



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Faculdade de Ciências Exatas
Thomaz Machado Souto

**EXPLORANDO O POTENCIAL DO MERCADO DE CRIPTOATIVOS:
DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ DE NEGOCIAÇÃO NA BINANCE**

Diamantina
2023

Thomaz Machado Souto

**EXPLORANDO O POTENCIAL DO MERCADO DE CRIPTOATIVOS:
DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ DE NEGOCIAÇÃO NA BINANCE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Orientador: Prof. Me. Erinaldo Barbosa da Silva

Diamantina

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

FOLHA DE APROVAÇÃO

Thomaz Machado Souto

EXPLORANDO O POTENCIAL DO MERCADO DE CRIPTOATIVOS: DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ DE NEGOCIAÇÃO NA BINANCE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisitos parcial para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Erinaldo Barbosa da Silva

Aprovada em 15 de dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Erinaldo Barbosa da Silva

Faculdade de Ciências Exatas - DECOM - UFVJM

Prof. Dr. Marcelo Ferreira Rego

Faculdade de Ciências Exatas - DECOM - UFVJM

Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Beatriz Berti

Faculdade de Ciências Exatas - DECOM - UFVJM



Documento assinado eletronicamente por **Erinaldo Barbosa da Silva, Servidor (a)**, em 16/07/2024, às 18:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Ferreira Rego, Servidor (a)**, em 16/07/2024, às 18:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Beatriz Berti, Servidor (a)**, em 17/07/2024, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufvjm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1286471** e o código CRC **5EFF28DD**.

*Este trabalho é dedicado à minha família, em especial a minha mãe Dodô,
e ao meu pai Jairo. Sem eles não teria chegado ao final dessa trajetória na UFVJM.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jairo e Dodô, pelo apoio que me deram em toda minha vida acadêmica.

Ao meu pai, Jairo, quero expressar meu reconhecimento, pois sem você o desenvolvimento deste trabalho não seria possível.

Agraço especialmente à minha namorada, Alice, que permaneceu ao meu lado, oferecendo compreensão incondicional e demonstrando apoio ao longo de todo o período dedicado a este trabalho. Ela nunca hesitou em fornecer apoio, carinho e incentivo.

Agradeço à minha avó, Dona Doquinha, que sempre desejou ver-me com um diploma de ensino superior. Onde estiver, sei que está muito feliz com a minha conquista.

Expresso minha gratidão ao meu orientador, Professor Me. Erinaldo Barbosa, por concordar em abordar um tema de TCC que é relativamente escasso no meio acadêmico, e por demonstrar paciência diante dos atrasos na produção deste trabalho.

Ingressar na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri representou verdadeiramente uma conquista pessoal para mim, uma jornada que trouxe consigo inúmeras experiências valiosas. Enfrentei grandes desafios que transformaram minha maneira de pensar e vivi privações que evidenciaram a importância da perseverança. Os amigos que conquistei ao longo dessa jornada foram um espetáculo à parte.

*“A persistência é o caminho do êxito.”
(Charles Chaplin)*

RESUMO

Em um cenário financeiro dinâmico e volátil, o mercado de criptoativos emergiu como um ambiente de oportunidades e desafios únicos. A alta volatilidade desses ativos digitais oferece potencial para lucros substanciais, mas também introduz um nível significativo de risco e complexidade nas decisões de negociação. Este trabalho propõe a criação de um robô de negociação automatizada para o mercado de BNB/BRL, com o objetivo de explorar oportunidades e desafios específicos desse ambiente. O robô desenvolvido utiliza algoritmos para analisar o mercado, tomar decisões de compra e venda, e executar transações automaticamente. Para avaliar sua eficácia, foram conduzidos testes simulados em períodos anteriores e monitoramento em tempo real do desempenho do robô. Os resultados indicam que o robô é capaz de tomar decisões programadas e executar transações com sucesso. Embora essa abordagem automatize as transações de criptomoedas, destaca-se a importância da cautela e do conhecimento do mercado ao utilizar esta solução.

Palavras-chave: Robô. Criptomoedas. Negociação automatizada. Mercado Financeiro. Estratégias de negociação. Binance.

ABSTRACT

In a dynamic and volatile financial scenario, the cryptocurrency market has emerged as a unique environment of opportunities and challenges. The high volatility of these digital assets offers the potential for substantial profits, but it also introduces a significant level of risk and complexity in trading decisions. This paper proposes the creation of an automated trading robot for the BN-B/BRL market, aiming to explore specific opportunities and challenges in this environment. The developed robot uses algorithms to analyze the market, make buying and selling decisions, and execute transactions automatically. To assess its effectiveness, simulated tests were conducted in previous periods, and real-time monitoring of the robot's performance was carried out. The results indicate that the robot is capable of making programmed decisions and executing transactions successfully. While this approach automates cryptocurrency transactions, the importance of caution and market knowledge when using this solution is emphasized. **Keywords:** Robot.

Cryptocurrencies. Automated trading. Financial Market. Trading strategies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Chave de Segurança.	37
Figura 2 – Codificação preços.	38
Figura 3 – Recebimento de preço.	39
Figura 4 – Gráfico de compra.	40
Figura 5 – Ordem de compra.	40
Figura 6 – Ordem de venda.	41
Figura 7 – Diagrama Banco de Dados	42
Figura 8 – Registro de busca de preço.	43
Figura 9 – Consulta Banco de Dados.	43
Figura 10 – Registro de compra.	44
Figura 11 – Registro de Venda.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Documentação das APIs	33
Tabela 2 – Resultado mensal de transações	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Interface de Programação de Aplicações
NFT	<i>Token</i> não fungível
BTC	Bitcoin
IPEA	Instituto de Economia e Pesquisa Aplicada
P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
DEX	<i>Exchange</i> Descentralizada
ETH	Ethereum
ERC-20	Ethereum Request for Comment 20
DeFi	<i>Decentralized Finance</i>
TRX	Tron
BNB	Binance Coin
DOGE	Dogecoin
CRUD	Create, Read, Update e Delete
REST	<i>Representational State Transfer</i>
JSON	JavaScript Object Notation
HTML	HyperText Markup Language
XML	Extensible Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IA	Inteligência artificial
RFB	Receita Federal do Brasil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Objetivos	21
<i>1.1.1 Objetivo geral</i>	<i>21</i>
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i>	<i>21</i>
1.2 Justificativa	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Criptoativos	22
<i>2.1.1 Criptomoedas</i>	<i>23</i>
<i>2.1.2 Regulamentação dos Criptoativos no Brasil</i>	<i>25</i>
2.2 Bitcoin (BTC)	26
2.3 Exchange	27
2.4 Altcoins	29
2.5 Moedas Estáveis (<i>Stablecoin</i>)	30
2.6 Tokens	31
2.7 APIs (Interface de Programação de Aplicações)	32
2.8 Robô de automação para negociação automatizada	33
3 METODOLOGIA	34
3.1 Arquitetura do robô	34
3.2 Desenvolvimento do robô	35
<i>3.2.1 Ferramentas e Tecnologias</i>	<i>36</i>
<i>3.2.2 Estrutura Banco de dados</i>	<i>41</i>
4 RESULTADOS	42
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A automatização de compra e venda de criptomoedas é uma realidade nos dias atuais, essa operação é realizada através de robôs. A função de um robô investidor é executar a estratégia de investimento de acordo com o que foi programado (POLLONI, 2022).

No Brasil o uso de robôs para compra e venda no mercado financeiro vem crescendo muito por terem um custo reduzido, fazendo com que o pequeno investidor utilize esta prática cada vez mais (POLLONI, 2022). Nos Estados Unidos, de acordo com o Instituto de Economia e Pesquisa Aplicada (IPEA) mais da metade das transações no mercado financeiro foi executada por robôs (PARANÁ, 2018).

Utilizar um robô para comprar e vender criptomoedas gera algumas vantagens para o usuário. A economia de tempo é uma vantagem pois o investidor não terá que ficar acompanhando a mudança de valores da moeda durante o dia. Outra vantagem é que o usuário não vai perder uma boa oportunidade quando estiver fazendo outra função (LICHTMAN, 2019). Outro grande benefício com a utilização dos robôs de investimento é que o usuário não tem que tomar decisões com emoções, o robô só executará uma transação se ela estiver de acordo com o que foi programado (MUNIZ; JÚNIOR; SILVA, 2022).

Existem vários robôs de criptomoedas no mercado com capacidade de automatizar suas transações. Esses robôs na maioria dos casos são vendidos, porém o usuário tem controle limitado, assim não conseguindo configurar esse robô para que use sua própria estratégia na hora da transação (MUNIZ; JÚNIOR; SILVA, 2022).

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo geral*

O objetivo deste trabalho é desenvolver um robô capaz de automatizar a compra e venda de criptomoedas. Por meio dessa ferramenta, as transações de compra e venda das criptomoedas serão executadas com base em definições preestabelecidas. E utilizaremos a API (*Application Programming Interface*) fornecida pela corretora Binance para automatizar o processo de negociação.

1.1.2 *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Pesquisar sobre criptoativos e suas operações.
2. Desenvolver um robô que compre e venda criptomoedas.

3. Criar uma estratégia para operações de compra e venda do par de criptomoedas BNB/BRL.
4. Avaliar os resultados operacionais do robô durante o período de teste.

1.2 Justificativa

A utilização de um robô para comprar e vender criptomoedas reduz o erro humano, seja por erro emocional, distração e até erro por não conseguir acompanhar o mercado de forma instantânea. O robô acompanha o mercado de forma segura, precisa e instantânea. De acordo com (Global S, 2017) o investimento dos Estados Unidos deve ultrapassar os US\$400 bilhões no ano de 2021 em automatização voltada ao mercado financeiro.

A Binance, que é uma *exchange* ou seja uma corretora para compra e venda de criptomoedas que fornece uma Interface de Programação de Aplicações (API) que serve como intermediária na comunicação entre dois softwares. Nesse caso essa API será a integração entre o robô e a corretora de compra e venda de criptomoedas.

Atualmente, existem poucos robôs disponíveis no mercado que executam a compra e venda das criptomoedas, e os que existem tem custo elevado. Por isso, o objetivo deste estudo é desenvolver um robô que se comunique através de uma API com a Binance e consiga executar transações de compra e venda.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O embasamento teórico engloba a fundamentação literária acerca do tema, bem como a definição dos conceitos utilizados (GUTH; PINTO, 2007). Começaremos na seção 2.1 explicando sobre criptoativos. Na seção 2.2 será discutido sobre o Bitcoin que foi considerada como a primeira criptomoeda (DEVRIES, 2016). Na seção 2.3 será explicado o que é uma *exchange* e qual a sua finalidade. Já na seção 2.4 será abordado sobre os Altcoin. Também explicaremos sobre as Moedas Estáveis na seção 2.5. Logo na seção 2.6 será discutido sobre *token*. As APIs (Interface de Programação de Aplicações) serão abordadas no tópico 2.7. E por último na seção 2.8 será abordado sobre robô de negociação automatizada.

2.1 Criptoativos

Com o propósito de determinar uma possível categorização das diferentes espécies de criptoativos, optamos por classificá-las por meio da análise de suas funções. Consideramos que as estruturas conceituais e as tecnologias de suporte podem indicar uma diversidade ainda mais abrangente. Não se busca, com isso, subestimar a importância da forma, a qual é enfatizada de maneira significativa em outros contextos. Contudo, essa abordagem visa à classificação do ponto de vista teórico (MICHELI, 2020).

A categorização dos criptoativos é realizada com base nas seguintes atribuições destinadas a eles: criptoativos de pagamento; criptoativos de investimento (*Security Tokens*); criptoativos de utilidade (*Utility Tokens*):

A primeira classificação é criptoativos de pagamento, tendo sua principal função atribuída é apresentar-se como uma alternativa ao dinheiro como meio de pagamento. Denominados como criptoativos de troca, essa designação é apropriada, uma vez que a troca ou permuta sugere a transferência de propriedade, sendo tecnicamente correta a caracterização dos criptoativos como direitos, passíveis de transmissão por meio de cessão. Essa categoria tem como exemplos o Bitcoin, Ether entre outras, também engloba os *stablecoins*, criptomoedas cujo valor é lastreado em outras moedas oficiais ou em ativos financeiros denominados em unidades de conta nacionais (MICHELI, 2020).

A segunda classificação são consideradas criptoativos de investimento (*Security Tokens*). Alguns criptoativos são designados como criptoativos de investimento, pois sua representação virtual concede ao detentor direitos de participação nos resultados e lucros. Esses ativos servem como contrapartidas a um investimento financeiro, visando possibilitar ao adquirente a oportunidade de compartilhar lucro ou prejuízo financeiro do emissor. Adquirir criptomoedas com o intuito de lucrar com as flutuações positivas de mercado não automaticamente classifica esses criptoativos como investimento. Os *Security Tokens* devem ser vistos como criptoativos criados com o propósito de conseguir recursos para investimentos, visando alcançar os objetivos do emissor (MICHELI, 2020).

A última classificação são criptoativos de utilidade (*Utility Tokens*), os criptoativos de utilidade recebem essa classificação por representarem o direito de acesso a um serviço específico ou ambiente eletrônico, sendo exercido por meio da apresentação virtual do *token*. No entanto, é necessário cautela ao classificar determinados criptoativos dessa forma, pois o valor subjetivo associado ao *token* pode tornar o ativo altamente significativo em termos do interesse dos compradores e sua circulação (MICHELI, 2020).

2.1.1 Criptomoedas

É possível utilizar uma criptomoeda para trocar valor digitalmente sem a supervisão de terceiro, pois é um sistema totalmente descentralizado (DEVRIES, 2016). Criptomoedas, exemplificadas pelo Bitcoin, constituem uma classe de ativos digitais originados a partir do conceito de moeda descentralizada, não tendo assim representação física (como o papel-moeda). As criptomoedas oferecem uma alternativa às moedas fiduciárias convencionais (Luiza Brito, 2021).

Na utilização das criptomoedas, o processo envolve a resolução de algoritmos criptográficos para gerar *hashes* exclusivos, limitados em quantidade (DEVRIES, 2016). Esses *hashes* são então transacionados entre usuários por meio de uma rede de computadores responsável por verificar as transações. Essa troca assemelha-se à transferência de moeda física. Destaca-se que

há uma quantidade definida de Bitcoin que será criada, evitando assim uma produção excessiva e assegurando a sua escassez (DEVRIES, 2016).

No campo tecnológico, a vantagem primordial das criptomoedas está na descentralização, dispensando a necessidade de uma autoridade central para supervisionar as operações do sistema (SALLABERRY et al., 2019). Ao adotar a abordagem de ponto a ponto, as criptomoedas aderem ao princípio do “primeiro usuário”, ignorando a influência dos intermediários financeiros convencionais (YEE, 2014; GAO; CLARK; LINDQVIST, 2015). Isso culmina em uma eficiência notavelmente superior na velocidade de processamento de pagamentos em comparação com outras opções disponíveis.

A segurança é um elemento vantajoso, destacando-se que o processo de mineração assegura a robustez e a autonomia do sistema de pagamento descentralizado (NAKAMOTO, 2008). Isso ocorre por meio da verificação e validação das transações entre as partes, sendo recompensado o minerador por esse serviço. A validação das transações é registrada em um “razão” que mantém o histórico de pagamentos em blocos sequenciais de transações, conhecido como *blockchain* (ABRAMOVA; BÖHME, 2016).

As criptomoedas carregam consigo perspectivas de riscos, equiparáveis a qualquer sistema de pagamentos ou empreendimento. E oferecem uma análise abrangente dos riscos, abordando aspectos como risco de mercado, risco de contraparte, risco de transação, risco operacional, risco de privacidade, além de riscos legais e regulatórios, sem negligenciar a possibilidade de outros riscos (BÖHME et al., 2015).

As transações de criptomoedas ocorrem diretamente entre usuários, no entanto, diversos intermediários financeiros gravitam em torno desse sistema. Isso inclui corretores, plataformas de câmbio, carteiras online e serviços de anonimização de transações, bem como outros participantes, como consultores, educadores em investimentos e seguradoras (MOORE; CHRISTIN, 2013). Destacam a necessidade de alguns intermediários para viabilizar o uso das criptomoedas como uma moeda global da internet. Sem as plataformas de câmbio que conectam compradores e vendedores, torna-se difícil para os interessados adquirirem as criptomoedas (MÖSER; BÖHME; BREUKER, 2014).

Criptomoedas também correm o risco de serem perdidas quando os usuários não seguem algumas orientações, por erros de digitação em transações, esquecimento de senhas ou falhas de segurança nos dispositivos utilizados (SALLABERRY et al., 2019).

As taxas de câmbio, ou de conversão, que variam entre criptomoedas e moedas fiduciárias, tanto nacionais quanto supranacionais, proporcionam uma oportunidade para atividades de negociação e especulação nos mercados de câmbio (SALLABERRY et al., 2019).

Em busca de capitalizar a elevada volatilidade dos preços, muitos usuários optam por adquirir criptomoedas com a intenção de aguardar até que as taxas de conversão se valorizem, em vez de utilizá-las para efetuar pagamentos de bens ou serviços (BÖHME et al., 2015). Esse comportamento especulativo revela-se racional, uma vez que as compras para acumulação reduzem a disponibilidade no mercado, gerando um aumento na demanda e conseqüentemente no preço. Em 2017, por exemplo, o Bitcoin teria registrado uma valorização superior a 1500%

([TEMOTEO, 2017](#)).

Assim como é preciso ter uma carteira para armazenar dinheiro físico, o mesmo ocorre com as criptomoedas. As carteiras virtuais são softwares que não apenas armazenam as criptomoedas, mas também possibilitam o envio, recebimento e verificação do saldo associado ([MUNIZ; JÚNIOR; SILVA, 2022](#)).

Existem diversos tipos de carteiras projetadas para atender às diferentes preferências dos usuários. Em termos gerais, elas são classificadas em duas categorias principais, quentes e frias. As carteiras quentes, que são as mais comuns no contexto das criptomoedas, estão conectadas à internet e são acessadas principalmente por meio de aplicativos móveis ou navegadores web. São amplamente utilizadas devido à sua acessibilidade geralmente mais econômica. Por outro lado, as carteiras frias não podem ser acessadas pela internet. Nesse cenário, as criptomoedas são armazenadas de maneira segura em dispositivos físicos, como *pen drives* ou até mesmo em formato de papel ([Wuzu, 2021](#)).

Ao conceber carteiras, é crucial encontrar um equilíbrio entre conveniência e privacidade. Uma carteira Ethereum extremamente conveniente seria aquela com uma única chave e endereço, que é reutilizada para todas as transações. No entanto, essa abordagem representa um desafio para a privacidade, já que qualquer pessoa pode facilmente rastrear e correlacionar todas as suas transações ([ANTONOPOULOS; WOOD, 2018](#)).

2.1.2 Regulamentação dos Criptoativos no Brasil

O Marco Regulatório no Brasil estabeleceu que as criptomoedas possuem como característica central a falta de emissão por uma autoridade monetária central soberana e a ausência de uma definição clara quanto à sua natureza, uma vez que não é considerada moeda oficial. Isso ocorre porque não é emitida por nenhum governo ou bloco econômico, como a União Europeia, e também não se enquadra na definição convencional de meio de pagamento. Todas as etapas, desde a criação até a validação, venda e transferência, são realizadas de maneira descentralizada, ou seja, pelos próprios proprietários, sem a necessidade de intermediação por parte de uma instituição financeira ([HORCHEL, 2023](#)).

Na legislação nacional, os criptoativos carecem de um referencial normativo que aborde sua natureza, operação e tributação, possibilitando sua operação sem estar sujeitos a uma autoridade financeira. A falta de uma definição clara sobre sua natureza na legislação nacional é um dos impedimentos para a tributação, uma vez que não é viável impor tributos a um ativo cuja natureza não está devidamente definida por lei ([HORCHEL, 2023](#)).

A Receita Federal do Brasil modificou a Instrução Normativa 1888 de 2019, estabelecendo essencialmente que as corretoras (*exchanges*) têm a obrigação de fornecer informações ao Fisco Federal sobre as operações envolvendo criptoativos. Essa Instrução Normativa esclarece a necessidade de prestar informações à Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil (RFB) referentes às transações realizadas com criptoativos ([BRASIL, 2019](#)).

A partir de 2019, a obrigação de declarar para o Imposto de Renda abrange aqueles que movimentam mais de R\$30 mil em moedas digitais. Porém essa regra foi modificada, passando a abranger todas as pessoas que possuem criptomoedas, mas apenas aquelas que movimentaram mais de R\$35 mil mensais com esses ativos serão sujeitas à tributação (ASSIS et al., 2023)

A Receita Federal reconhece os criptoativos como ativos financeiros, requerendo que os contribuintes os mencionem nas declarações anuais de Imposto de Renda, indicando o valor de aquisição. Esses ativos são considerados bens intangíveis que envolvem avaliação financeira e são passíveis de negociação de diversas formas. A definição precisa desses criptoativos pode ser encontrada na Instrução Normativa RFB 1889/19 (KLEINDIENST et al., 2021).

2.2 Bitcoin (BTC)

O Bitcoin tem seu surgimento em 2008 após a crise financeira dos Estados Unidos em 2008 (LAKOMSKI-LAGUERRE; DESMEDT, 2015). Esta crise causou grande impacto no setor bancário americano. O Bitcoin é uma criptomoeda projetada como uma forma de dinheiro criptografado com a capacidade de desafiar ou contornar as regulamentações jurídicas de Estados e entidades financeiras globalmente territorializadas (PIRES, 2017).

O Bitcoin é uma forma de pagamento eletrônico que permite aos usuários efetuarem transferências praticamente instantâneas entre si, abrangendo até mesmo operações transnacionais de maneira ágil, segura e economicamente eficiente (TU; MEREDITH, 2015).

O Bitcoin é considerado a primeira criptomoeda, também sendo uma das criptomoedas mais conhecidas do mundo (DEVRIES, 2016). Trata-se de uma moeda digital de código aberto, que não possui uma autoridade central. Sua rede é descentralizada e opera em uma rede de ponto a ponto, constituindo assim uma forma de pagamento não rastreável (PIRES, 2017).

Em 1982, David Chaum propôs a moeda e-Cash, que era, na verdade, apenas um conceito utilizando o sistema de assinaturas cegas (MEDEIROS, 2020). Essa moeda tinha o propósito de viabilizar pagamentos não rastreáveis. A partir dessa metodologia, surgiu a DigiCash em 1990. Embora tenha conseguido atrair investidores, não obteve sucesso e faliu no final dos anos 90. Notavelmente, essa moeda possuía um sistema semelhante ao do Bitcoin (MEDEIROS, 2020).

O aumento do uso de moedas virtuais em diversas atividades é observável, e atualmente, o valor total do BTC na cadeia de blocos é aproximadamente de 20 bilhões de dólares, equivalente a 0,025% do Produto Interno Bruto (PIB) global, estimado em cerca de 80 trilhões de dólares (SCHWAB, 2017).

Há algumas justificativas, na maioria das vezes distorcidas, para a relutância em aceitar o Bitcoin e outras moedas virtuais como meios de troca convencionais. Estas incluem a associação com a cultura hacker e o anonimato, a alegação de ser um instrumento político para evasão fiscal global, a resistência à regulação legal por parte de Estados nacionais e instituições

bancárias, além de ser criticada como uma tecnologia que supostamente promove atividades prejudiciais e serviços sem segurança contratual (PIRES, 2017).

Dado que o Bitcoin é uma classe de ativo ainda relativamente recente, seus movimentos de preço demonstram uma alta volatilidade. Apesar da adoção contínua do Bitcoin ao longo de uma linha do tempo mais ampla, seu movimento geral de preços está sujeito a ciclos de mercado. Durante esses ciclos, o preço do Bitcoin, que é o principal ativo no mercado de criptomoedas, pode experimentar aumentos e quedas abruptas (FIGUEIRA, 2022).

2.3 Exchange

O objetivo de uma *exchange* de criptomoedas é oferecer um serviço de troca de moeda, sendo ela digital ou fiduciária, como se fosse uma corretora de ações. Existem variações muito grandes das opções, das funções e dos objetivos de uma *exchange*. Algumas *exchanges* são desenvolvidas para facilitar a negociação frequente entre diferentes criptomoedas, enquanto outras são projetadas para facilitar a troca entre criptomoedas e moedas fiduciárias (MEDEIROS, 2020).

O propósito fundamental de uma *exchange* é viabilizar a troca entre diversas formas de moedas, abrangendo tanto as digitais, como o Bitcoin, quanto as fiduciárias, como o dólar. Exemplos mais populares de *exchanges* incluem a Binance e a Poloniex (MUNIZ; JÚNIOR; SILVA, 2022).

Dentro do modelo de *exchange*, uma plataforma conecta usuários interessados em comprar, vender ou trocar moedas. Nesse cenário, o cliente tem a capacidade de criar uma ordem de compra ou venda (MUNIZ; JÚNIOR; SILVA, 2022). A *exchange*, por sua vez, atua como intermediária, unindo essas ordens ao encontrar o comprador correspondente ao vendedor e efetuando a operação (Santiago Juarros, 2022).

Em análise cronológica, inicialmente, surgem as *exchanges* centralizadas, atuando como plataformas para a negociação e intermediação de criptoativos, conectando vendedores aos seus respectivos compradores. Além de facilitar as transações, as *exchanges* centralizadas também desempenham o papel de custódia dos criptoativos. Nesse contexto, os usuários detêm a titularidade dos criptoativos, enquanto estes são efetivamente mantidos pela *exchange*, tornando os clientes totalmente dependentes da custódia (CANTELI, 2021).

Dado que se trata de um ecossistema totalmente digital, a fusão de dados e valores em uma única entidade cria um sério problema de segurança: a ameaça de invasão por hackers e o potencial roubo de ativos sob custódia, uma vez que a *exchange* é a verdadeira guardiã de todos os criptoativos de seus clientes (CANTELI, 2021). Daí em diante, a preocupante vulnerabilidade das *exchanges* centralizadas resultou na formação de plataformas mais alinhadas ao conceito ponto a ponto (*peer-to-peer* ou P2P). Dessa forma, surgem as *exchanges* descentralizadas (DEX), as quais também conectam compradores e vendedores de criptomoedas, embora a custódia do ativo permaneça sob a responsabilidade do usuário (GRUPENMACHER, 2019).

Finanças descentralizadas é um conceito moderno que está intimamente ligado à presença da tecnologia *blockchain*. Uma de suas manifestações ocorre por meio das corretoras descentralizadas de criptomoedas (FIGUEIRA, 2022). As corretoras descentralizadas (DEXs), facilitam transações diretas entre pares de forma segura, eliminando a necessidade de intermediários. Um exemplo de DEX é a Uniswap, que possibilita que qualquer pessoa crie um mercado ou um pool de liquidez ao fornecer um valor igual de ETH e um *token* ERC-20. A taxa de corretagem é inicialmente estabelecida pelo criador do mercado, mas sofre alterações à medida que a negociação se desenrola e a liquidez de um ativo em relação ao outro é reduzida (HEIMBACH; SCHERTENLEIB; WATTENHOFER, 2022).

Através de recursos públicos em protocolos de código aberto, tais como aplicativos descentralizados e contratos inteligentes, o DeFi (finanças descentralizadas) possibilita que indivíduos participem em ambas as extremidades das transações financeiras (seja como credor ou tomador), envolvendo-se na oferta e demanda de serviços. Isso democratiza o acesso a instrumentos financeiros (FIGUEIRA, 2022).

Existem tipos distintos tipos de *trading* (negociações), cada um caracterizado por abordagens específicas e diferentes períodos de operação (MEDEIROS, 2020). O *day trading*, oriundo do mercado de ações, é reconhecido pela prática de comprar e vender um ativo antes do fechamento do mercado de ações. No contexto das criptomoedas, considera-se geralmente negociações que são concretizadas dentro do mesmo dia, dado que as *exchanges* costumam operar 24 horas por dia, esse investidor é conhecido como *day trading* (Timothy Sykes, 2022). Em contrapartida, o *swing trade* envolve operações de curto e médio prazo, focado em tendências de mercado mais prolongadas, com duração que pode se estender de três dias a algumas semanas (Btgpactual, 2023). Por outro lado, investimentos de longo prazo diferem das estratégias de *day trading* e *swing trading*, pois são mantidos geralmente por anos ou então nunca serão vendidos. Investidores de longo prazo aceitam um risco inerente ao aguardar por períodos extensos na busca de retornos potencialmente mais elevados (MEDEIROS, 2020).

Um livro de ordens é uma representação em tempo real que a *exchange* utiliza para refletir os interesses de compradores e vendedores, proporcionando uma visão de oferta e demanda em uma moeda específica. Esse livro de ordens é dividido em comprador e vendedor. Quando alguém deseja vender, insere uma oferta no lado vendedor, e quem quer comprar no lado comprador. Assim que há uma correspondência entre uma oferta de venda e outra de compra, a *exchange* conclui a operação e retira as ordens pertinentes do livro de ordens (MEDEIROS, 2020). Existem vários tipos de ordens, sendo as principais as ordens passivas elas permanecem inativas até serem completadas e as ordens ativas, que são lançadas para satisfazer uma ordem passiva (MEDEIROS, 2020).

Com o surgimento de novas criptomoedas, também emergem novas corretoras como opções adicionais para o gerenciamento de suas criptomoedas. Algumas corretoras consolidadas no mercado de criptomoedas incluem Binance, HotBit e Mercado Bitcoin (PAIVA; UMBELINO, 2023).

2.4 Altcoins

À exceção do Bitcoin, todas as outras criptomoedas são referidas como *altcoins*, termo derivado de *alternative coins* (moedas alternativas). Diante do êxito do Bitcoin, começaram a surgir outras criptomoedas, comumente conhecidas como *altcoins* (MEDEIROS, 2020). Atualmente (em 22 de fevereiro de 2023), de acordo com o site coinmarketcap, existem 22.644 criptomoedas, sendo que a Bitcoin detém uma participação de 42,4% na capitalização de mercado total das criptomoedas (SANTOS, 2023).

Após o Bitcoin, a criptomoeda com a maior participação, representando 18,2%, é a Ethereum (ETH). A Ethereum opera em uma rede *peer-to-peer*, semelhante à Bitcoin, embora não possua um limite teórico definido para sua oferta máxima de moeda. Entretanto, espera-se um período caracterizado por um aumento exponencial nas dificuldades de mineração, denominado “Idade do Gelo” o que efetivamente limita a oferta de Ethereum a 100 milhões de moedas (BAÇÃO et al., 2018).

O protocolo desta *altcoin* não apenas viabiliza transações entre duas partes, de maneira semelhante à Bitcoin, mas também introduz uma plataforma descentralizada que possibilita a criação de *smart contracts* (contratos inteligentes), os quais podem ser incorporados às *blockchains*. Estes contratos inteligentes contêm valor e só podem ser executados quando condições predefinidas são atendidas, como um pagamento automático após a entrega de um produto, por exemplo. Devido à sua relativa imutabilidade após a implementação, essa inovação inicialmente contribuiu para aumentar a confiança em contratos e transações, além de mitigar o risco de fraude (TREDINNICK, 2019).

É importante destacar a contribuição do protocolo da Ethereum para a ampliação do mercado de criptomoedas, uma vez que os contratos inteligentes tornaram mais fácil a criação de novas criptomoedas utilizando a *blockchain* dessa moeda digital. Dessa maneira, torna-se viável criar uma nova criptomoeda (*token*) sem a necessidade de desenvolver uma nova *blockchain* (PACHECO, 2022).

Outra *altcoin* é a Tron (TRX) criada em setembro de 2017. A Tron opera em uma *blockchain* que suporta contratos inteligentes e possibilita o desenvolvimento de aplicações descentralizadas para diversas finalidades, como jogos online, entre outros, representando uma concorrente direta da Ethereum. Esta criptomoeda utiliza o mecanismo de *delegated-proof-of-stake* (prova de participação delegada), no qual 27 usuários, conhecidos como super representantes, são selecionados para validar transações, organizar blocos e apresentar propostas de melhoria para a rede (Daniel Phillips, 2022).

A criptomoeda utilizada nesse trabalho é a Binance Coin (BNB) que é um *token*, uma categoria especial de criptomoeda implementada em uma rede *blockchain* preexistente. Esse *token* é utilizado para acessar recursos específicos em sua plataforma ou representar ativos particulares, assemelhando-se a uma ação em uma empresa (SCHUEFFEL; GROENEWEG; BALDEGGER, 2019).

O BNB é o *token* associado à Binance, uma destacada corretora chinesa de criptoativos. Fundado em 2017, coincidindo com a inauguração oficial da *exchange*, o BNB foi criado com o propósito de impulsionar as transações na própria plataforma. Diferentemente de outras criptomoedas, o BNB não passa por um processo de mineração, uma vez que todas as 200 milhões de moedas foram distribuídas durante a oferta inicial. Para valorizar a moeda, a Binance comprometeu-se a realizar “queimas” periódicas (retirando de circulação) de uma parcela das moedas em sua tesouraria a cada trimestre (Jake Frankenfield, 2023). Inicialmente, o BNB era exclusivamente utilizado pelos clientes da Binance, concedendo-lhes descontos nas taxas de câmbio e negociação oferecidas pela plataforma. Devido à sua crescente popularidade, o BNB passou a ser adotado para além da Binance, sendo utilizado como meio de pagamento, doações, investimentos e transferências monetárias (Jake Frankenfield, 2023).

Além dessas criptos também temos a Dogecoin (DOGE), que em um cenário altamente competitivo adotam algumas estratégias de marketing centradas na cultura cripto para capturar a atenção de novos consumidores. Utilizando piadas internas e memes como ferramentas, essas moedas buscam se tornar relevantes no mercado. Nesse contexto, destaca-se a Dogecoin, proeminente como a principal criptomoeda baseada em memes em todo o mundo (LEWIS, 2020).

Ao contrário das criptomoedas convencionais, a Dogecoin apresenta uma oferta ilimitada. Essa característica resulta em taxas de transação bastante reduzidas e uma velocidade de transação notavelmente rápida, tornando sua utilização mais acessível. Atualmente, a circulação global da Dogecoin ultrapassa os 129 bilhões de unidades, com aproximadamente 10 mil novas moedas sendo mineradas a cada minuto (KOEHLER, 2021).

No início, o Dogecoin adotou uma estratégia eficaz para atrair usuários, baseada em seu valor inicial extremamente baixo. Antes da notável ascensão do Dogecoin em 2021, seu preço era tão modesto que mesmo com investimentos mínimos era possível adquirir uma quantidade significativa de moedas. Essa acessibilidade levou muitas pessoas a acreditarem erroneamente que poderiam enriquecer caso ocorresse um fenômeno semelhante ao observado com o Bitcoin (KOEHLER, 2021).

2.5 Moedas Estáveis (*Stablecoin*)

As moedas estáveis são concebidas visando maior previsibilidade e estabilidade, tornando-as mais apropriadas para utilização como meio de pagamento ou reserva de valor. As *stablecoins* foram desenvolvidas para assegurar estabilidade e previsibilidade, especialmente no contexto de reserva de valor, buscando se afastar da volatilidade (CARVALHO, 2023).

Moedas estáveis são *tokens* digitais emitidos por uma entidade privada que se compromete a criar reservas equivalentes em uma moeda oficial ou em mercadorias, como ouro ou petróleo. Essas reservas são utilizadas para estabelecer um valor para cada *stablecoin*, estando diretamente vinculado ao preço dos ativos que compõem as reservas (CONSTÂNCIO; SANTOS,

2022).

Logo as moedas estáveis buscam evitar a volatilidade do preço como acontece no Bitcoin, os quais têm seus preços influenciados principalmente pela dinâmica de oferta e demanda no mercado. A grande maioria das *stablecoins* está vinculada a moedas oficiais, principalmente ao dólar. Isso assegura aos usuários a capacidade de converter suas *stablecoins* em dólares a qualquer momento, mantendo uma paridade estável (CONSTÂNCIO; SANTOS, 2022).

Lançada em 2014, a Tether é uma criptomoeda estável digital concebida para replicar o valor do dólar americano. Opera como um equivalente digital do dólar. Sua utilização visa proporcionar uma cobertura contra a volatilidade inerente ao mercado de criptomoedas, caracterizado por flutuações imprevisíveis. Cada unidade de Tether (USDT) está vinculada ao valor de um dólar, assegurando assim que os fundos em Tether permaneçam resguardados da instabilidade que caracteriza o mercado de criptomoedas (RAMOS, 2022).

Outro exemplo de moeda estável é o USD Coin (USDC), lançada em 2018, ela é também vinculada ao dólar americano. Cada unidade de USDC em circulação é equiparada a US\$1 e respaldada por uma reserva de curto prazo do Tesouro Americano. Esta criptomoeda é emitida por instituições financeiras regulamentadas, oferecendo uma opção segura para os usuários de criptomoedas em períodos de alta volatilidade, além de possibilitar que as empresas aceitem pagamentos em ativos digitais. Seu design visa ser compatível com a maioria das carteiras, corretoras e aplicativos, e o número de moedas em circulação é ilimitado (RAMOS, 2022).

2.6 Tokens

Token é utilizado para descrever a criação de um registro digital de um ativo tangível, como ouro, dinheiro, obras de arte, imóveis, equipamentos, entre outros. Além disso, pode ser aplicado a ativos intangíveis, como software, criptomoedas, artes digitais, entre outros (MENDONÇA et al., 2022).

Os *tokens* são transacionados de maneira distinta das criptomoedas, e há variações na negociação entre os diversos tipos de *tokens*. O valor dos *tokens* geralmente está vinculado à sua relação fora da *blockchain* onde são negociados, além da raridade associada a eles. Alguns *tokens* só podem ser adquiridos mediante o uso de criptomoedas, exigindo que o usuário possua a respectiva criptomoeda e a armazene em uma carteira digital. A partir desse ponto, é possível adquirir *tokens* por meio de diversos mercados online, como OpenSea, Rarible e Cryptopunks. Quando ocorre a transferência de *tokens* fungíveis, a rede submete ao consenso o débito e o crédito nos saldos das contas envolvidas na transação. Em contraste, a transferência de NFTs, ou seja, *tokens* não fungíveis, implica na mudança da propriedade do registro individual, que não será agregado a nenhum outro *token* (ROGERS et al., 2022).

Outro tipo de *token* são os Non-Fungible Tokens (NFTs). Representam ativos comerciais intangíveis que estabelecem a propriedade por meio do registro em *blockchain*. Em termos

simples, os registros em NFT geram códigos exclusivos, insubstituíveis e não intercambiáveis, vinculados a um arquivo em uma rede de *blockchain*. Portanto, podemos afirmar que os NFTs são certificados digitais singulares registrados em uma *blockchain*, representando a propriedade de um item, seja ele material ou imaterial (MARTINS, 2022).

É crucial destacar que a certificação digital em *blockchain* assemelha-se a uma forma de assinatura digital e não deve ser confundida com os registros digitais em NFTs, conforme descrito por (LEBRE; ANDRADE; MIRANDA, 2022).

A inovação e criatividade no universo dos NFTs têm impulsionado avanços nos padrões e nas plataformas que os incorporam. Conforme o espaço NFT continua a evoluir, a tecnologia encontra aplicação em uma variedade de cenários, resultando na criação de inúmeras aplicações que oferecem soluções cativantes. Exemplos incluem experiências de jogos *blockchain*, expressões artísticas digitais, registros seguros, propriedade de objetos colecionáveis digitais e físicos, direitos autorais, entre outros. Os casos de uso que contemplam o aluguel de NFTs apresentam diversos benefícios em seus contextos específicos e podem ser integrados aos mercados de forma eficaz (MENDONÇA et al., 2022).

É fundamental esclarecer que, embora tenham surgido em 2017, os NFTs só experimentaram uma verdadeira valorização nos anos de 2020 e 2021, marcando o início de um crescimento exponencial no mercado de investimentos. Para ilustrar essa trajetória, ao compararmos todas as transações financeiras relacionadas aos NFTs no período entre dezembro de 2020, o total alcançava aproximadamente 12 milhões de dólares. Surpreendentemente, em apenas três meses, até março de 2021, esse valor saltou para impressionantes 440 milhões de dólares (WANG et al., 2021).

2.7 APIs (Interface de Programação de Aplicações)

Uma API define as rotinas a serem chamadas e a sequência a ser seguida para utilizar as funcionalidades de um componente específico de um programa. Em resumo, uma API é um conjunto de regras que facilita a interação e a integração entre diferentes componentes de software. Uma API REST é uma interface de programação de aplicativos que adere aos princípios de design do REST ou ao estilo de arquitetura conhecido como Transferência de Estado Representacional (IBM CLOUD EDUCATION, 2022).

As APIs de REST utilizam solicitações do Protocolo de Hipertexto (HTTP) para realizar operações padrão de banco de dados, como criar, ler, atualizar e excluir registros (também conhecidas como CRUD) de um recurso. Por exemplo, uma API de REST empregaria uma solicitação para recuperar um registro, outra para criar um registro, mais uma para atualizar um registro e, por fim, uma para excluir um registro. Todos esses métodos do protocolo podem ser aplicados em chamadas da API (IBM CLOUD EDUCATION, 2022).

Dados de qualquer tipo podem ser fornecidos por uma API a um cliente em praticamente qualquer formato, como JavaScript Object Notation (JSON), HTML, XML ou texto

simples. O JSON é amplamente utilizado devido à sua legibilidade, além de ser independente de linguagem de programação (IBM CLOUD EDUCATION, 2022).

As *exchanges* de criptomoedas normalmente disponibilizam APIs HTTP para possibilitar operações programáticas. As cinco principais *exchanges* de criptomoedas oferecem APIs HTTP, cada uma com documentação e especificações distintas. A Tabela 1 informa as corretoras, a localização na internet da API base para realizar requisições e a documentação de cada uma das cinco maiores *exchanges* (MEDEIROS, 2020).

Tabela 1 – Documentação das APIs

Exchange	Link API	Documentação
Binance	https://api.binance.com/	https://docs.binance.us/#introduction
Upbit	https://api.upbit.com/	https://ujhin.github.io/upbit-client-docs/#upbit-client-official-reference
Bittrex	https://api.bittrex.com/api	https://bittrex.github.io/api/v3
Bithumb	https://api.bithumb.com/	https://bithumbfutures.github.io/bithumb-futures-api-doc/#bithumb-futures-api-documentation
Huobi	https://api.huobi.pro	https://huobiapi.github.io/docs/dm/v1/en/

Fonte: Adaptado de (MEDEIROS, 2020).

2.8 Robô de automação para negociação automatizada

Os robôs de negociação são, essencialmente, softwares altamente especializados que identificam padrões e realizam operações financeiras. Esse tipo de robô não é uma novidade no cenário financeiro. Já está sendo empregado em fundos de cobertura nos mercados de ações e moedas fiduciárias. A introdução desses robôs ocorreu inicialmente no mercado internacional de moedas, e, rapidamente, eles expandiram sua presença no universo das criptomoedas (Alex Lielacher, 2023).

A automação de processos contribui para atenuar desafios associados às limitações humanas. Um sistema automatizado pode operar de forma contínua, sem restrições temporais, sendo capaz de monitorar e analisar variações de dados de maneira mais ágil, precisa e segura, resultando em menor probabilidade de falhas (POLLONI, 2022).

A operação de um robô de investimento baseia-se na análise de dados de mercado por meio de um programa de computador. Posteriormente, o programa encaminha ordens de compra ou venda à *exchange* por meio de uma API e recebe notificações sobre o status da ordem (MUNIZ; JÚNIOR; SILVA, 2022).

Acredita-se que a antecipação dos futuros preços dos ativos pode ser realizada por meio da análise do histórico de preços. Nesse sentido, os analistas técnicos utilizam movimentos de mercado observados em gráficos, empregando indicadores técnicos como Médias Móveis e Índice de Força Relativa para avaliar padrões de preços e tendências de cada ativo (EDWARDS;

MAGEE; BASSETTI, 2018).

Robôs de negociação abrangem uma variedade de tipos, desde software de código aberto acessível e auditável por todos até softwares mais avançados, com custos associados, utilizados por *day traders* de criptomoedas. Um exemplo é o Autonio, um robô descentralizado com uma mensalidade de 50 dólares americanos, sendo paga com sua própria criptomoeda, a NIO (MEDEIROS, 2020).

O Haasbot é atualmente um dos robôs de negociação mais populares, proporcionando reconhecimento de tendências e permitindo que *traders* combinem diversos indicadores. Uma licença de um ano para o Haasbot tem um custo que varia entre 0.073 e 0.127 Bitcoin (Alex Lielacher, 2023).

A utilização de robôs no setor de investimentos é amplamente difundida, especialmente em processos relacionados a fundos de investimentos. Conforme uma pesquisa da (Global S, 2017), estima-se que a indústria de robôs de investimentos nos Estados Unidos alcance a marca de US\$450 bilhões até o final de 2021.

3 METODOLOGIA

Uma pesquisa aplicada visa criar conhecimento direcionado para resolver problemas específicos, com foco em questões locais. Por outro lado, a pesquisa básica busca gerar conhecimentos cuja aplicação prática não é determinada no momento da pesquisa. A abordagem do problema pode ser quantitativa, utilizando técnicas estatísticas para expressar dados em números, ou qualitativa, estabelecendo uma conexão entre o mundo real e o sujeito da pesquisa, tornando impraticável a expressão dos resultados e métodos de maneira numérica e estatística (SILVA; MENEZES, 2005).

Essa pesquisa foi elaborada como um estudo aplicado com o propósito de solucionar um problema prático. No que diz respeito à abordagem do problema, a pesquisa adota uma perspectiva qualitativa, uma vez que analisa elementos do mundo real e realiza verificações com base em funcionalidades observadas, sem recorrer a medidas quantificáveis. O objetivo é desenvolver um robô capaz de realizar transações conforme seu método programado.

O robô foi testado com dados reais e os resultados obtidos serão discutidos. A corretora Binance proporciona um ambiente para que investidores negociem criptomoedas de maneira automatizada. A escolha da corretora Binance foi motivada pelo fato de ser a maior em atividade, apresentando um elevado volume de transações diárias, além de oferecer APIs que serão utilizadas pelo robô.

3.1 Arquitetura do robô

O robô utiliza uma estrutura de sistema cliente servidor, empregando o protocolo HTTP para comunicação entre eles. A aplicação do lado servidor é de responsabilidade da

corretora, neste caso, a Binance. Do lado do cliente, encontra-se o robô desta pesquisa. É importante destacar que a arquitetura cliente servidor, usando o protocolo HTTP, proporciona uma comunicação eficaz entre o robô e o servidor da corretora.

A divisão em dois serviços permite uma abordagem modular, facilitando a manutenção e aprimoramento do sistema. O primeiro módulo coleta dados históricos e atuais na Binance e os armazena no banco de dados. Os dados históricos são fundamentais para analisar se a estratégia definida é eficiente e os dados atuais são informados ao segundo módulo. O segundo módulo recebe os dados atuais do primeiro módulo e executa a compra e a venda de acordo com a estratégia definida.

Módulo de Coleta de Dados (Serviço 1):

- Este primeiro serviço é responsável por estabelecer a conexão com o servidor da corretora, no caso, a Binance, utilizando o protocolo HTTP.
- Sua principal função é extrair e coletar os preços disponibilizados pelo servidor em tempo real e dados históricos.
- Os dados coletados são então armazenados de maneira estruturada no banco de dados, criando um histórico valioso para análises subsequentes.

Módulo de Negociação e Execução (Serviço 2):

- Verificação de quantidade livre de ativo para venda. Caso não tenha quantidade livre, o robô realizará uma compra.
- Aplica a estratégia de compra ou venda predefinida no sistema.
- Executa as transações de compra e venda de criptomoedas.

A criação de qualquer forma de inteligência artificial que opere dentro do robô não está incluída no escopo deste trabalho. Somente foi testado para o par de criptomoeda BNB/BRL. Todas as informações contidas têm caráter exclusivamente de pesquisa.

A elaboração de uma interface gráfica não está inclusa no escopo do projeto, uma vez que o foco concentra-se na criação do robô e na definição de um método de compra e venda.

3.2 Desenvolvimento do robô

Iremos realizar a apresentação do sistema proposto, onde descrevemos sobre seus processos, módulos e as tecnologias que foram aplicadas durante o seu desenvolvimento. Adicionalmente, forneceremos uma visão abrangente da arquitetura definida, abordando seu funcionamento desde a interface inicial até as estratégias de negociação implementadas pelos robôs.

A etapa inicial do desenvolvimento do robô proposto envolveu o planejamento e a definição de seu escopo. Optamos por conceber um sistema que operasse exclusivamente

executando o arquivo Python do desenvolvimento. Portanto, qualquer modificação desejada, como a escolha da criptomoeda para compra e venda, requer a alteração direta no código do robô. O mesmo princípio se aplica à troca da estratégia de compra e venda.

3.2.1 Ferramentas e Tecnologias

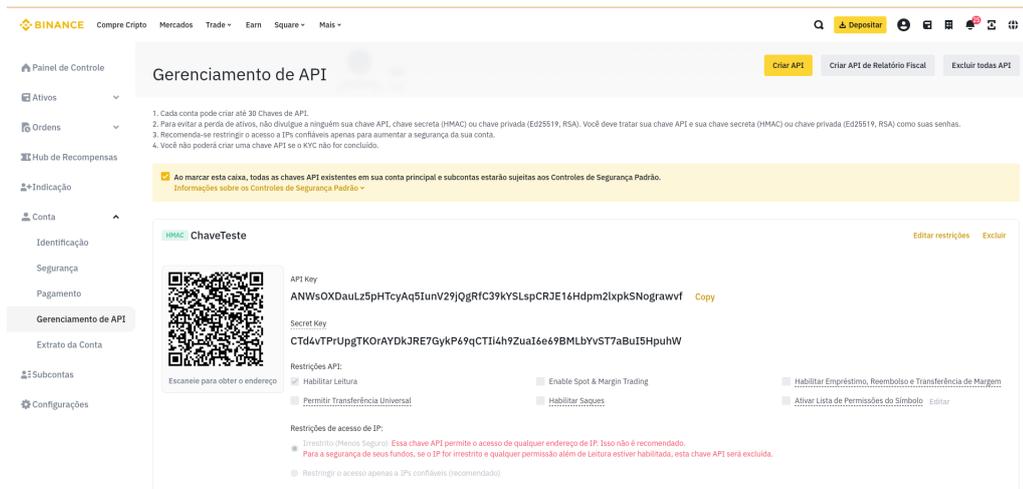
O sistema operacional empregado tanto na máquina de desenvolvimento quanto na de produção foi o Debian, um sistema operacional de código aberto fundamentado no núcleo GNU/Linux. Esta escolha foi motivada pela estabilidade, segurança e flexibilidade oferecidas pelo Debian, contribuindo significativamente para o ambiente de desenvolvimento e implementação do robô. O Debian é reconhecido por sua comunidade ativa, atualizações frequentes e vasta gama de pacotes, proporcionando um ambiente confiável para a construção e execução do projeto.

Optamos por utilizar Python como a linguagem de programação para este projeto, motivados pela sua simplicidade, facilidade de uso e versatilidade. A escolha do Python visa simplificar o desenvolvimento do robô, permitindo uma implementação mais ágil e acessível. Além disso, a vasta quantidade de bibliotecas disponíveis em Python contribui para uma maior eficiência no desenvolvimento de funcionalidades específicas do robô, proporcionando um ambiente propício para a execução bem sucedida do projeto.

O projeto inteiro é fundamentado nas solicitações disponíveis na API Restful da corretora Binance. Utilizamos a biblioteca `python-binance` para fazer a comunicação entre o nosso robô e a API da Binance. Para esse trabalho foi selecionada a criptomoeda BNB (Binance-COIN) porque utilizando BNB há um desconto de 25% para pagar taxas de *trading* que são cobradas a cada transação. Utilizaremos o par BNB/BRL (BINANCE, 2017).

Para realizar qualquer solicitação vinculada à conta, é imprescindível inserir no cabeçalho da requisição uma chave de acesso denominada API Key. Na Figura 1 é possível ver um exemplo da API Key. Nos parâmetros das requisições, também é essencial incluir uma assinatura criptografada conforme o padrão SHA-256. Essa assinatura é formada pela união de todos os demais parâmetros com uma chave de segurança designada *security key*. Para gerar essas chaves, é necessário acessar a conta na Binance e proceder com a criação de acordo com a documentação (BINANCE, 2023).

Figura 1 – Chave de Segurança.



Fonte: (BINANCE, 2023).

Utilizamos a biblioteca `python-binance`, desempenhando o papel crucial de facilitar a comunicação entre o robô desenvolvido neste estudo e a API da Binance. Essa escolha estratégica permite uma integração eficiente e direta com a plataforma de negociação, potencializando a capacidade do robô em realizar transações de maneira automatizada. A `python-binance` simplifica a interação com os recursos da Binance, oferecendo uma gama de funcionalidades que ampliam as possibilidades de execução e gestão das operações. A utilização dessa biblioteca proporciona uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de negociação avançadas, agregando valor à eficácia do robô no ambiente dinâmico do mercado de criptomoedas. De acordo com McHardy (2023) as características dessa biblioteca são:

- Implementação de todos os *endpoints*: Gerais, Market Data e Conta;
- Implementação assíncrona;
- Suporte Testnet para opções Spot, Futures e Vanilla;
- O manuseio simples de autenticação inclui chaves RSA;
- Não há necessidade de gerar carimbos de data/hora, a biblioteca faz isso por você;
- Tratamento de exceções de resposta;
- Manipulação de *websocket* com reconexão e conexões multiplexadas
- Cache de profundidade de símbolo;
- Função de busca histórica de Kline/Candle;
- Funcionalidade de retirada;
- Endereços de depósito;

- Negociação de margem;
- Negociação de Futuros;
- Suporta outros domínios (.us, .jp, etc).

Optamos por adotar o PostgreSQL como o banco de dados para este projeto, levando em consideração suas características distintas como um banco de dados relacional. A escolha foi respaldada pela sua reconhecida confiabilidade, robustez de recursos, desempenho eficiente e pela presença de uma comunidade ativa. O PostgreSQL oferece um ambiente sólido para armazenamento e recuperação de dados, alinhando-se às necessidades específicas do nosso projeto. Sua capacidade de gerenciar grandes volumes de informações, juntamente com a possibilidade de expansão e personalização, contribui para uma base de dados sólida e eficaz. A decisão de utilizar o PostgreSQL reflete nosso compromisso em proporcionar uma infraestrutura de armazenamento que atenda aos requisitos exigentes do projeto, enquanto se beneficia das vantagens oferecidas por esse sistema de gerenciamento de banco de dados.

Utilizamos a biblioteca python-binance, essa biblioteca será responsável por toda a comunicação entre o robô e a API da Binance. É criado então um serviço que fica responsável por receber qualquer alteração no preço de um determinado par de criptomoedas. Esse serviço fica disponível todo o tempo, quando há uma alteração no preço esse serviço recebe a alteração de valor e guarda o novo preço no banco de dados, assim gerando dados para que o robô consiga executar as transações. Na Figura 2 temos o código feito para criar esse serviço.

Figura 2 – Codificação preços.

```
async def main():

    log.info("begin")

    quit_event = asyncio.Event()
    loop = asyncio.get_event_loop()
    loop.add_signal_handler(SIGINT, quit_event.set)
    loop.add_signal_handler(SIGTERM, quit_event.set)

    db = pgsqlda.database(dbname="binance")

    #Objeto para criação, execução do serviço de receber valores
    #e salvar no banco de dados
    tp = await time_prices.create(db, quit_event)
    hp = await history.create(db, quit_event)

    await quit_event.wait()

    await tp.quit()
    await hp.quit()

    log.info("end")

asyncio.run(main())
```

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na API Pública da Binance, são disponibilizados fluxos contínuos de dados, e nesta etapa, estamos utilizando a *stream 24hr Individual Symbol Mini Ticker Stream*, no qual ocorre a

notificação de novos dados de forma online. Logo esses dados vão ser salvos no banco de dados. Na Figura 3 é possível visualizar como são disponibilizados esses dados.

Figura 3 – Recebimento de preço.

```
{
  "e": "24hrMiniTicker", // Event type
  "E": 123456789, // Event time
  "s": "BNBBTC", // Symbol
  "c": "0.0025", // Close price
  "o": "0.0010", // Open price
  "h": "0.0025", // High price
  "l": "0.0010", // Low price
  "v": "10000", // Total traded base asset volume
  "q": "18" // Total traded quote asset volume
}
```

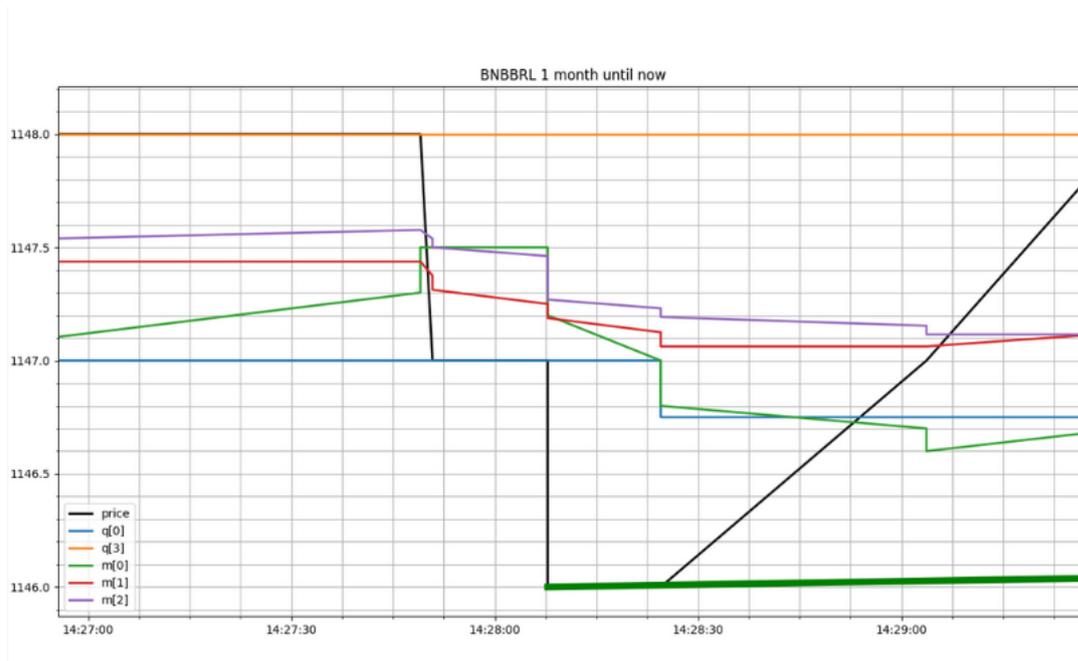
Fonte: (BINANCE, 2023).

A estratégia de compra e venda de um robô de criptomoedas refere-se ao conjunto de regras e algoritmos programados para orientar as decisões de negociação do robô. Essas estratégias são desenvolvidas com o objetivo de automatizar o processo de compra e venda de ativos digitais, como criptomoedas, com base em análises técnicas, indicadores de mercado e outros parâmetros específicos.

Existem diversas estratégias de compra e venda, e a escolha de uma estratégia particular depende dos objetivos do negociador, do desenvolvedor do robô, do perfil de risco, das condições de mercado e de diversos outros fatores.

Neste trabalho foram analisados os dados de preço dos últimos seis meses. Podemos então deduzir e escolher uma estratégia de compra e venda. A estratégia utilizada foi calcular quartis e médias móveis dos preços em quantidades definidas. Foram definidas três listas: uma para 10 preços, uma para 16 preços e a última para 26 preços. Cada preço coletado da Binance pelo primeiro módulo é inserido no final das três listas. São calculados os quartis pela terceira lista e as médias dos preços das três listas. Uma ordem de compra será criada se o preço atual estiver no primeiro quartil e a média da segunda lista for menor que a média da primeira lista desde que esta for menor que a da terceira lista. Ao contrário, uma ordem de venda será criada se o preço atual estiver no quarto quartil e a média da segunda lista for maior que a média da primeira lista desde que esta for maior que a média da terceira lista. Na Figura 4 é possível visualizar o gráfico onde demonstra o momento onde todos esses parâmetros são atendidos e o robô executa uma ordem de compra.

Figura 4 – Gráfico de compra.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados essenciais em mãos para que o robô possa realizar análises conforme a estratégia de compra e venda, ele executará prontamente as ordens de compra e venda. As estratégias incorporadas neste trabalho usam ordens de mercado. Quando está na hora de comprar ou vender, uma solicitação é enviada à *exchange*, indicando apenas a quantidade e a criptomoeda. Essa transação será realizada assim que existir disponibilidade no livro de ordens.

Nas Figuras 5 e 6 é possível visualizar a implementação dos códigos que executam a compra e a venda de um determinado par de criptomoedas. Para a compra o robô passa para a função qual é o par de criptomoedas e a quantidade de BRL a ser comprada. Para a venda o robô passa para a função qual é o par de criptomoedas e a quantidade de BNB a ser vendida.

Figura 5 – Ordem de compra.

```

order = await self.bc.order_market_buy(
    symbol = self.symbol,
    quoteOrderQty = free
)

```

Fonte: (BINANCE, 2023).

Figura 6 – Ordem de venda.

```
order = await self.bc.order_market_sell(
    symbol = self.symbol,
    quantity = qty
)
```

Fonte: (BINANCE, 2023).

A API da Binance retorna os resultados das operações que são salvos no banco de dados para referência futura.

3.2.2 Estrutura Banco de dados

A representação gráfica do Diagrama Entidade-Relacionamento (DER), apresentada na Figura 7, ilustra a organização do banco de dados relacional em uso. Este diagrama oferece uma visão detalhada dos campos presentes em cada tabela, seus tipos e as interconexões existentes entre as diferentes tabelas. Além disso, fornece uma compreensão abrangente da estrutura que sustenta o sistema de gerenciamento de informações, destacando as relações cruciais entre as entidades que compõem o ambiente do banco de dados.

A seguir, apresentaremos uma descrição sucinta de cada tabela no banco de dados em desenvolvido.

assets: nomes das criptomoedas;

symbols: contém as informações básicas sobre um par de criptomoedas;

time_prices guarda os preços de pares de moedas ao longo do tempo;

time_price_history tabela de controle dos preços guardados pela tabela *time_prices*;

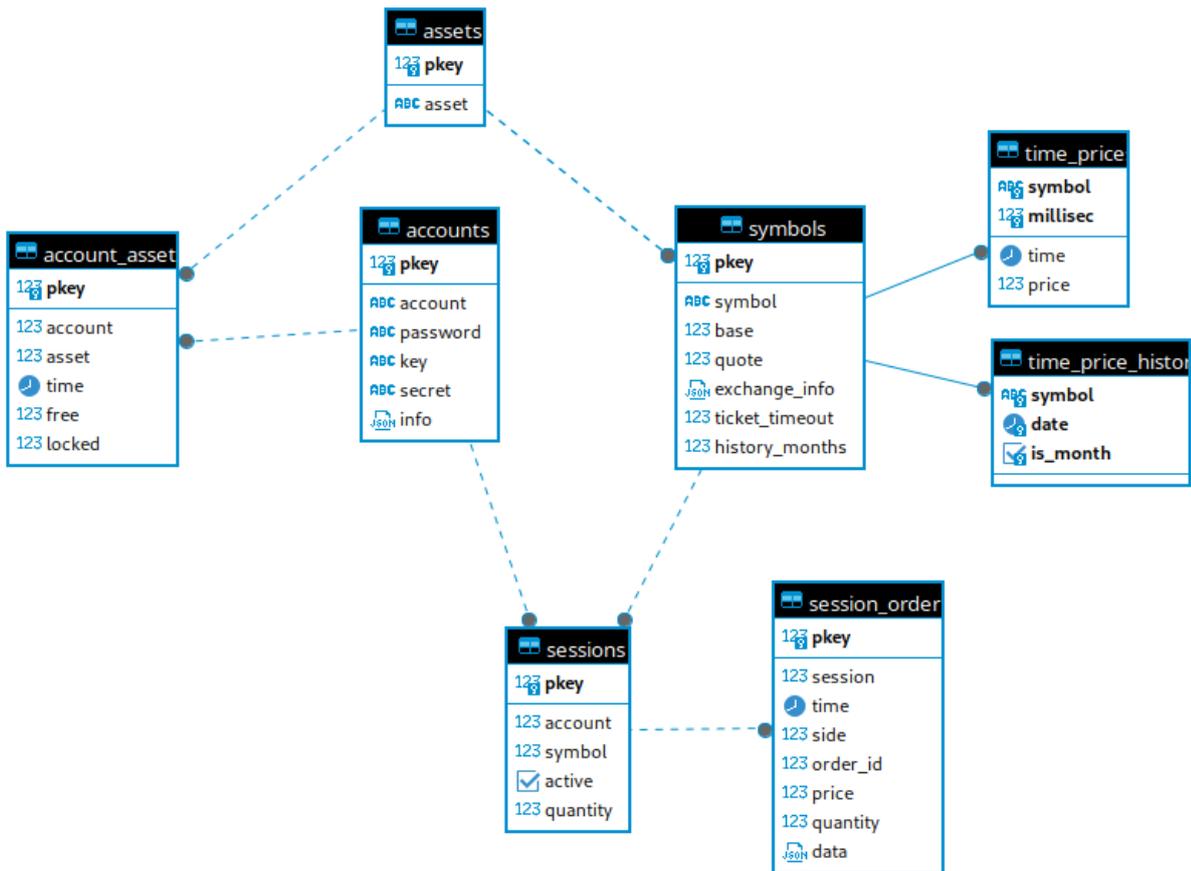
accounts dados referentes aos usuários do sistema, incluindo os dados do acesso a Binance;

account_assets quantidade livre e bloqueada de cada criptomoeda que a conta possui na Binance;

sessions seções de *trade* do usuário;

session_orders guarda as informações das compras e vendas executadas.

Figura 7 – Diagrama Banco de Dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

A Figura 8 ilustra o resultado da busca de preço da API da Binance. Os dados contidos são divididos em duas partes: A primeira parte contém informações sobre a criação do log incluindo a data de sua criação, o módulo e a função executada, e o tipo de log. Na segunda parte, encontram-se os dados recebidos da Binance: 'e' representa o tipo de evento, 'E' indica a hora do evento, 's' refere-se ao par de criptomoedas, 'c' representa o preço de fechamento, 'o' é o preço de abertura, 'h' é o maior preço nas últimas 24 horas, 'l' é o menor preço das últimas 24 horas, 'v' é o volume de negociação da criptomoeda base no dia e 'q' é o volume de negociação da moeda de cotação. Desses dados os relevantes para esse projeto são: 's' o par da criptomoeda, 'E' a hora do evento e 'c' preço de fechamento.

Figura 8 – Registro de busca de preço.

```
2023-11-23 10:36:25,986 time-prices:run_symbol INFO: {'e': '24hrMiniTicker', 'E':
: 1700746585825, 's': 'BNBBRL', 'c': '1148.00000000', 'o': '1153.00000000', 'h':
'1178.00000000', 'l': '1128.00000000', 'v': '1694.29800000', 'q': '1953732.4010
0000'}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 9 oferece uma representação visual de dados que estão no banco de dados, referente ao preços que a criptomoeda BNB em relação ao BRL durante o período de 01 de maio de 2023 até 23 de novembro de 2023. Além disso, proporciona uma visão clara sobre a frequência com que a cotação do par BNB/BRL é alterada.

Figura 9 – Consulta Banco de Dados.

```
binance=# select * from time_prices where symbol = 'BNBBRL' order by time;
```

symbol	millisec	time	price
BNBBRL	1682910002481	01/05/2023 00:00:02.481	1684.00000000
BNBBRL	1682910004482	01/05/2023 00:00:04.482	1684.00000000
BNBBRL	1682910005461	01/05/2023 00:00:05.461	1684.00000000
BNBBRL	1682910005981	01/05/2023 00:00:05.981	1684.00000000
BNBBRL	1682910037296	01/05/2023 00:00:37.296	1684.00000000
BNBBRL	1682910132597	01/05/2023 00:02:12.597	1686.00000000
BNBBRL	1682910185282	01/05/2023 00:03:05.282	1685.00000000
BNBBRL	1682910217822	01/05/2023 00:03:37.822	1685.00000000
BNBBRL	1682910219827	01/05/2023 00:03:39.827	1685.00000000
BNBBRL	1682910220830	01/05/2023 00:03:40.83	1684.00000000
BNBBRL	1682910253041	01/05/2023 00:04:13.041	1686.00000000
BNBBRL	1682910269056	01/05/2023 00:04:29.056	1686.00000000
BNBBRL	1682910273694	01/05/2023 00:04:33.694	1685.00000000
BNBBRL	1682910353847	01/05/2023 00:05:53.847	1685.00000000
BNBBRL	1682910353940	01/05/2023 00:05:53.94	1685.00000000
BNBBRL	1682910376855	01/05/2023 00:06:16.855	1685.00000000
BNBBRL	1682910395302	01/05/2023 00:06:35.302	1685.00000000
BNBBRL	1682910396912	01/05/2023 00:06:36.912	1686.00000000
BNBBRL	1682910403910	01/05/2023 00:06:43.91	1686.00000000
...			
...			
...			
BNBBRL	1700749844506	23/11/2023 11:30:44.506	1147.00000000
BNBBRL	1700749845986	23/11/2023 11:30:45.986	1147.00000000
BNBBRL	1700749846946	23/11/2023 11:30:46.946	1147.00000000

(606423 rows)

Fonte: Elaborado pelo autor

O segundo módulo do robô projetado neste trabalho, tem como sua primeira função comprar a criptomoeda BNB/BRL utilizando da estratégia de compra definida. A Figura 10 mostra que foi feita a compra de 0.087 BNB neste momento e o valor da criptomoeda BNB era de R\$1.147,00.

Essa transação real exemplifica a aplicação prática da estratégia de compra delineada para o robô, destacando a capacidade do sistema em tomar decisões automatizadas com base nos parâmetros predefinidos. Este processo proporciona uma abordagem eficiente e ágil para a execução de operações de compra, alinhada às metas e critérios estabelecidos no desenvolvimento do robô de negociação de criptomoedas.

Figura 10 – Registro de compra.

```
2023-11-23 10:43:00,371 bnc-trade:buy INFO: BNB/BRL 1146.00000000 [Decimal('1147.00000000'), Decimal('1148.00000000'), Decimal('1148.25000000')] [1147.8, 1147.75, 1147.8846153846155]
2023-11-23 10:43:00,372 bnc-trade:buy INFO: order for BNB/BRL: 100.0
2023-11-23 10:43:01,025 bnc-trade:buy INFO: BNB/BRL: 0.087 @ 1147.0
```

Fonte: Elaborado pelo autor

O segundo módulo também tem a função de vender BNB/BRL utilizando a estratégia de venda definida. A Figura 11 mostra que foi executada uma venda de 0.087 BNB no momento da venda o valor da criptomoeda BNB era de R\$1.146,00

Figura 11 – Registro de Venda.

```
2023-11-23 15:18:07,764 bnc-trade:sell INFO: BNB/BRL 1147.00000000 [Decimal('1144.00000000'), Decimal('1145.00000000'), Decimal('1146.00000000')] [1145.5, 1145.625, 1145.1153846153845]
2023-11-23 15:18:07,765 bnc-trade:sell INFO: order for BNB/BRL: 0.087
2023-11-23 15:18:08,358 bnc-trade:sell INFO: BNB/BRL: 0.087 @ 1146.0
```

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 2 fornece uma visão do desempenho do robô ao longo de um período significativo, abrangendo seis meses mais o mês atual. Cada coluna desempenha um papel crucial na análise do sucesso e eficácia das operações automatizadas.

A primeira coluna, identifica o mês de operação do robô.

A segunda coluna, que quantifica o número total de transações, oferece uma medida da atividade do robô durante cada mês. Esse indicador é fundamental para avaliar a frequência e a intensidade das operações realizadas pelo sistema automatizado.

As colunas três e quatro são particularmente informativas, pois detalham as transações positivas e as transações negativas. Esses dados são essenciais para a análise do desempenho financeiro, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos resultados obtidos pelo robô em termos de ganhos e perdas.

Por fim, a quinta coluna, que apresenta o resultado global de todas as negociações, sintetiza a eficácia geral do robô ao longo do período considerado. Essa métrica é valiosa para avaliar a performance global do sistema de negociação automatizado e pode fornecer dados cruciais para otimizações futuras.

Tabela 2 – Resultado mensal de transações

Mês	Total de transações	Transações positivas	Transações negativas	Resultado (%)
05/2023	261	166	74	13,9848
06/2023	226	127	85	-21,1614
07/2023	192	120	56	28,6855
08/2023	184	119	50	24,7659
09/2023	146	100	36	22,2064
10/2023	189	126	51	17,8864
11/2023	268	175	82	15,2866
				101,6541

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resumo, a análise desses dados tabulares não apenas informa sobre o histórico de negociações, mas também fornece uma base sólida para ajustes estratégicos, refinamentos no algoritmo do robô e melhorias contínuas no desempenho geral do sistema.

5 CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, exploramos a implementação e operação de um robô de negociação automatizada no mercado de criptomoedas. Criada uma estratégia para compra e venda, foram aplicados os dados históricos de preços para verificação de resultados. Esta análise indicou a estratégia a ser usada pelo robô. A implementação prática evidenciou a eficácia da estratégia em condições variáveis de mercado.

O propósito central deste trabalho foi atingido, uma vez que foi possível desenvolver um robô competente na automação dos processos de compra e venda de criptomoedas. A automação das operações de compra e venda contribuiu para a eficiência do processo, permitindo resposta às variações do mercado e aproveitando oportunidades de negociação em tempo real. Essa capacidade de resposta ágil é crucial em um ambiente tão dinâmico como o das criptomoedas, onde as condições podem mudar rapidamente.

Cabe ressaltar que, embora os resultados financeiros tenham superado as expectativas, a contínua monitorização e ajustes do sistema vão garantir a sua adaptação às mudanças do mercado. A volatilidade das criptomoedas demanda uma abordagem proativa na otimização da estratégia implementada.

Para trabalhos futuros, propõe-se a expansão do escopo do trabalho através do desenvolvimento da interface gráfica, visando facilitar a utilização do software. A implementação de uma interface intuitiva e acessível não apenas promoverá a usabilidade do sistema, mas também contribuirá para democratizar o acesso às operações automatizadas com criptomoedas.

O desenvolvimento de relatórios visuais e gráficos para informar os usuários sobre o desempenho de suas operações, garantindo também que todas as melhorias não comprometam a

segurança do software.

Além disso, um caminho para aprimorar a eficácia do software envolve o desenvolvimento de ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA). A introdução de elementos de IA pode proporcionar ao sistema a capacidade de aprender e adaptar suas estratégias de compra e venda ao longo do tempo. A constante melhoria da estratégia de compra e venda, impulsionada por algoritmos de aprendizado de máquina, permitirá ao software responder de maneira mais ágil e precisa às complexidades do mercado de criptomoedas, que frequentemente apresenta mudanças rápidas e imprevisíveis.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVA, S.; BÖHME, R. Perceived benefit and risk as multidimensional determinants of bitcoin use: A quantitative exploratory study. 2016.
- Alex Lielacher. *Best Crypto Trading Bots in 2023*. 2023. Disponível em: <<https://bravenewcoin.com/insights/cryptocurrency-trading-bots>>. Acesso em: 04 de Agosto de 2023.
- ANTONOPOULOS, A. M.; WOOD, G. *Mastering ethereum: building smart contracts and dapps*. [S.l.]: O'reilly Media, 2018.
- ASSIS, L. C. de et al. Ótica do imposto de renda sobre moedas digitais. *REVISTA FAIND*, v. 1, n. 1, 2023.
- BAÇÃO, P. et al. Information transmission between cryptocurrencies: does bitcoin rule the cryptocurrency world? *Scientific Annals of Economics and Business*, v. 65, n. 2, p. 97–117, 2018.
- BINANCE. *Como usar BNB para pagar taxas e obter 25% de desconto*. 2017. Disponível em: <<https://www.binance.com/pt-PT/support/faq/como-usar-bnb-para-pagar-taxas-e-obter-25-de-desconto-115000583311>>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.
- BINANCE. *Binance API Documentation*. 2023. Disponível em: <<https://binance-docs.github.io/apidocs/spot/en/#change-log>>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.
- BÖHME, R. et al. Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of economic Perspectives*, American Economic Association 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203-2418, v. 29, n. 2, p. 213–238, 2015.
- BRASIL, R. F. do. *INSTRUÇÃO NORMATIVA RFB Nº 1888, DE 03 DE MAIO DE 2019*. 2019. Disponível em: <<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=100592>>. Acesso em: 04 de dezembro de 2023.
- Btgpactual. *O que é Swing Trade e a diferença entre Day Trade e Swing Trade*. 2023. Disponível em: <<https://content.btgpactual.com/blog/investimentos/o-que-e-swing-trade-e-diferenca-entre-day-trade-e-swing-trade>>. Acesso em: 01 de novembro de 2023.
- CANTELI, G. L. Exchanges de criptoativos: novos gatekeepers no combate e prevenção à lavagem de capitais. Universidade Federal de Uberlândia, 2021.
- CARVALHO, M. S. Mercado de criptoativos brasileiros: do bitcoin ao etf de cripto. 269, 2023.
- CONSTÂNCIO, V.; SANTOS, A. D. Moedas digitais de bancos centrais. 2022.
- Daniel Phillips. *What Is Tron?* 2022. Disponível em: <<https://coinmarketcap.com/academy/article/what-is-tron>>. Acesso em: 02 de novembro de 2023.
- DEVRIES, P. An analysis of cryptocurrency, bitcoin, and the future. *International Journal of Business Management and Commerce*, Vol. 1, p. Pages 1–9, 10 2016.
- EDWARDS, R. D.; MAGEE, J.; BASSETTI, W. C. *Technical analysis of stock trends*. [S.l.]: CRC press, 2018.
- FIGUEIRA, G. M. Finanças descentralizadas (defi) em blockchain de segunda geração: um estudo de caso sobre corretoras descentralizadas (dexs) na rede ethereum. 251, 2022.

GAO, X.; CLARK, G. D.; LINDQVIST, J. Of two minds, multiple addresses, and one history: Characterizing opinions, knowledge, and perceptions of bitcoin across groups. *arXiv preprint arXiv:1503.02377*, 2015.

Global S. *U.S. Digital Adviser Forecast: AUM To Surpass \$450B By 2021*. 2017. Disponível em: <<https://www.spglobal.com/en/research-insights/articles/US-Digital-AdviserForecast-AUM-To-Surpass-450B-By-2021>>. Acesso em: 01 de Junho de 2023.

GRUPENMACHER, G. T. *As plataformas de negociação de criptoativos: uma análise comparativa com as atividades das corretoras e da Bolsa sob a perspectiva da proteção do investidor e da prevenção à lavagem de dinheiro*. Tese (Doutorado), 2019.

GUTH, S. C.; PINTO, M. M. *Desmistificando a produção de textos científicos com os fundamentos da metodologia científica*. São Paulo: Scortecci, 2007.

HEIMBACH, L.; SCHERTENLEIB, E.; WATTENHOFER, R. Risks and returns of uniswap v3 liquidity providers. *arXiv preprint arXiv:2205.08904*, 2022.

HORCHEL, C. Criptomoedas como moeda paralela: apontamentos entre a liberdade financeira e o (des) controle estatal no combate e repressão à lavagem de dinheiro. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, v. 14, n. 11, 2023.

IBM CLOUD EDUCATION. *APIs de REST*. 2022. Disponível em: <<https://www.ibm.com/brpt/cloud/learn/rest-apis>>. Acesso em: 03 de novembro de 2023.

Jake Frankenfield. *Binance Coin (BNB) Uses, Support, and Market Cap*. 2023. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/b/binance-coin-bnb.asp>>. Acesso em: 03 de novembro de 2023.

KLEINDIENST, A. C. V. G. et al. *Capital social e as criptomoedas*. 2021.

KOEHLER, G. R. *O culto do dogecoin: a cultura por trás desta criptomoeda*. 2021.

LAKOMSKI-LAGUERRE, O.; DESMEDT, L. L'alternative monétaire bitcoin: une perspective institutionnaliste. *Revue de la régulation. Capitalisme, institutions, pouvoirs*, Association Recherche & Régulation, n. 18, 2015.

LEBRE, O. C. das N.; ANDRADE, E. R.; MIRANDA, M. R. Prospecção tecnológica em bases de patentes sobre certificação digital e blockchain. *Cadernos de Prospecção*, v. 15, n. 2, p. 588–603, 2022.

LEWIS, R. *The Cryptocurrency Revolution: Finance in the Age of Bitcoin, Blockchains and Tokens*. [S.l.]: Kogan Page Publishers, 2020.

LICHTMAN, J. K. *Automação de investimentos*. 2019.

Luiza Brito. *Criptoativos: O que é e qual a sua aplicação*. 2021. Disponível em: <<https://coinext.com.br/blog/o-que-e-criptoativo>>. Acesso em: 27 de Outubro de 2023.

MARTINS, J. S. *Perspectivas da tributação de Tokens Não Fungíveis (NFTs) no contexto brasileiro*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

MCHARDY, S. *Python-Binance*. 2023. Disponível em: <<https://github.com/sammchardy/python-binance>>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.

- MEDEIROS, G. M. Desenvolvimento de um bot de negociação para criptomoedas. *Sistemas de Informação-Florianópolis*, 2020.
- MENDONÇA, R. D. et al. Tokens não fungíveis (nfts): Conceitos, aplicações e desafios. *Sociedade Brasileira de Computação*, 2022.
- MICHELI, L. M. D. *Blockchain, criptoativos e os títulos circulatórios do Direito Comercial*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2020.
- MOORE, T.; CHRISTIN, N. Beware the middleman: Empirical analysis of bitcoin-exchange risk. In: SPRINGER. *Financial Cryptography and Data Security: 17th International Conference, FC 2013, Okinawa, Japan, April 1-5, 2013, Revised Selected Papers 17*. [S.l.], 2013. p. 25–33.
- MÖSER, M.; BÖHME, R.; BREUKER, D. Towards risk scoring of bitcoin transactions. In: SPRINGER. *Financial Cryptography and Data Security: FC 2014 Workshops, BITCOIN and WAHC 2014, Christ Church, Barbados, March 7, 2014, Revised Selected Papers 18*. [S.l.], 2014. p. 16–32.
- MUNIZ, R. N. O.; JÚNIOR, D. S. S.; SILVA, G. P. d. *AllBot: plataforma de robôs para investimento no mercado de criptomoedas*. Dissertação (B.S. thesis), 2022.
- NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized business review*, 2008.
- PACHECO, A. V. *Bitcoin*. [S.l.]: Self, 2022.
- PAIVA, F.; UMBELINO, L. U. Uma ferramenta para gerenciar portfólios de criptomoedas. *Anais do Computer on the Beach*, v. 14, p. 521–524, 2023.
- PARANÁ, E. A digitalização do mercado de capitais no brasil: tendências recentes. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2018.
- PIRES, H. F. Bitcoin: a moeda do ciberespaço. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, v. 21, n. 2, p. 407–424, 2017.
- POLLONI, M. S. Kriptowatcher: robô de investimentos em criptomoedas utilizando algoritmo de arbitragem triangular. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.
- RAMOS, S. M. *A influência do conhecimento em criptomoedas no seu futuro*. Tese (Doutorado) — Instituto Superior de Economia e Gestão, 2022.
- ROGERS, I. et al. Diminishing dreams: The scoping down of the music nft. *M/C Journal*, 2022.
- SALLABERRY, J. D. et al. Benefício e risco percebidos como determinantes do uso de criptomoedas em tecnologia blockchain: um estudo com modelagem de equações estruturais. *Contabilidad y Negocios*, Departamento Académico de Ciencias Administrativas, v. 14, n. 27, p. 118–137, 2019.
- Santiago Juarros. *O que é e quando usar o câmbio de Bitcoin*. 2022. Disponível em: <<https://launchpad-br.ripio.com/blog/cambio-de-bitcoin>>. Acesso em: 04 de novembro de 2023.
- SANTOS, S. A. P. d. *Bitcoin e principais altcoins: Causalidade e Estratégias de transação*. Dissertação (Mestrado), 2023.

SCHUEFFEL, P.; GROENEWEG, N.; BALDEGGER, R. The crypto encyclopedia: Coins, tokens and digital assets from a to z. Growth publisher, 2019.

SCHWAB, K. *The fourth industrial revolution*. [S.l.]: Currency, 2017.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. *UFSC, Florianópolis, 4a. edição*, v. 123, 2005.

TEMOTEO, A. Bitcoin causa euforia e preocupação. *Correio Braziliense*, v. 12, 2017.

Timothy Sykes. *Day Trading Terminology: 50 Must-Know Stock Market Terms for Beginners*. 2022. Disponível em: <<https://www.timothysykes.com/blog/trading-terms-you-need-to-know/>>. Acesso em: 04 de novembro de 2023.

TREDINNICK, L. Cryptocurrencies and the blockchain. *Business Information Review*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 36, n. 1, p. 39–44, 2019.

TU, K. V.; MEREDITH, M. W. Rethinking virtual currency regulation in the bitcoin age. *Wash. L. Rev.*, HeinOnline, v. 90, p. 271, 2015.

WANG, Q. et al. Non-fungible token (nft): Overview, evaluation, opportunities and challenges. *arXiv preprint arXiv:2105.07447*, 2021.

Wuzu. *Hot wallet ou cold wallet*. 2021. Disponível em: <<https://wuzu.io/blog/hot-wallet-ou-cold-wallet/>>. Acesso em: 07 de Outubro de 2023.

YEE, A. Internet architecture and the layers principle: a conceptual framework for regulating bitcoin. *Internet Policy Review*, v. 3, n. 3, 2014.

