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf Acesso em: 12 maio 2022.

LOZARDO, Ernesto. **Derivativos no Brasil – Fundamento e Práticas.** 1998. São Paulo: BM&F, 1998.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro:** O que é? 2004. Disponível em: https://www.portaldoagronegocio.com.br/agronegocio/o-que-e Acesso em: 12 maio 2022.

MARQUES, Pedro Valentim; MELLO, Pedro Carvalho; MARTINES FILHO, João Gomes. **Mercados futuros agropecuários**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001656678 Acesso em: 12 maio 2022.

MARTINS, Talita Mauad. **Ciclos e previsão cíclica dos preços das *commodities*:** um modelo de indicador antecedente para a commodity açúcar. 2009. 151 p. São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-05022010-122747/publico/Tese_Talita_Mauad_Martins.pdf Acesso em: 12 maio 2022.

MATTILA, J. The blockchain phenomenon - **The Disruptive Potential of Distributed Consensus Architectures.** BRIE Working Paper 2016-1, v. 2420, n. May 2016, p. 1–25, 2016.

MENEZES, Andreza. Derivativos&Riscos. Disponível em http://clubedefinancas.com.br/materias/tag/garch/. Acesso em: 16 de maio 2022.

NAKAMOTO. Satoshi. 2008. *Bitcoin*: **A Peer-to-Peer Electronic Cash System.** 2008. Disponível em https://*Bitcoin*.org/*Bitcoin*.pdf. Acesso em 16 abr. 2022.

NETO, Angelo Pisani; MATARAZZO, Gustavo. *Bitcoin*, *ethereum* e xrp: uma análise histórica das criptomoedas e suas tecnologias. **Revista Ciência em Evidência**, v. 1, n. 1, p. 27-41, 2020.

NEVES, Marcos Fava; CHADDAD, Fabio Ribas; LAZZARINI, Sérgio Giovanetti. **Alimentos: novos tempos e conceitos na gestão de negócios.** 2000. São Paulo: Pioneira. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001057156 Acesso em: 12 maio 2022.

PINAZZA, L. A.; ARAÚJO, N. B. **Agricultura na virada do século XX:** visão de agribusiness. São Paulo: Globo, 1993.

PINHEIRO, Juliano Lima. **Mercado de Capitais:** fundamentos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2001.

PINTO, Edemir. **Mercados Derivativos,** São Paulo, 1ª ed., 1999. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1818183/mod_resource/content/1/ENS%20-%20MF2%20BMF%202007%20-%20BK%20Introd%20Derivativos.pdf Acesso em: 12 maio 2022.

PORTAL EMBRAPA. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo.** 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=esclarece%20Adalberto%20Arag%C3%A3o.-,Brasil%20lidera%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20exporta%C3%A7%C3%A3o%20de%20soja,do%20com%C3%A9rcio%20mundial%20de%20soja. Acesso em: 12 maio 2022.

PORTAL EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2012. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_9_27102006 9131.html Acesso em: 12 maio 2022.

SACHS, Raquel Catellucci Caruso; PINATTI, Eder. **Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do boi magro na pecuária de corte paulista, no período de 1995 a 2006.** 2007. Revista de Economia e Agronegócio, v. 5, n. 3.
SAMPAIO e Luiza [2018], **Macroeconomia esquematizado**®, 3rd edição, [pinheiosSP]. Disponível em: Minha Biblioteca.

SASSON, Eli Ben et al. Zerocash: **Decentralized anonymous payments from bitcoin.** In: 2014 IEEE Symposium on Security and Privacy. IEEE, 2014. p. 459-474.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico.** São Paulo, SP: Cortez, 2007.

VASCONCELOS, Marco Antonio Sandoval de Economia**: micro e macro: teoria e exercícios, glossário com os 300 principais conceitos econômicos** / Marco Antonio Sandoval de Vasconcellos. – 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2015.