

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

**Modelagem Quantitativa de Criptoativos:
Estratégias de Investimento e Análise de
Desempenho, Utilizando Backtest e Ciência de
Dados**

Carlos da Silva Medeiros

Monografia - MBA em Inteligência Artificial e Big Data

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Carlos da Silva Medeiros

Modelagem Quantitativa de Criptoativos: Estratégias de Investimento e Análise de Desempenho, Utilizando Backtest e Ciência de Dados

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências de Computação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo - ICMC/USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Inteligência Artificial e Big Data.

Área de concentração: Inteligência Artificial

Orientadora: Prof. Me. Willian Dener de Oliveira

Versão original

São Carlos

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)

M488m Medeiros, Carlos
Modelagem Quantitativa de Criptoativos:
Estratégias de Investimento e Análise de
Desempenho, Utilizando Backtest e Ciência de Dados
/ Carlos Medeiros; orientador Willian Oliveira. --
São Carlos, .
p.

Trabalho de conclusão de curso (MBA em
Inteligência Artificial e Big Data) -- Instituto de
Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade
de São Paulo, .

1. Ciência de dados. 2. Análise de Desempenho.
3. Backtest. 4. Análise de Dados. 5. Investimento.
I. Oliveira, Willian, orient. II. Título.

Carlos da Silva Medeiros

Quantitative Modeling of Cryptoassets

Monograph presented to the Departamento de Ciências de Computação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo - ICMC/USP, as part of the requirements for obtaining the title of Specialist in Artificial Intelligence and Big Data.

Concentration area: Artificial Intelligence

Advisor: Prof. Me. Willian Dener de Oliveira

Original version

São Carlos

2023

Dedico este trabalho aos meus pais, cujo apoio incondicional foi a base para todas as minhas conquistas acadêmicas. Este trabalho é dedicado a todos que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha gratidão à minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo incentivo, compreensão e amor incondicional. Suas palavras de encorajamento foram o alicerce que me impulsionou a seguir em frente.

Agradeço imensamente ao meu orientador Me. Willian pela orientação e apoio fornecidos ao longo deste processo. Sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, dedico um agradecimento especial a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta jornada acadêmica. Vocês foram essenciais para o meu crescimento e sucesso neste trabalho.

“No mercado financeiro, assim como na vida, o fundamental é o tempo que se passa investindo, não o tempo dedicado à tentativa de prever o mercado.”

RESUMO

Medeiros, C. **Modelagem Quantitativa de Criptoativos**. 2023. 69p. Monografia (MBA em Inteligência Artificial e Big Data) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

Esta monografia realiza uma análise abrangente dos dados históricos de quatro principais criptomoedas: Bitcoin, Ethereum, Tether e Binance Coin. A pesquisa começa contextualizando o cenário das criptomoedas e estabelecendo objetivos claros para a avaliação do desempenho desses ativos nos mercados financeiros.

A base teórica oferece uma compreensão sólida sobre as criptomoedas, seus princípios subjacentes e os fundamentos da análise técnica. Além disso, descreve minuciosamente o processo de coleta, tratamento e preparação dos dados históricos dessas criptomoedas, fornecendo uma estrutura robusta para o desenvolvimento do modelo de investimento.

O modelo de investimento elaborado neste estudo é detalhado em seu critério de seleção, indicadores utilizados e variáveis consideradas. Esse modelo tem como objetivo capturar ganhos significativos em diferentes cenários de mercado, utilizando uma abordagem quantitativa baseada nos dados coletados.

Os resultados obtidos a partir da aplicação desse modelo são minuciosamente examinados por meio de gráficos, métricas de desempenho e análises detalhadas. Os destaques recaem sobre as taxas de retorno das criptomoedas, a resiliência do modelo em períodos desafiadores do mercado e as áreas que demandam aprimoramento, especialmente em cenários de alta.

As conclusões extraídas enfatizam não apenas os resultados sólidos alcançados pelas criptomoedas analisadas, mas também reconhecem a volatilidade inerente ao mercado. Elas destacam a importância de futuras análises para melhorar o desempenho do modelo em períodos de alta e explorar a integração de dados de notícias e sentimento do mercado como fontes adicionais de informação para aprimorar as estratégias de investimento em criptoativos.

Este estudo proporciona uma compreensão aprofundada da análise quantitativa de criptoativos, desde a teoria até a aplicação prática dos dados coletados, oferecendo informações valiosas para investidores e pesquisadores interessados no mercado de criptomoedas.

Palavras-chave: Criptomoedas, Análise de dados, Bitcoin, Ethereum, Tether, Binance Coin, Mercado financeiro, Modelos de investimento, Análise quantitativa, Volatilidade do

mercado.

ABSTRACT

Medeiros, C. **Quantitative Modeling of Cryptoassets: Investment Strategies and Performance Analysis Using Backtesting and Data Science**. 2023. 69p.
Monograph (MBA in Artificial Intelligence and Big Data) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

This monograph delves into a comprehensive quantitative analysis of cryptocurrencies, primarily focusing on Bitcoin, Ethereum, Tether, and Binance Coin. The study extensively covers the theoretical framework, data preprocessing, and development of an investment model applied to cryptocurrency markets. It scrutinizes the performance metrics of the developed investment strategy and critically evaluates the obtained results. Emphasizing data analysis, the research investigates the potential of the investment model in capturing substantial gains amid the volatile and evolving nature of the cryptocurrency landscape. Conclusions underscore the resilience of the model during challenging market downturns, albeit with varying effectiveness during market upswings. The study advocates for continuous research in adapting investment strategies to dynamic market shifts, notably enhancing models for optimal performance during market highs. Integrating real-time news and market sentiment analysis represents a promising avenue for future enhancements. The summary encapsulates the significance of data-driven insights and underscores the ongoing need for refining investment models in the ever-changing realm of cryptocurrencies.

Keywords: Cryptocurrencies, Data Analysis, Bitcoin, Ethereum, Tether, Binance Coin, Financial Market, Investment Models, Quantitative Analysis, Market Volatility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de abertura e fechamento em um gráfico de velas (EDUCAÇÃO, 2021).	30
Figura 2 – coleta de dados	35
Figura 3 – Calculo de retornos	36
Figura 4 – segmentacao de retornos positivos e negativos	37
Figura 5 – Médias móveis dos retornos positivos e negativos	37
Figura 6 – calculo RSI	37
Figura 7 – calculo WPR - (maior fechamento) durante 14 períodos	38
Figura 8 – calculo WPR - (menor fechamento) durante 14 períodos	38
Figura 9 – calculo WPR - fórmula	38
Figura 10 – Padronização dos Dados	39
Figura 11 – variaveis relevantes	40
Figura 12 – Histograma WPR	40
Figura 13 – Histograma RSI	41
Figura 14 – variaveis relevantes	41
Figura 15 – escolha do algoritmo	44
Figura 16 – Inicialização das Variáveis	45
Figura 17 – Loop Iterativo	46
Figura 18 – Verificação de Estado de Compra	46
Figura 19 – Verificação de Estado de Venda	47
Figura 20 – Bibliotecas e Ferramentas Utilizadas	48
Figura 21 – Criação do Objeto de Portfólio	49
Figura 22 – Código para exibição dos gráficos	49
Figura 23 – Gráfico do portfólio	50
Figura 24 – Estatísticas do portfólio	51
Figura 25 – Tivemos o seguinte retorno	51
Figura 26 – Gráfico de Desempenho do Bitcoin	56
Figura 27 – Estatísticas do Bitcoin	57
Figura 28 – Gráfico de Desempenho do Ethereum	59
Figura 29 – Estatísticas do Ethereum	60
Figura 30 – Gráfico de Desempenho do Tether	61
Figura 31 – Estatísticas do Tether	62
Figura 32 – Gráfico de Desempenho do Binance Coin	63
Figura 33 – Estatísticas do Binance Coin	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados de Desempenho das Criptomoedas	65
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	Revisão da literatura e trabalhos relacionados	23
1.2	Objetivos	24
1.3	Organização do trabalho	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1	Criptoativos e Criptomoedas	28
2.2	Análise Quantitativa em Finanças	28
2.3	Análise técnica	29
2.4	Gráfico de velas	29
2.5	Indicador de Tendência	30
2.5.1	RSI	30
2.5.2	Williams Percentage Range	30
2.6	Biblioteca Vectorbt	31
2.7	Conclusão da Fundamentação Teórica	32
3	TRATAMENTO DE DADOS	33
3.1	Aquisição de Dados Históricos	33
3.2	Escolha das Criptomoedas para Análise	33
3.3	Período e Frequência da Coleta de Dados	33
3.4	Coleta de Dados	34
3.5	Armazenamento e Formato dos Dados	35
3.6	Pré-processamento dos Dados	36
3.6.1	Cálculo de Retornos	36
3.6.2	Segmentação de Retornos Positivos e Negativos	36
3.6.3	Cálculo do RSI (Relative Strength Index)	37
3.6.4	Cálculo do Williams Percentage Range (WPR)	37
3.6.5	Padronização dos Dados	38
3.7	Seleção de Variáveis Relevantes	39
4	DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO	43
4.1	Escolha do Algoritmo	43
4.1.1	Objetivos da Estratégia	43
4.1.2	Natureza dos Criptoativos	43
4.1.3	Escolha do Algoritmo	43
4.1.4	Avaliação do Algoritmo	44

4.2	Implementação do Algoritmo	44
4.2.1	Lógica do Algoritmo	45
4.2.1.1	Inicialização das Variáveis	45
4.2.1.2	Loop Iterativo	46
4.2.1.3	Verificação de Estado de Compra	46
4.2.1.4	Verificação de Estado de Venda	47
4.2.2	Dados de Entrada	47
4.2.3	Bibliotecas e Ferramentas	48
4.2.4	Análise de Resultados	48
5	RESULTADOS	55
5.1	Desempenho do Bitcoin (BTC/BRL)	55
5.2	Desempenho do Ethereum (ETH/BRL)	58
5.3	Desempenho do Tether (USDT/BRL)	61
5.4	Desempenho da Binance Coin (BNB/BRL)	63
5.5	Resultados de Desempenho das Criptomoedas	65
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	67
6.1	Conclusão	67
6.2	Trabalhos Futuros	68
6.2.1	Aprimoramento em Períodos de Alta no Mercado	68
6.2.2	Integração de Notícias e Sentimento do Mercado	68
	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O mercado de criptoativos, como Bitcoin e outras criptomoedas, apresenta características únicas e desafios específicos que requerem uma abordagem de análise quantitativa para compreender seu comportamento e tomar decisões informadas de investimento. Assim como o mercado financeiro tradicional, o mercado de criptoativos é conhecido por sua volatilidade e alto risco. Portanto, é crucial aplicar métodos quantitativos avançados para analisar o desempenho desses ativos digitais.

A análise quantitativa de criptoativos envolve a utilização de algoritmos e modelos estatísticos para processar e analisar grandes volumes de dados de preços, volumes de negociação, capitalização de mercado e outros indicadores relevantes. A análise técnica tradicional, que se baseia em padrões de comportamento observados no passado, pode ser estendida e aprimorada com abordagens quantitativas.

Um estudo de caso específico pode ser realizado para demonstrar a eficácia da análise quantitativa de criptoativos. Nesse estudo, podem ser coletados e analisados dados históricos de preços de criptomoedas, juntamente com indicadores técnicos e fundamentais, como volumes de negociação, capitalização de mercado e notícias relevantes. Além disso, é importante destacar que o mercado de criptoativos é altamente influenciado por eventos externos, como regulamentações governamentais e notícias relacionadas à tecnologia blockchain. Portanto, a análise quantitativa pode ser combinada com a análise fundamental, levando em consideração fatores macroeconômicos e eventos do setor.

No estudo de caso, é possível avaliar a eficácia das técnicas de análise quantitativa na previsão de movimentos de preços de criptoativos. Isso envolve a criação de modelos preditivos com base em dados históricos e a avaliação de seu desempenho em relação às estratégias de investimento tradicionais. Os resultados desse estudo de caso podem fornecer insights valiosos para investidores interessados em criptoativos, mostrando como a análise quantitativa pode melhorar a precisão das decisões de investimento.

Em resumo, a análise quantitativa de criptoativos é uma abordagem essencial para compreender e prever o comportamento do mercado de criptomoedas. Ela combina a análise técnica tradicional com métodos estatísticos avançados e pode fornecer uma visão mais precisa e informada para os investidores que desejam explorar as oportunidades e desafios desse mercado em crescimento.

1.1 Revisão da literatura e trabalhos relacionados

No artigo de (CAMACHO, 2018), apresenta uma metodologia inovadora para estimar o valor justo de um criptoativo, baseada em indicadores de oferta e demanda. A

abordagem empregada é o modelo de equilíbrio de mercado, que considera fatores como a escassez, a preferência pela liquidez e a utilidade do criptoativo como meio de troca. Os resultados demonstram que o valor justo do bitcoin está fortemente influenciado pela escassez do ativo e pela sua eficácia como meio de troca.

Além disso, um estudo adicional foca na Avaliação de Estratégias Tradicionais de Investimento em Criptoativos, comparando quatro abordagens diferentes: comprar e manter, média móvel, média móvel adaptativa e a regra de quatro semanas. Para realizar essa análise, a simulação de Monte Carlo é aplicada, gerando cenários aleatórios de preços do bitcoin e testando cada estratégia em cada cenário. Os resultados destacam que a estratégia de comprar e manter alcançou o maior retorno médio, mas também apresentou o maior nível de risco (MEDEIROS, 2023).

Os achados desse estudo também indicam que o valor justo do bitcoin é influenciado substancialmente por sua escassez e sua utilidade como meio de troca. Além disso, o artigo compara o valor justo calculado com o preço de mercado, analisando os fatores responsáveis por eventuais desvios entre eles.

A conclusão do artigo sobre a Avaliação de Estratégias Tradicionais de Investimento em Criptoativos ressalta a utilidade da análise quantitativa no contexto dos criptoativos, permitindo a avaliação de seu potencial de valorização e a identificação de oportunidades de investimento. Também é sugerido que a metodologia utilizada pode ser estendida e aplicada a outros criptoativos.

Destaca-se ainda que o estudo realizado pela Universidade Federal do Ceará, intitulado "Aplicação da Sequência de Fibonacci como Método para Predição do Comportamento de Preço das Criptomoedas" (SILVA, 2022) contribui para a literatura relacionada, oferecendo uma abordagem adicional para a previsão do comportamento de preços das criptomoedas com base na Sequência de Fibonacci.

Esses trabalhos fornecem informações valiosas sobre a análise quantitativa de criptoativos e as estratégias de investimento associadas. Eles destacam a importância de considerar fatores como escassez, preferência pela liquidez e utilidade como meio de troca ao avaliar o valor justo de um criptoativo, bem como a necessidade de análises cuidadosas na seleção de estratégias de investimento.

1.2 Objetivos

Desenvolver e aplicar um modelo de investimento de cripto ativos utilizando análise de dados, com o objetivo de auxiliar investidores e gestores de carteiras de investimento a tomar decisões mais informadas e maximizar seus retornos financeiros.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo os capítulos descritos a seguir:

No capítulo 1, introdução, a revisão da literatura, a definição dos objetivos do trabalho e a sua organização.

No capítulo 2, Fundamentação teórica.

No capítulo 3, Tratamento de dados, Obter dados históricos dos cripto ativos relevantes, como Bitcoin e Ethereum, pré-processamento dos dados. Selecionar as variáveis mais importantes e relevantes para construir um modelo de investimento.

No capítulo 4, Desenvolvimento do algoritmo.

No capítulo 5, Resultados, Avaliar a precisão e a confiabilidade do modelo desenvolvido.

No capítulo 6, Conclusões e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No cenário financeiro contemporâneo, os criptoativos surgiram como um fenômeno revolucionário que desafia as normas tradicionais das finanças. As criptomoedas, em particular, ganharam destaque como ativos digitais que funcionam como meio de troca, reserva de valor e unidade de conta, tudo sem a necessidade de uma entidade central, como um governo, para emitir ou regular. No entanto, esse universo é mais amplo do que apenas as criptomoedas, abrangendo uma variedade de ativos digitais com propósitos diversos. Essa distinção é fundamental para a compreensão do contexto em que os criptoativos estão inseridos. Enquanto todas as criptomoedas são criptoativos, nem todos os criptoativos são criptomoedas.

A análise e compreensão desses ativos digitais e, mais especificamente, a avaliação de seu valor e comportamento nos mercados, têm gerado um interesse crescente. Nesse contexto, este estudo se concentra na análise de dados de criptoativos, visando fornecer uma visão aprofundada sobre a avaliação desses ativos no mercado financeiro. Através de um estudo de caso, buscamos explorar as ferramentas, técnicas e metodologias empregadas na análise quantitativa de criptoativos.

A análise quantitativa em finanças desempenha um papel fundamental na compreensão e avaliação de ativos financeiros, incluindo os criptoativos. Essa abordagem, muitas vezes referida como finanças quantitativas, integra princípios de teoria financeira, estatística, matemática, programação e ciência de dados para modelar o comportamento dos mercados financeiros, mensurar riscos de investimento e otimizar estratégias.

Profissionais especializados nesse campo, conhecidos como "Quants", adotam uma abordagem rigorosa e baseada em modelos matemáticos e algoritmos para tomar decisões de investimento. Seu objetivo é gerar retornos financeiros superiores em relação a índices de referência, como o IBOV e CDI.

No decorrer deste estudo, exploraremos a aplicação da análise quantitativa no contexto dos criptoativos, destacando a importância das ferramentas e técnicas utilizadas por profissionais de finanças quantitativas. Adicionalmente, abordaremos a análise técnica, que se concentra na interpretação de gráficos de preços e indicadores técnicos para identificar padrões e tendências nos mercados financeiros.

Este trabalho visa fornecer uma compreensão abrangente e crítica da análise de dados de criptoativos, bem como destacar seu papel na avaliação do comportamento desses ativos digitais em um mercado em constante evolução. Por meio de uma investigação detalhada, buscamos não apenas descrever as ferramentas e métodos utilizados, mas também compreender como eles podem ser aplicados com eficácia na tomada de decisões

de investimento e na identificação de oportunidades no mercado de criptoativos.

2.1 Criptoativos e Criptomoedas

Os criptoativos são ativos virtuais protegidos por criptografia, processo que codifica mensagens e dados, de forma a deixá-los mais seguros durante a comunicação. Há diversos tipos de criptos no mercado, como criptomoedas, tokens fungíveis, stablecoins, tokens não fungíveis (NFTs), protocolos de finanças descentralizadas (DeFi) e por aí vai. Normalmente, esses ativos rodam em uma blockchain, grande banco de dados descentralizado que nasceu com o Bitcoin (BTC) no final de 2008. No geral, as blockchains não são controladas por uma autoridade, como bancos centrais e governos. As regras são definidas e gerenciadas por códigos, e as transações confirmadas e validadas por usuários, chamados de "nós" (nodes, em inglês). (INFOMONEY, 2022)

As criptomoedas são um tipo específico de criptoativo. Algumas das mais conhecidas são Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH) e Binance Coin (BNB). No geral, as criptomoedas são semelhantes ao dinheiro, e servem como meio de troca, facilitando as transações comerciais. Mas diferente do dólar, real e outras moedas fiduciárias, elas são totalmente digitais, e não são emitidas por um governo. As criptomoedas também funcionam como reserva de valor, a exemplo do ouro. Além disso, podem ainda ser usadas como unidade de conta para descrever o valor de bens, serviços e produtos. Para resumir e deixar gravado na memória: toda criptomoeda é um criptoativo, mas nem todo criptoativo é uma criptomoeda. (INFOMONEY, 2022)

2.2 Análise Quantitativa em Finanças

A Análise Quantitativa em Finanças, também conhecida como finanças quantitativas, é uma área que combina teoria financeira, estatística, matemática, programação e ciência de dados para modelar e prever o comportamento dos mercados financeiros, o risco dos investimentos e otimizar as estratégias de investimento (COMUNIDADEDEESTATISTICA, 2023).

Os profissionais que trabalham com finanças quantitativas, conhecidos como "Quants", analisam diversas variáveis de forma quantitativa e suas decisões são baseadas inteiramente em seus modelos ou algoritmos. O objetivo das finanças quantitativas é gerar retornos maiores do que alguma referência, como o IBOV, CDI, entre outros (P., 2021).

A análise quantitativa é o processo de aplicação de ferramentas matemáticas e estatísticas para apresentar situações complexas em termos de um valor numérico. Os analistas quantitativos se concentram em números, estatísticas, dados e porcentagens. Como resultado, a análise quantitativa geralmente envolve a coleta, avaliação e análise de

grandes volumes de dados para identificar padrões ou tendências (CUBOUP, 2023).

A análise quantitativa feita no mercado financeiro geralmente é baseada em dois tipos de dados: os financeiros, que vêm do balanço de empresas ou portfólios de gestoras de investimentos, e os econômicos, como PIB, inflação, dados de consumo. A partir dessas informações, busca-se padrões de comportamento e constrói-se modelos para explicar ou prever as movimentações de mercado, estratégias de investimento baseadas em decisões de algoritmos e analisa-se o risco de operações.

A obtenção e tratamento de dados é grande parte do trabalho, que garante que os modelos e estratégias resultantes sejam os melhores possíveis. O uso de dados "sujos", sem muitos filtros, ou até mesmo de dados inadequados (comparar números mensais com outros anuais, por exemplo) pode fazer a ideia de investimento ir por água abaixo (I, 2022).

2.3 Análise técnica

A análise técnica é uma abordagem para investimentos que se baseia na análise de gráficos e dados históricos de preços de um ativo financeiro, com o objetivo de identificar padrões e tendências que possam ajudar a prever o comportamento futuro desse ativo. A análise técnica se concentra principalmente na análise de gráficos de preços, indicadores técnicos e padrões de preços.

2.4 Gráfico de velas

Os gráficos de candlestick, também conhecidos como gráficos de velas japonesas, são uma forma de representação visual dos movimentos de preços de um ativo financeiro ao longo do tempo. Eles foram desenvolvidos no Japão no século XVII para analisar o preço do arroz, mas desde então se tornaram uma ferramenta amplamente utilizada em todo o mundo para análise técnica de diversos tipos de ativos financeiros, como ações, moedas, commodities e futuros.

Cada candlestick representa um período de tempo específico, como um dia ou uma hora, e inclui informações sobre o preço de abertura, preço de fechamento, preço mais alto e preço mais baixo durante esse período. O corpo do candlestick é formado pelo preço de abertura e pelo preço de fechamento, enquanto as sombras superiores e inferiores representam os preços mais altos e mais baixos do período.

Os candlesticks são utilizados por analistas técnicos para identificar tendências de preços, padrões de reversão e de continuidade de tendência.

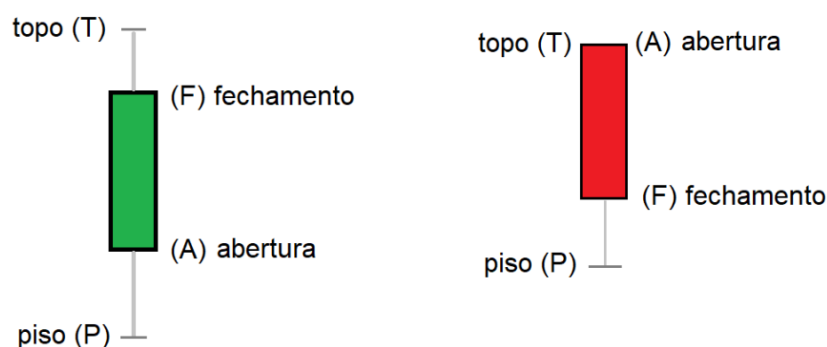


Figura 1 – Representação de abertura e fechamento em um gráfico de velas (EDUCAÇÃO, 2021).

2.5 Indicador de Tendência

2.5.1 RSI

O Índice de Força Relativa (Relative Strength Index) é um indicador de análise técnica que mede a magnitude das mudanças recentes de preço para avaliar se um ativo está sobrecomprado ou sobrevendido. O RSI é calculado comparando a performance atual de um ativo contra sua performance prévia, ou seus dias de alta versus seus dias de baixa.

Definição: O RSI é um oscilador de momentum que compara a magnitude dos ganhos recentes com as perdas recentes para determinar condições de sobrecompra e sobrevenda (BRUNOFX, 2023).

Cálculo: O RSI é calculado usando a seguinte fórmula: $RSI = 100 - 100 / (1 + RS)$, onde RS é a média dos fechamentos mais altos dividida pela média dos fechamentos mais baixos durante um período especificado (BRUNOFX, 2023).

Interpretação: Valores do RSI acima de 70 indicam que um ativo pode estar sobrecomprado e valores abaixo de 30 indicam que um ativo pode estar sobrevendido. No entanto, esses níveis podem variar dependendo das condições do mercado.

Aplicação: O RSI é comumente usado em conjunto com outras ferramentas de análise técnica para fornecer sinais de negociação mais robustos.

2.5.2 Williams Percentage Range

O Williams Percentage Range (%R) é um indicador de análise técnica desenvolvido por Larry Williams. Ele é um oscilador versátil que apresenta de forma simples a interpretação de sinais de compra e venda, além de informar aos investidores se um ativo está na posição de sobrecompra ou sobrevenda (ADVFN, 2023).

Aqui está uma fundamentação teórica básica para o Williams

Definição: O Williams %R é um oscilador que mede a velocidade na qual os preços mudam no mercado. Ele é usado para identificar condições de sobrecompra e sobrevenda, fornecendo sinais de compra e venda (ADVFN, 2023).

Cálculo: O %R é calculado usando a seguinte fórmula: $\%R = - (MÁXIMA (MÁXIMA (i - n)) - FECHAMENTO (i)) / (MÁXIMA (MÁXIMA (i - n)) - MIN (MÍNIMA (i - n))) * 100$ (METATRADER5, 2023).

Onde: FECHAMENTO (i) é o preço de fechamento de hoje; n é o número de períodos; Ln é o preço de venda mais baixo dos últimos n períodos; Hn é o preço de compra mais alto dos últimos n períodos (ADVFN, 2023).

Interpretação: Valores do %R abaixo de -80 são considerados uma posição de sobrevenda e acima de -20 são considerados uma posição de sobrecompra. Assim, a regra criada por Larry Williams foi comprar um ativo na posição de sobrevenda quando: - %R alcançar -100%; - 5 dias de negociação passados desde quando o -100% foi alcançado; - %R aumenta entre -95% or -85%. Ou então, vender um ativo na posição de sobrecompra quando: - %R atingir 0%; - 5 dias de negociação passados desde quando o 0% foi alcançado - %R cai abaixo de -5% ou -15%. (ADVFN, 2023)

2.6 Biblioteca Vectorbt

A biblioteca vectorbt é um pacote Python para análise quantitativa que adota uma abordagem inovadora para backtesting. Ela opera inteiramente em objetos pandas e NumPy, e é acelerada por Numba para analisar qualquer dado em velocidade e escala. Isso permite o teste de muitos milhares de estratégias em segundos.

Em contraste com outros backtesters, o vectorbt representa dados complexos como arrays (estruturados) NumPy. Isso permite uma computação super rápida usando operações vetorizadas com NumPy e operações não vetorizadas, mas compiladas dinamicamente com Numba. Ele também integra Plotly e Jupyter Widgets para exibir gráficos complexos e painéis semelhantes ao Tableau diretamente no notebook Jupyter.

O vectorbt foi implementado para resolver problemas comuns de desempenho das bibliotecas de backtesting. Ele se baseia na ideia de que cada instância de uma estratégia de negociação pode ser representada de forma vetorizada, então várias instâncias de estratégia podem ser agrupadas em um único array multidimensional, processadas de maneira altamente eficiente e comparadas facilmente. Ele reformula a abordagem tradicional de OOP que representa estratégias como classes e outras estruturas de dados, que são mais fáceis de escrever e estender em comparação com vetores, mas mais difíceis de analisar e também requerem esforço adicional para fazê-lo rapidamente.

Graças à natureza de séries temporais dos dados de negociação, a maioria dos aspectos relacionados ao backtesting pode ser traduzida em vetores. A representação

de diferentes recursos como colunas oferece infinitas possibilidades para backtesting (POLAKOW, 2023).

2.7 Conclusão da Fundamentação Teórica

No contexto atual do cenário financeiro, os criptoativos representam um avanço revolucionário, desafiando os paradigmas tradicionais das finanças. O destaque dado às criptomoedas como ativos digitais independentes de uma entidade central tem despertado interesse, porém é fundamental discernir que o universo dos criptoativos vai além das criptomoedas. Este estudo visa aprofundar a análise desses ativos no mercado financeiro, explorando ferramentas, técnicas e metodologias da análise quantitativa.

A análise quantitativa em finanças se revelou essencial para compreender os criptoativos. Fundamentada em princípios de teoria financeira, estatística, matemática e ciência de dados, essa abordagem nos permite modelar o comportamento dos mercados financeiros, mensurar riscos e otimizar estratégias de investimento. Os profissionais nesse campo, conhecidos como "Quants", utilizam modelos matemáticos e algoritmos para tomar decisões de investimento com o objetivo de obter retornos superiores em relação a índices de referência.

Além disso, exploramos a análise técnica, que se concentra na interpretação de gráficos de preços e indicadores técnicos para identificar padrões e tendências nos mercados financeiros. Ferramentas como os gráficos de velas, indicadores de tendência como o RSI e o Williams Percentage Range oferecem uma visão valiosa para previsões futuras e tomada de decisões.

Ao reunir esses conhecimentos, percebemos a importância da aplicação dessas metodologias na análise dos criptoativos, não apenas para descrever movimentos de mercado, mas para aprimorar estratégias de investimento e identificação de oportunidades.

Ao avançarmos para o próximo capítulo, direcionaremos nosso foco para o tratamento de dados, onde aplicaremos esses conceitos teóricos na prática. A coleta, processamento e análise de dados de criptoativos serão conduzidas utilizando as ferramentas e técnicas discutidas, aprofundando nosso entendimento e análises mais específicas.

3 TRATAMENTO DE DADOS

O terceiro capítulo deste trabalho é dedicado ao tratamento de dados, uma etapa crucial na análise quantitativa de criptoativos. Neste capítulo, abordaremos os seguintes tópicos:

3.1 Aquisição de Dados Históricos

Nesta seção, discutiremos o processo de aquisição de dados históricos dos criptoativos relevantes para a sua análise, com foco principal nos ativos Bitcoin e Ethereum. Explicaremos as fontes de dados disponíveis, como exchanges, provedores de dados financeiros e APIs relevantes. Além disso, destacaremos a importância de coletar dados de qualidade e confiáveis para uma análise precisa.

3.2 Escolha das Criptomoedas para Análise

A seleção das criptomoedas a serem analisadas neste estudo foi cuidadosamente ponderada, com base em critérios específicos que visam garantir a representatividade e relevância dos ativos no mercado. Entre os principais critérios utilizados, o volume de transações desempenha um papel fundamental.

O volume de transações é um indicador de grande importância quando se trata de avaliar a liquidez e a atividade de mercado de uma criptomoeda. Criptomoedas com volumes substanciais de transações são geralmente consideradas mais relevantes, uma vez que demonstram uma presença sólida e um histórico considerável de atividade de mercado. Isso é fundamental para garantir que os dados coletados sejam representativos e confiáveis. (FINANCE, 2023)

Portanto, as criptomoedas selecionadas para este estudo, incluindo BTCBRL, ETH-BRL, USDTBRL, e BNBBRL, atendem aos critérios de volume de transações significativo, o que as torna escolhas apropriadas para nossa análise. Esses ativos possuem um histórico comprovado de atividade de mercado e, como resultado, proporcionam uma base sólida para avaliar o comportamento e o desempenho dos criptoativos no contexto do mercado financeiro.

3.3 Período e Frequência da Coleta de Dados

Os dados utilizados para esta análise foram coletados em intervalos de 1 minuto, compreendendo o período de 1º de janeiro de 2023 a 1º de novembro de 2023. A escolha desse intervalo de tempo em alta frequência é fundamental para capturar informações detalhadas sobre o comportamento dos criptoativos.

Ao abranger quase 11 meses de negociações em intervalos tão curtos, podemos examinar o desempenho dos criptoativos com granularidade, o que é especialmente relevante para estratégias de curto prazo e intradiárias. O início do ano de 2023 foi selecionado como ponto de partida, pois representa um momento recente e marca o início de um novo ciclo financeiro.

Os dados coletados em intervalos de 1 minuto incluem preços de abertura e fechamento a cada minuto, volumes de negociação, bem como outras variáveis significativas para análise de criptoativos. Essa alta frequência de coleta de dados permite uma análise mais precisa das oscilações de preço e volume ao longo do tempo.

A escolha do intervalo de 1 minuto é fundamental para garantir que as informações obtidas sejam detalhadas o suficiente para análise intradiária, modelagem de alta frequência e estratégias de curto prazo. Isso proporciona uma visão abrangente do comportamento dos criptoativos em períodos curtos e ao longo de quase um ano, abrangendo diferentes condições de mercado.

3.4 Coleta de Dados

A coleta de dados desempenha um papel fundamental na análise de criptoativos. Para este estudo, dados históricos foram coletados a partir de várias fontes confiáveis, com foco nos criptoativos mais relevantes para a análise, incluindo BTCBRL (Bitcoin em relação ao Real Brasileiro), ETHBRL (Ethereum em relação ao Real Brasileiro), USDTBRL (Tether em relação ao Real Brasileiro) e BNBBRL (Binance Coin em relação ao Real Brasileiro).

A coleta de dados foi realizada por meio da API da Binance, uma das principais exchanges de criptoativos do mundo, utilizando a biblioteca VectorBT. A escolha da Binance se deve ao seu grande volume de transações e sua confiabilidade como fonte de dados para análise financeira.

Os dados foram coletados no período compreendido entre 1 de janeiro de 2023 e 1 de novembro de 2023, com um intervalo de tempo de 1 minuto. Esse intervalo de tempo granular permitiu uma análise detalhada do comportamento dos criptoativos ao longo desse período.

A coleta de dados foi realizada de forma sistemática e organizada, garantindo a qualidade e a integridade das informações coletadas. Esses dados servirão como base para a construção do modelo de investimento e a subsequente análise quantitativa dos criptoativos.

O código abaixo ilustra o processo de coleta de dados:

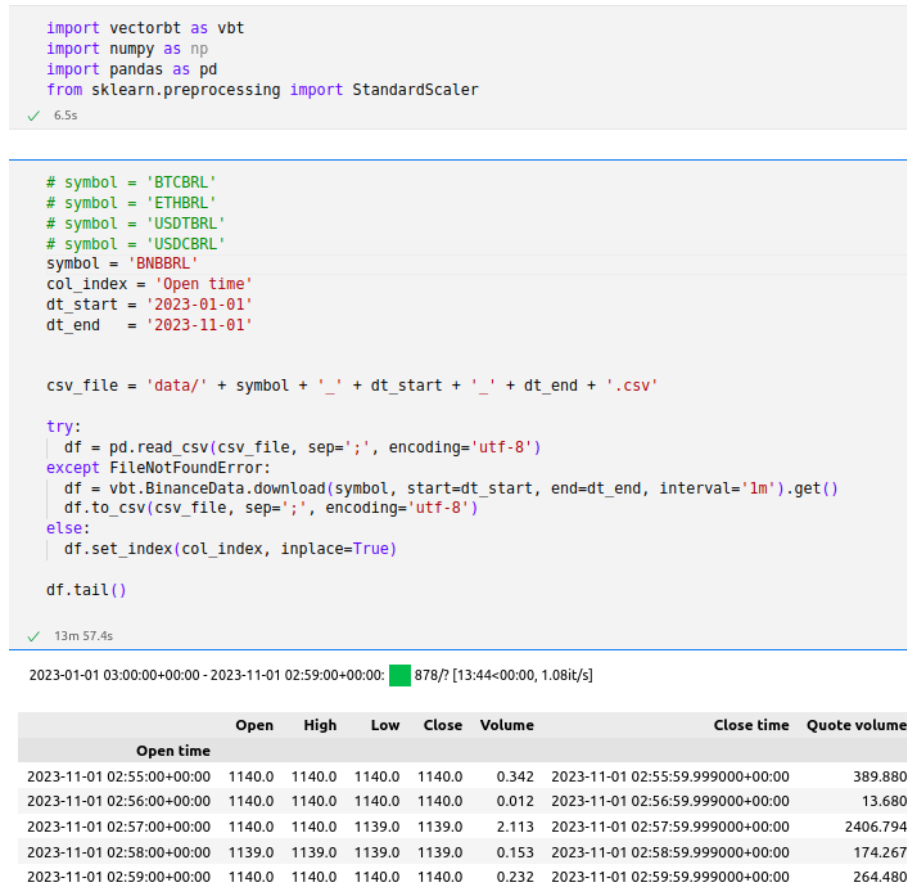


Figura 2 – coleta de dados

Fonte: Elaborada pelos autores.

O código acima inicia importando as bibliotecas necessárias, define os ativos a serem coletados e configura os parâmetros de coleta, incluindo a data de início, data de término e frequência dos dados. Em seguida, ele utiliza a função `vbt.YFData.download` para coletar os dados da API da Binance. Os dados coletados são posteriormente salvos em formato CSV para fácil acesso e referência.

Esse processo de coleta de dados é essencial para obter os dados históricos necessários para as análises subsequentes. Com os dados coletados e armazenados, estamos prontos para avançar na etapa de pré-processamento e seleção das variáveis relevantes para a construção do modelo de investimento.

3.5 Armazenamento e Formato dos Dados

Uma etapa essencial na preparação dos dados para a análise é o armazenamento e o formato em que os dados são mantidos. Neste estudo, os dados históricos dos criptoativos foram armazenados em arquivos no formato CSV (Comma-Separated Values). Esse formato é amplamente utilizado para armazenar dados tabulares de maneira eficiente e é facilmente acessível por várias ferramentas de análise de dados e bibliotecas de programação.

O formato CSV permite a organização dos dados em colunas e linhas, tornando-os adequados para análises subsequentes. Cada coluna representa uma variável específica, como preço de abertura, preço de fechamento, volume de negociação, etc., enquanto cada linha corresponde a um ponto de dados em um intervalo de tempo específico.

O uso do formato CSV facilita a importação dos dados para as ferramentas de análise, como bibliotecas Python (pandas, NumPy) e pacotes de análise de dados. Isso torna mais conveniente e eficiente a manipulação e a preparação dos dados para as etapas subsequentes da análise quantitativa.

O armazenamento dos dados em formato CSV contribui para a organização e o gerenciamento eficaz dos dados, garantindo que estejam prontos para serem processados e utilizados na construção do modelo de investimento e na avaliação do comportamento dos criptoativos ao longo do período analisado.

3.6 Pré-processamento dos Dados

Nesta seção, descrevemos as etapas específicas de pré-processamento de dados que foram aplicadas aos criptoativos BTCBRL, ETHBRL, USDTBRL e BNBBRL. O pré-processamento visa preparar os dados para análises subsequentes e modelagem de investimento. As etapas incluíram:

3.6.1 Cálculo de Retornos

Primeiramente, foram calculados os retornos diários dos criptoativos. Isso foi feito através da seguinte fórmula:

```
df['retornos'] = df.Close.pct_change().dropna()
```

Figura 3 – Cálculo de retornos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Essa etapa permite a análise da variação percentual diária dos preços, que é essencial para a modelagem de estratégias de investimento.

3.6.2 Segmentação de Retornos Positivos e Negativos

Após o cálculo dos retornos diários, os retornos foram segmentados em duas categorias: positivos e negativos. Isso foi alcançado com os seguintes passos:

```
df['retornos_positivos'] = df['retornos'].apply(lambda x: x if x > 0 else 0)
df['retornos_negativos'] = df['retornos'].apply(lambda x: abs(x) if x < 0 else 0)
```

Figura 4 – segmentacao de retornos positivos e negativos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Essa segmentação é fundamental para analisar o comportamento de ganhos e perdas separadamente.

3.6.3 Cálculo do RSI (Relative Strength Index)

O Índice de Força Relativa (RSI) é um indicador importante na análise técnica e pode fornecer insights valiosos para estratégias de investimento. Para calcular o RSI, as médias móveis dos retornos positivos e negativos foram calculadas:

```
df['mrp_21'] = df['retornos_positivos'].rolling(window = 21).mean()
df['mrn_21'] = df['retornos_negativos'].rolling(window = 21).mean()
```

Figura 5 – Médias móveis dos retornos positivos e negativos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em seguida, o RSI foi calculado usando a fórmula padrão:

```
df['RSI_21'] = (100 - 100/(1 + df['mrp_21']/df['mrn_21']))
```

Figura 6 – calculo RSI

Fonte: Elaborada pelos autores.

O RSI é um indicador-chave para avaliar se um ativo está sobrecomprado ou sobrevendido e pode ser utilizado na tomada de decisões de investimento.

Essas etapas de pré-processamento são essenciais para a construção de modelos de investimento e para a avaliação de estratégias futuras. Os dados agora estão prontos para análises mais aprofundadas e a implementação de modelos de investimento.

3.6.4 Cálculo do Williams Percentage Range (WPR)

O Williams Percentage Range (WPR) é um indicador de análise técnica que fornece informações valiosas sobre a condição de sobrecompra ou sobrevenda de um ativo financeiro. Para calcular o WPR, foram realizadas as seguintes etapas:

Primeiro, o valor máximo (maior fechamento) durante 14 períodos foi calculado:

```
# Calcular o valor máximo (maior fechamento) durante o período|
df['Max_close'] = df['High'].rolling(window=14).max()
```

Figura 7 – calculo WPR - (maior fechamento) durante 14 períodos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em seguida, o valor mínimo (menor fechamento) durante o mesmo período foi calculado:

```
# Calcular o valor mínimo (menor fechamento) durante o período
df['Min_close'] = df['Low'].rolling(window=14).min()
```

Figura 8 – calculo WPR - (menor fechamento) durante 14 períodos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com esses valores, o WPR foi calculado usando a fórmula do indicador:

```
# Calcular o Williams Percentage Range (WPR)
df['WPR'] = ((df['Max_close'] - df['Close']) / (df['Max_close'] - df['Min_close'])) * -100
```

Figura 9 – calculo WPR - fórmula

Fonte: Elaborada pelos autores.

O WPR é valioso para identificar níveis de sobrecompra e sobrevenda nos ativos.

3.6.5 Padronização dos Dados

Para garantir que as diferentes variáveis estejam na mesma escala e não influenciem desproporcionalmente os modelos de investimento, bem como adicionar uma coluna de retornos, foi aplicada a padronização dos dados e criada a coluna de retornos.

```
# Remover colunas auxiliares
df.drop(['Max_close', 'Min_close'], axis=1, inplace=True)

# Crie um objeto StandardScaler
scaler = StandardScaler()

columns = ['Close', 'RSI_21', 'WPR']
# Ajuste e transforme os dados nas colunas selecionadas
df[['s_close', 's_rsi21', 's_wpr']] = scaler.fit_transform(df[columns])
```

Figura 10 – Padronização dos Dados

Fonte: Elaborada pelos autores.

Essas etapas combinadas completam o pré-processamento dos dados, permitindo análises mais avançadas e a construção de modelos de investimento.

3.7 Seleção de Variáveis Relevantes

Nesta seção, discutiremos a seleção de variáveis relevantes para nossa análise de cryptoativos. A escolha de variáveis apropriadas desempenha um papel fundamental na construção de um modelo de investimento eficaz. Para este estudo, focaremos em duas variáveis específicas: o indicador Williams %R (WPR) e o Índice de Força Relativa (RSI_21).

Para selecionar as variáveis relevantes, adotamos uma abordagem baseada em quantis, que é comumente utilizada na análise técnica de ativos financeiros. Primeiro, calculamos os quantis para o indicador WPR e o RSI_21, especificamente os percentis 5 % (q_wpr_min e q_rsi_min), 95 % (q_wpr_max) e 96 % (q_rsi_max). Esses quantis nos ajudam a identificar os extremos nos valores dessas variáveis.

Os quantis calculados são os seguintes:

q_wpr_min: 5º percentil do indicador WPR

q_wpr_max: 95º percentil do indicador WPR

q_rsi_min: 5º percentil do RSI_21

q_rsi_max: 96º percentil do RSI_21

Esses valores de quantis nos proporcionam limites para definir condições de compra e venda com base na análise técnica. Aqui está o trecho de código em Python que realiza esse cálculo:

```
q_wpr_min = df.WPR.quantile(.05)
q_wpr_max = df.WPR.quantile(.95)

q_rsi_min = df.RSI_21.quantile(.05)
q_rsi_max = df.RSI_21.quantile(.96)
```

Figura 11 – variaveis relevantes

Fonte: Elaborada pelos autores.

Além disso, para uma melhor compreensão dos valores obtidos, os quantis foram visualizados por meio de um histograma, fornecendo uma representação gráfica da distribuição dos dados.

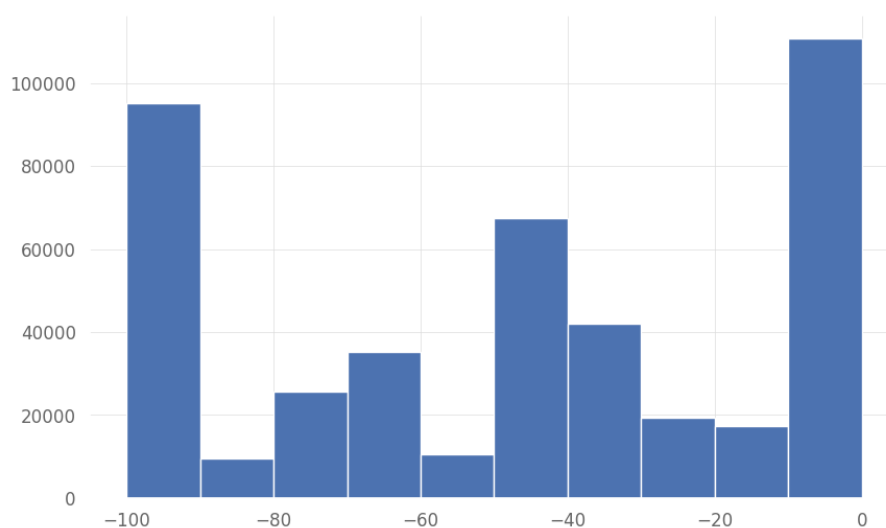


Figura 12 – Histograma WPR

Fonte: Elaborada pelos autores.

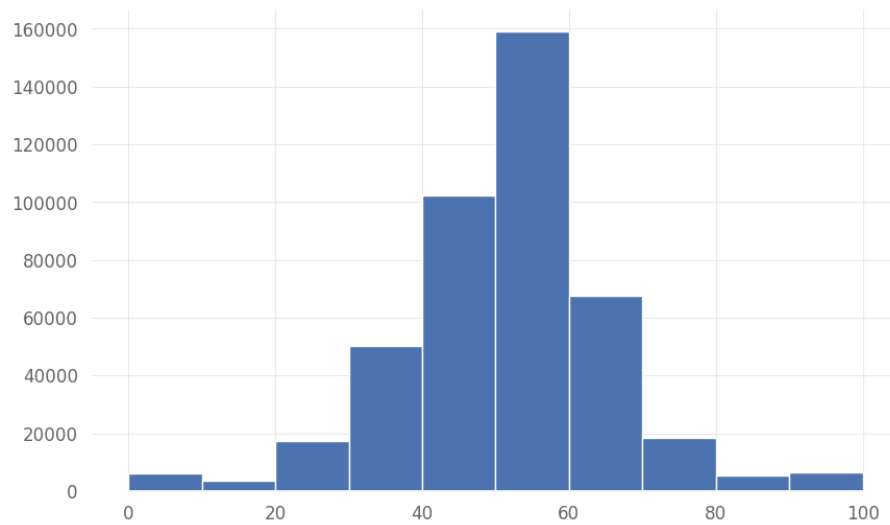


Figura 13 – Histograma RSI

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após calcular os quantis das variáveis WPR e RSI_21, utilizamos esses valores para definir condições que nos ajudarão a identificar oportunidades de compra e venda com base na análise técnica. Continuando a partir do trecho anterior, a seguir aplicamos essas condições ao nosso conjunto de dados:

```
df.loc[(df.WPR <= q_wpr_min) & (df.RSI_21 < q_rsi_min)], 'buy'] = True  
df.loc[(df.WPR >= q_wpr_max) & (df.RSI_21 >= q_rsi_max)], 'sell'] = True
```

Figura 14 – variáveis relevantes

Fonte: Elaborada pelos autores.

Esses valores de quantis estabelecem limites que nos auxiliam na definição de critérios para a identificação de oportunidades de compra (buy) e venda (sell) com base nos extremos observados nas variáveis WPR e RSI_21. A estratégia aqui apresentada é específica para a análise técnica adotada neste trabalho e, como tal, deve ser ajustada e validada com base em nossos objetivos de investimento e na evolução do mercado.

Esta abordagem visa destacar momentos em que as variáveis WPR e RSI_21 se encontram em condições extremas, possibilitando a tomada de decisões informadas em relação à compra e venda de criptoativos. Estas decisões são fundamentais para nossa estratégia de investimento e serão detalhadas na etapa seguinte.

No próximo capítulo, avançaremos para o desenvolvimento do algoritmo com base nas variáveis selecionadas e nas condições definidas nesta seção.

4 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO

Neste, abordaremos o desenvolvimento do algoritmo que irá traduzir nossa estratégia de análise técnica em ações de compra e venda de criptoativos.

O algoritmo que estamos prestes a apresentar é a espinha dorsal da nossa estratégia de investimento. Ele utiliza uma cuidadosa seleção de variáveis e condições específicas para identificar oportunidades de investimento. Ao longo deste capítulo, detalharemos a implementação do algoritmo e discutiremos suas considerações, desde a escolha do algoritmo em si até a avaliação do seu desempenho.

Nosso objetivo é criar um modelo que nos permita tomar decisões informadas com base em análise técnica e, consequentemente, maximizar o potencial de retorno dos criptoativos. Este capítulo é essencial para compreender como nossa estratégia se traduz em operações reais.

4.1 Escolha do Algoritmo

4.1.1 Objetivos da Estratégia

Antes de selecionar um algoritmo, é fundamental estabelecer claramente os objetivos da nossa estratégia de investimento. No nosso caso, buscamos uma estratégia que capitalize em condições técnicas específicas de mercado. Esses objetivos influenciam diretamente a escolha do algoritmo.

4.1.2 Natureza dos Criptoativos

Ao lidar com criptoativos, é essencial compreender a sua natureza. Os criptoativos são conhecidos por sua volatilidade, natureza descentralizada e funcionamento 24/7. Estas características únicas devem ser levadas em conta na escolha do algoritmo.

4.1.3 Escolha do Algoritmo

Nossa escolha de algoritmo é baseada em uma estratégia que identifica oportunidades de compra e venda com base em condições técnicas. O código a seguir demonstra a implementação do algoritmo que será utilizado:

```
comprar = True

for i in list(df.index):
    if comprar:
        if df.loc[i].buy:
            compra_id = i
            comprar = False
            df.loc[i, 'sell'] = False
        else:
            df.loc[i, 'buy'] = False
            df.loc[i, 'sell'] = False
    else:
        if (df.loc[i].sell) | (df.loc[i].Close < (df.loc[compra_id].Close*.98)):
            comprar = True
            df.loc[i, 'buy'] = False
        else:
            df.loc[i, 'buy'] = False
            df.loc[i, 'sell'] = False

prices = df.Close
buy = df.buy
sell = df.sell

pf = vbt.Portfolio.from_signals(prices, buy, sell)
pf.plot().show()
pf.stats()
```

✓ 2m 58.2s

Figura 15 – escolha do algoritmo

Fonte: Elaborada pelos autores.

Este código implementa a lógica de nossa estratégia, determinando os momentos de compra (buy) e venda (sell) com base nas condições técnicas previamente definidas na Seção 3.3.

4.1.4 Avaliação do Algoritmo

A escolha do algoritmo não é uma decisão isolada, mas sim o primeiro passo em direção à avaliação do desempenho de nossa estratégia de investimento. No Capítulo 5, analisaremos os resultados obtidos com a aplicação deste algoritmo em dados históricos, usando métricas de desempenho e backtesting para avaliar a sua eficácia.

A escolha do algoritmo é uma etapa crucial que deve estar alinhada com nossos objetivos e a natureza dos criptoativos. No próximo capítulo, avançaremos com a implementação e análise dos resultados obtidos com a estratégia baseada neste algoritmo.

4.2 Implementação do Algoritmo

Nesta seção, adentramos a fase de implementação do algoritmo que constituirá nossa estratégia de investimento em criptoativos. O desenvolvimento e aplicação deste algoritmo representam um marco crítico na nossa análise quantitativa. A partir deste ponto, a teoria se transforma em ações tangíveis de compra e venda de ativos digitais.

O foco da implementação reside na operacionalização da lógica que determina o momento de compra ou venda de criptoativos, com base em critérios técnicos pré-definidos. Essa lógica é uma extensão direta das condições delineadas na Seção 3.3 e é a pedra angular para a identificação de oportunidades de investimento.

Neste capítulo, detalharemos não apenas a lógica subjacente do algoritmo, mas também a apresentação do código em linguagem Python que a traduz em ações executáveis. Esse código é de fundamental importância para o funcionamento do nosso modelo de investimento e representa a materialização prática de nossa estratégia.

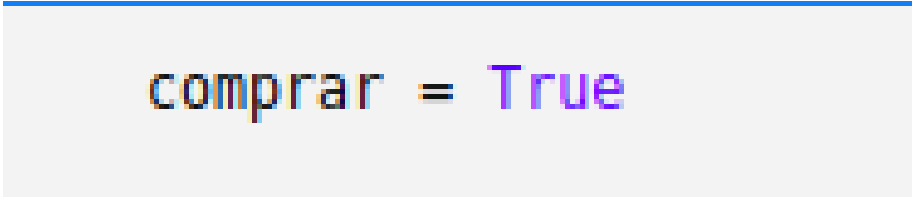
Além da explanação do código, abordaremos as bibliotecas e ferramentas utilizadas, os dados de entrada necessários, as saídas resultantes e a maneira pela qual o algoritmo é empregado para avaliar o desempenho da nossa estratégia.

Este capítulo representa a concretização de nossa estratégia de análise quantitativa de criptoativos e, portanto, é o momento em que nossa abordagem é transformada em ações operacionais. Cada linha de código reflete um passo em direção à realização dos nossos objetivos de investimento. Estamos diante de uma imersão no âmbito prático da análise quantitativa, onde nossa estratégia toma forma por meio do desenvolvimento do algoritmo.

4.2.1 Lógica do Algoritmo

Nesta seção, iremos decompor o código de implementação do algoritmo em seus componentes-chave para uma compreensão mais profunda da lógica subjacente.

4.2.1.1 Inicialização das Variáveis



```
comprar = True
```

Figura 16 – Inicialização das Variáveis

Fonte: Elaborada pelos autores.

Iniciamos a variável 'comprar' como 'True', que serve como um interruptor para indicar se estamos em um estado de compra ou venda de criptoativos.

4.2.1.2 Loop Iterativo

```
for i in list(df.index):
```

Figura 17 – Loop Iterativo

Fonte: Elaborada pelos autores.

Iniciamos um loop que percorre os índices do nosso conjunto de dados. Isso permite que analisemos os dados sequencialmente, um ponto de dados de cada vez.

4.2.1.3 Verificação de Estado de Compra

```
if comprar:
    if df.loc[i].buy:
        compra_id = i
        comprar = False
        df.loc[(i), 'sell'] = False
    else:
        df.loc[(i), 'buy'] = False
        df.loc[(i), 'sell'] = False
```

Figura 18 – Verificação de Estado de Compra

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dentro do loop, verificamos o estado de compra. Se estamos no estado de compra (`comprar = True`) e as condições técnicas indicam que devemos comprar (representadas por `df.loc[i].buy`), então registramos o ponto de compra (`compra_id`), mudamos para o estado de venda (`comprar = False`) e garantimos que o estado de venda seja falso (`df.loc[(i), 'sell'] = False`). Caso contrário, definimos as colunas `buy` e `sell` como falsas.

4.2.1.4 Verificação de Estado de Venda

```

else:
    if (df.loc[i].sell) | (df.loc[i].Close < (df.loc[compra_id].Close*.98)):
        comprar = True
        df.loc[i, 'buy'] = False
    else:
        df.loc[i, 'buy'] = False
        df.loc[i, 'sell'] = False

```

Figura 19 – Verificação de Estado de Venda

Fonte: Elaborada pelos autores.

Aqui, registramos os preços de fechamento, bem como os momentos de compra (buy) e venda (sell) em variáveis separadas para análise posterior.

Essa divisão do código em pequenos trechos com explicações detalhadas tornará a lógica do algoritmo mais acessível e clara para os leitores, facilitando a compreensão de como as condições técnicas são traduzidas em ações de compra e venda.

4.2.2 Dados de Entrada

Nesta seção, exploraremos os dados de entrada essenciais que fundamentam a nossa análise quantitativa de criptoativos. O DataFrame que utilizamos é uma peça central desta análise e contém informações relevantes para a nossa estratégia de investimento.

O DataFrame abrange um período de amostra que vai de 2023-01-01 a 2023-11-01 e é composto por um total de 437.680 entradas. Essas entradas representam observações sequenciais ao longo do tempo, e cada uma corresponde a um ponto de dados associado aos criptoativos em análise.

A estrutura do DataFrame inclui 22 colunas, cada uma com um papel específico. Aqui está uma visão geral das colunas e seus tipos de dados:

Open, High, Low, Close, Volume: Essas colunas contêm informações de preços e volume de negociação dos criptoativos, fornecendo dados cruciais para a análise técnica.

Close time: Uma coluna do tipo object que pode conter informações de data e hora relacionadas às operações de fechamento.

Quote volume, Number of trades, Taker base volume, Taker quote volume: Colunas que detalham informações de negociação, incluindo volumes relacionados às operações de compra e venda.

Retornos, Retornos positivos, Retornos negativos: Essas colunas contêm informações sobre os retornos dos ativos, bem como seus componentes positivos e negativos.

mrp_21, mrn_21, RSI_21: Colunas que descrevem indicadores técnicos, como médias móveis e o Índice de Força Relativa (RSI).

Buy, Sell: Colunas do tipo bool que indicam os momentos de compra e venda com base em nossa estratégia.

WPR, s_close, s_rsi21, s_wpr: Outras colunas que podem conter informações relevantes para a análise técnica.

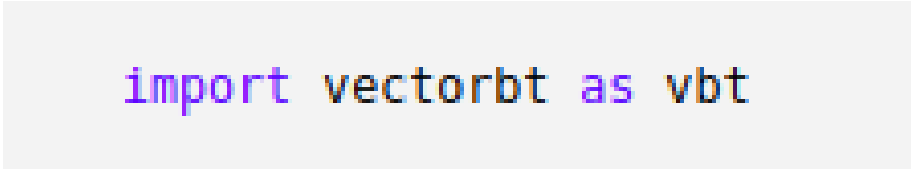
É importante notar que a verificação de valores nulos é fundamental para garantir a qualidade dos dados utilizados em nossa análise. O comando `df.info()` revelou que a maioria das colunas não possui valores nulos, o que é um bom indicativo da integridade do conjunto de dados. Contudo, é essencial realizar uma verificação mais aprofundada para garantir que não haja dados ausentes que possam afetar nossos cálculos.

A estrutura detalhada do DataFrame, juntamente com os tipos de dados de cada coluna, fornecem a base sólida necessária para a nossa análise quantitativa de criptoativos. A compreensão dessas informações é crucial para as etapas subsequentes de desenvolvimento e avaliação do nosso modelo de investimento.

4.2.3 Bibliotecas e Ferramentas

Nesta subseção, vamos explorar as bibliotecas e ferramentas que foram utilizadas na implementação do algoritmo. Essas ferramentas desempenham um papel fundamental na avaliação do desempenho do nosso modelo de investimento.

Bibliotecas e Ferramentas Utilizadas:



```
import vectorbt as vbt
```

Figura 20 – Bibliotecas e Ferramentas Utilizadas

Fonte: Elaborada pelos autores.

Listamos as bibliotecas e ferramentas que desempenharam um papel essencial na implementação do nosso algoritmo. Você pode fornecer detalhes sobre o propósito de cada biblioteca e como elas contribuíram para o desenvolvimento e análise da estratégia.

4.2.4 Análise de Resultados

Nesta subseção, apresentaremos e analisaremos os resultados da nossa estratégia de investimento. Para avaliar o desempenho da estratégia, utilizamos o objeto de portfólio `pf` e geramos uma série de métricas quantitativas e estatísticas.

Criação do Objeto de Portfólio:


```
pf = vbt.Portfolio.from_signals(prices, buy, sell)
```

Figura 21 – Criação do Objeto de Portfólio

Fonte: Elaborada pelos autores.

Neste trecho de código, criamos um objeto de portfólio (pf) usando a biblioteca 'vectorbt'. Esse objeto é fundamental para acompanhar e avaliar o desempenho da nossa estratégia com base nos preços de fechamento, momentos de compra (buy) e momentos de venda (sell).

Gráficos:

```
pf.plot().show()
```

Figura 22 – Código para exibição dos gráficos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Utilizamos o objeto de portfólio para gerar gráficos que ilustram o desempenho da nossa estratégia. Esses gráficos podem incluir informações sobre o valor do portfólio ao longo do tempo, os momentos de compra e venda, entre outros indicadores relevantes.

O gráfico que representa o desempenho do portfólio ao longo do tempo:

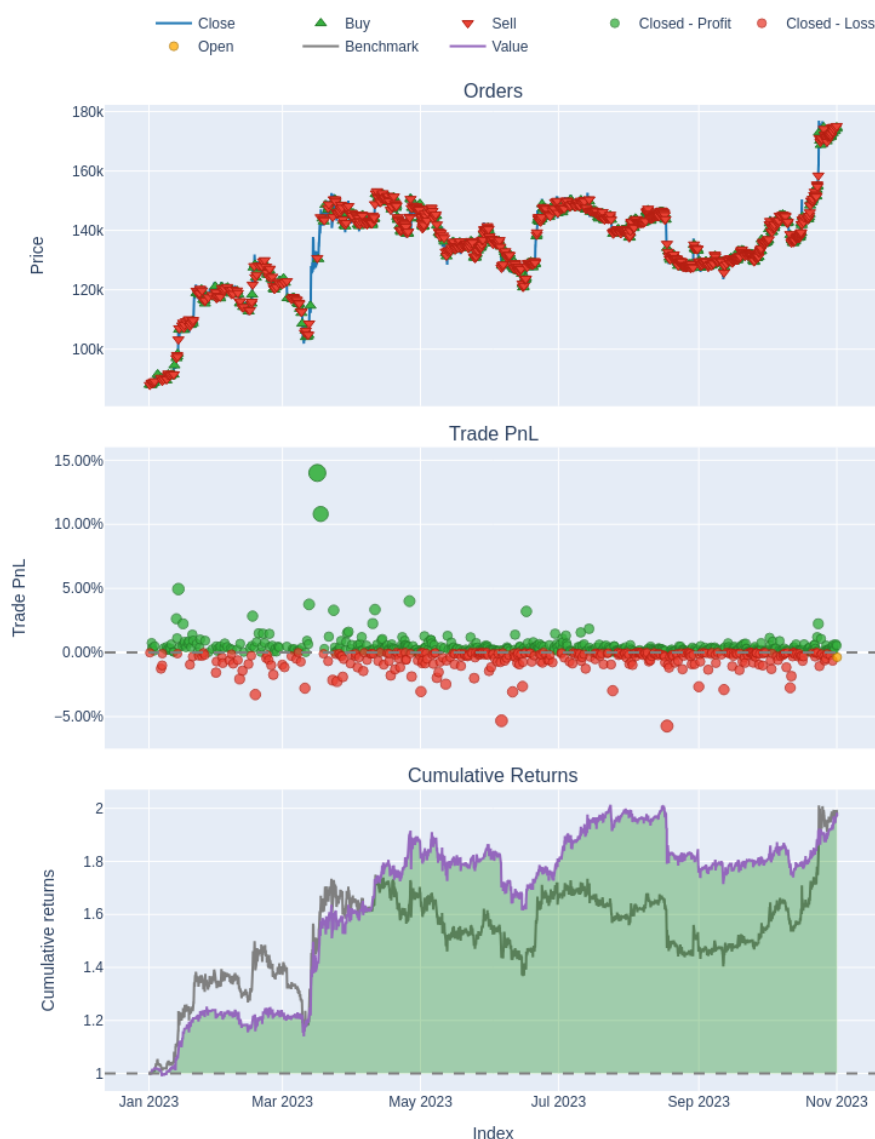
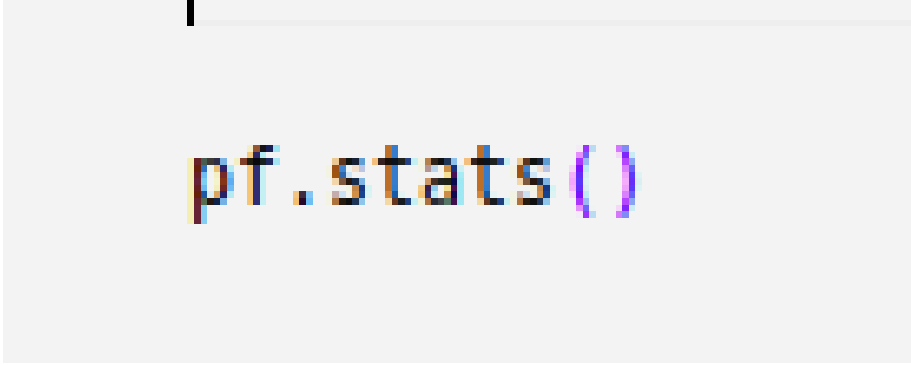


Figura 23 – Gráfico do portfólio

Fonte: Elaborada pelos autores.

O gráfico acima ilustra como o valor do nosso portfólio evoluiu ao longo do período de análise. Ele mostra a trajetória do portfólio, destacando os momentos de crescimento e as possíveis áreas de declínio. A análise deste gráfico nos ajudará a compreender visualmente o desempenho da estratégia e a identificar tendências significativas.

Estatísticas:



```
pf.stats()
```

Figura 24 – Estatísticas do portfólio

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tivemos o seguinte retorno:

```
Start                2023-01-01 03:00:00+00:00
End                  2023-11-01 02:59:00+00:00
Period               437680
Start Value          100.0
End Value            197.076269
Total Return [%]     97.076269
Benchmark Return [%] 97.819343
Max Gross Exposure [%] 100.0
Total Fees Paid      0.0
Max Drawdown [%]     15.716832
Max Drawdown Duration 144154.0
Total Trades         1046
Total Closed Trades  1045
Total Open Trades    1
Open Trade PnL        -0.730193
Win Rate [%]          66.124402
Best Trade [%]        14.008077
Worst Trade [%]       -5.736547
Avg Winning Trade [%] 0.356067
Avg Losing Trade [%]  -0.494091
Avg Winning Trade Duration 182.884226
Avg Losing Trade Duration 354.795455
Profit Factor         1.327298
Expectancy            0.09197
dtype: object
```

Figura 25 – Tivemos o seguinte retorno

Fonte: Elaborada pelos autores.

Explicação:

Período de Análise: A estratégia foi avaliada ao longo de um período que se estende de 2023-01-01 a 2023-11-01, totalizando 437.680 pontos de dados.

Valor Inicial: O valor inicial do portfólio foi de 100.0 unidades da moeda de referência.

Valor Final: Após a análise, o valor do portfólio aumentou para 197.076269 unidades da moeda de referência.

Retorno Total [%]: O retorno total obtido durante o período de análise foi de 97.076269%, o que significa que o portfólio quase dobrou em valor.

Retorno de Benchmark [%]: O retorno do nosso portfólio foi comparado ao retorno de um benchmark de referência, que foi de 97.819343%. A estratégia teve um desempenho ligeiramente inferior ao benchmark.

Exposição Máxima Bruta [%]: A estratégia atingiu uma exposição máxima bruta de 100.0%, o que significa que, em determinados momentos, todos os fundos estavam investidos em ativos.

Taxas Totais Pagas: Durante o período de análise, não foram pagas taxas de negociação, resultando em um total de taxas pagas igual a 0.0.

Máxima Retirada [%]: A máxima retirada durante a análise foi de 15.716832%, o que representa a maior perda relativa do valor do portfólio.

Duração da Máxima Retirada: A máxima retirada foi mantida por um período de 144.154 unidades de tempo.

Total de Operações: Durante a análise, foram realizadas um total de 1.046 operações.

Operações Fechadas: Das operações realizadas, 1.045 foram fechadas.

Operações em Aberto: No final da análise, havia uma operação em aberto.

Resultado de Operação em Aberto: A operação em aberto gerou uma perda de -0.730193 unidades da moeda de referência.

Taxa de Ganho [%]: A estratégia alcançou uma taxa de vitória de 66.124402%, indicando que a maioria das operações resultou em lucro.

Melhor Operação [%]: A melhor operação teve um retorno de 14.008077%.

Pior Operação [%]: A pior operação resultou em uma perda de -5.736547%.

Retorno Médio das Operações Lucrativas [%]: O retorno médio das operações lucrativas foi de 0.356067%.

Retorno Médio das Operações Não Lucrativas [%]: O retorno médio das operações não lucrativas foi de -0.494091%.

Duração Média das Operações Lucrativas: A duração média das operações lucrativas foi de 182.884226 unidades de tempo.

Duração Média das Operações Não Lucrativas: A duração média das operações não lucrativas foi de 354.795455 unidades de tempo.

Fator de Lucro: O fator de lucro da estratégia foi de 1.327298.

Expectativa: A expectativa da estratégia foi de 0.09197, indicando um valor esperado positivo para cada unidade de risco assumido.

5 RESULTADOS

No Capítulo 5, procederemos à análise minuciosa dos resultados obtidos por meio da aplicação da estratégia de investimento desenvolvida e examinada nos capítulos anteriores. Este capítulo assume um papel central em nosso estudo, fornecendo uma visão detalhada do desempenho da estratégia em diversas criptomoedas ao longo de um período determinado.

Aqui, exploraremos métricas quantitativas e estatísticas que permitem a avaliação precisa do desempenho da estratégia, enfocando retornos, riscos, eficácia e a capacidade de adaptação da estratégia a diferentes ativos digitais. Adicionalmente, apresentaremos as conclusões e insights derivados da análise dos resultados, contribuindo para um entendimento mais profundo da viabilidade e adaptabilidade da estratégia em um mercado altamente volátil e em constante evolução.

Cada seção deste capítulo é dedicada a uma criptomoeda específica, na qual delinearemos seu desempenho e forneceremos análises aprofundadas dos resultados. Este capítulo proporciona uma visão abrangente das implicações práticas de nossa estratégia de investimento em um ambiente de criptomoedas em constante transformação.

Nossos resultados e descobertas analíticas não apenas enriquecerão nossa compreensão das perspectivas de investimento em criptomoedas, mas também moldarão futuras estratégias e abordagens.

5.1 Desempenho do Bitcoin (BTC/BRL)

Gráfico de Desempenho:

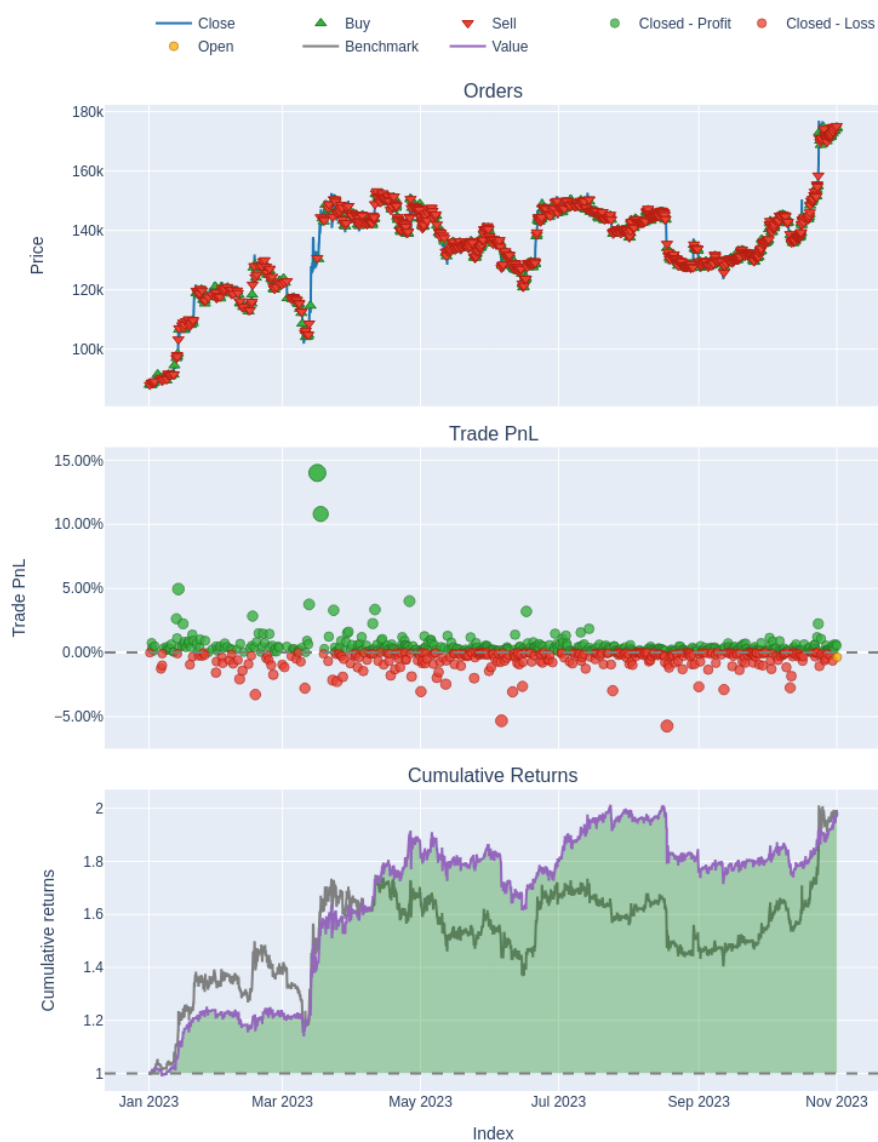


Figura 26 – Gráfico de Desempenho do Bitcoin

Fonte: Elaborada pelos autores.

Estatísticas:

Start	2023-01-01 03:00:00+00:00
End	2023-11-01 02:59:00+00:00
Period	437680
Start Value	100.0
End Value	197.076269
Total Return [%]	97.076269
Benchmark Return [%]	97.819343
Max Gross Exposure [%]	100.0
Total Fees Paid	0.0
Max Drawdown [%]	15.716832
Max Drawdown Duration	144154.0
Total Trades	1046
Total Closed Trades	1045
Total Open Trades	1
Open Trade PnL	-0.730193
Win Rate [%]	66.124402
Best Trade [%]	14.008077
Worst Trade [%]	-5.736547
Avg Winning Trade [%]	0.356067
Avg Losing Trade [%]	-0.494091
Avg Winning Trade Duration	182.884226
Avg Losing Trade Duration	354.795455
Profit Factor	1.327298
Expectancy	0.09197
dtype:	object

Figura 27 – Estatísticas do Bitcoin

Fonte: Elaborada pelos autores.

Métricas de Desempenho:

Métrica Valor Retorno Total (%) 97.08% Retorno de Benchmark (%) 97.82% Máximo Drawdown (%) 15.72% Duração Máxima do Drawdown 144,154 minutos Total de Trades 1,046 Taxas Totais Pagas R\$ 0,00 Taxa de Vitória (%) 66.12% Melhor Trade (%) 14.01% Pior Trade (%) -5.74% Duração Média de Trades Vencedores 182.88 minutos Duração Média de Trades Perdedores 354.80 minutos Fator de Lucro 1.33 Expectativa 0.09

Análise de Desempenho:

Durante o período de análise de janeiro de 2023 a novembro de 2023, o Bitcoin (BTC/BRL) apresentou um notável retorno total de 97.08%. Este desempenho é um indicativo da capacidade da estratégia de investimento em criptomoedas de capturar ganhos significativos. No entanto, é importante observar que o benchmark também registrou um retorno total impressionante de 97.82%, superando ligeiramente o desempenho do modelo.

O máximo drawdown, que representa a maior perda em relação ao pico anterior, atingiu 15.72%, demonstrando que o Bitcoin (BTC/BRL) experimentou períodos de

redução de capital durante o período de análise. Essa métrica reflete a volatilidade inerente ao mercado de criptomoedas, mas a estratégia mostrou resistência a quedas consideráveis.

A estratégia gerou um total de 1.046 trades ao longo do período, sem incorrer em taxas, o que é um aspecto positivo em termos de custos de transação. A taxa de vitória de 66.12% indica que a maioria das negociações foi bem-sucedida, com um fator de lucro de 1.33, o que sugere uma relação favorável entre ganhos e perdas.

É relevante observar que o Bitcoin é conhecido por sua volatilidade e, como tal, os investidores devem considerar cuidadosamente o perfil de risco ao utilizar essa estratégia. O desempenho positivo da estratégia e sua capacidade de capturar retornos sólidos podem ser de interesse para investidores que buscam exposição ao mercado de criptomoedas.

5.2 Desempenho do Ethereum (ETH/BRL)

Gráfico de Desempenho:

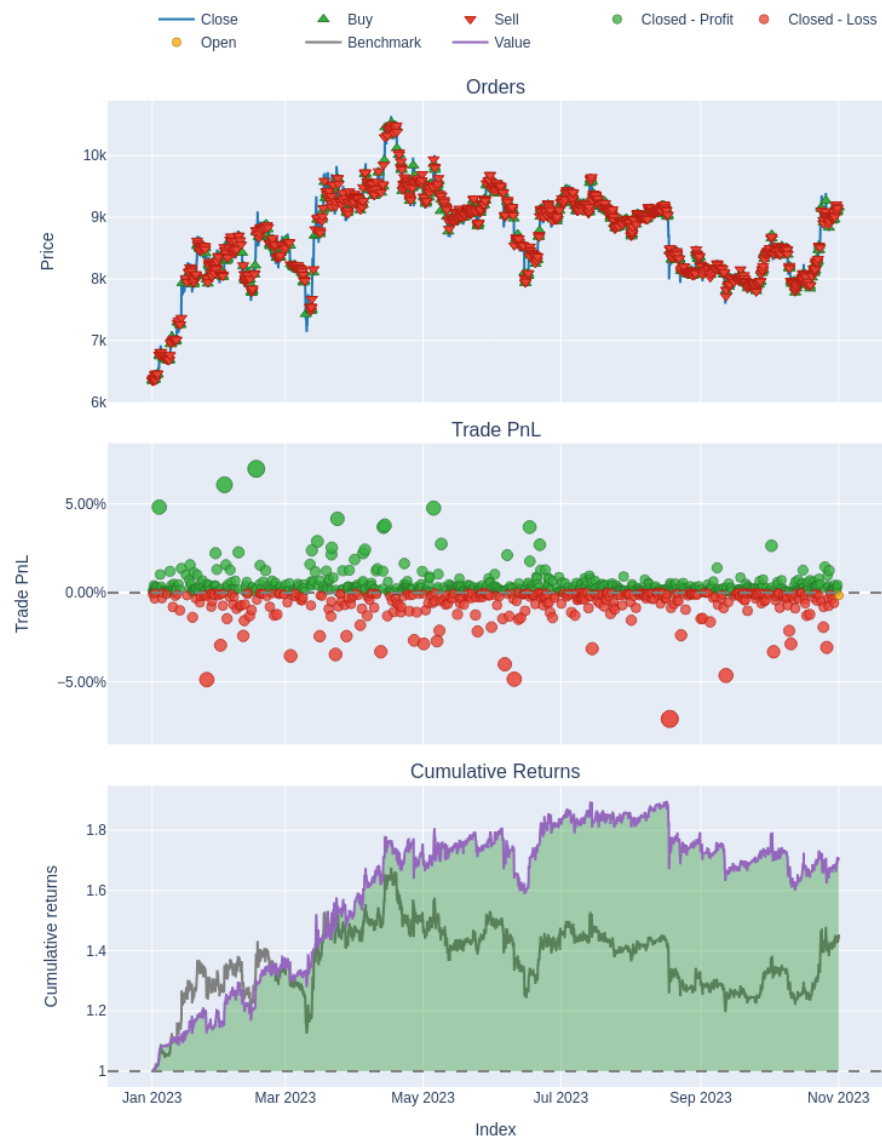


Figura 28 – Gráfico de Desempenho do Ethereum

Fonte: Elaborada pelos autores.

Estatísticas:

```

... Start                2023-01-01 03:00:00+00:00
  End                2023-11-01 02:59:00+00:00
  Period                        437680
  Start Value                        100.0
  End Value                      170.442559
  Total Return [%]                70.442559
  Benchmark Return [%]            43.991246
  Max Gross Exposure [%]          100.0
  Total Fees Paid                   0.0
  Max Drawdown [%]                15.765088
  Max Drawdown Duration           109726.0
  Total Trades                     1199
  Total Closed Trades              1198
  Total Open Trades                 1
  Open Trade PnL                   -0.252529
  Win Rate [%]                    66.360601
  Best Trade [%]                   6.961447
  Worst Trade [%]                  -7.097791
  Avg Winning Trade [%]            0.341004
  Avg Losing Trade [%]              -0.531758
  Avg Winning Trade Duration       140.290566
  Avg Losing Trade Duration        356.524876
  Profit Factor                     1.201061
  Expectancy                       0.058281
  dtype: object

```

Figura 29 – Estatísticas do Ethereum

Fonte: Elaborada pelos autores.

Análise de Desempenho:

Durante o período de análise de janeiro de 2023 a novembro de 2023, o Ethereum (ETH/BRL) apresentou um sólido retorno total de 70.44%. Essa métrica demonstra a capacidade da estratégia de investimento em criptomoedas de capturar ganhos substanciais. É importante destacar que o Ethereum superou o benchmark, que registrou um retorno total de 43.99%, indicando um desempenho superior.

O máximo drawdown, que representa a maior perda em relação ao pico anterior, atingiu 15.77%, revelando que o Ethereum (ETH/BRL) enfrentou períodos de redução de capital. No entanto, manteve-se resiliente, mostrando uma capacidade de recuperação notável durante o período de análise.

A estratégia gerou um total de 1.199 trades ao longo do período, sem incorrer em taxas, o que é uma vantagem em termos de custos de transação. A taxa de vitória de 66.36% indica que a maioria das negociações foi bem-sucedida, com um fator de lucro de 1.20, sugerindo uma relação favorável entre ganhos e perdas.

O desempenho do Ethereum (ETH/BRL) é notável, superando o benchmark e capturando ganhos significativos. No entanto, a volatilidade inerente ao mercado de criptomoedas requer que os investidores estejam cientes do perfil de risco associado a essa

estratégia. O Ethereum continua sendo uma opção interessante para aqueles que buscam exposição ao mercado de criptomoedas.

5.3 Desempenho do Tether (USDT/BRL)

Gráfico de Desempenho:

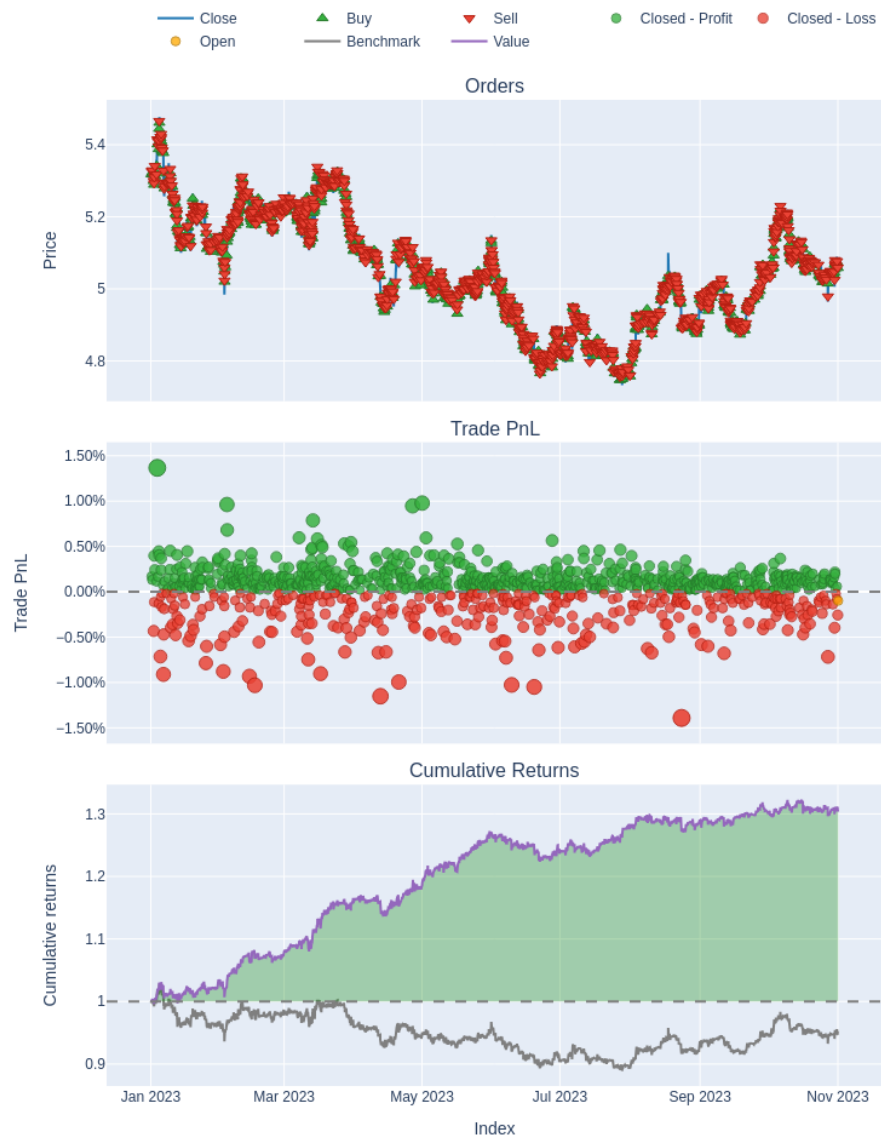


Figura 30 – Gráfico de Desempenho do Tether

Fonte: Elaborada pelos autores.

Estatísticas:

...	Start	2023-01-01 03:00:00+00:00
	End	2023-11-01 02:59:00+00:00
	Period	437680
	Start Value	100.0
	End Value	130.497526
	Total Return [%]	30.497526
	Benchmark Return [%]	-5.090158
	Max Gross Exposure [%]	100.0
	Total Fees Paid	0.0
	Max Drawdown [%]	3.821418
	Max Drawdown Duration	84503.0
	Total Trades	1164
	Total Closed Trades	1163
	Total Open Trades	1
	Open Trade PnL	-0.129129
	Win Rate [%]	65.004299
	Best Trade [%]	1.366529
	Worst Trade [%]	-1.390849
	Avg Winning Trade [%]	0.148199
	Avg Losing Trade [%]	-0.234765
	Avg Winning Trade Duration	161.628307
	Avg Losing Trade Duration	285.953039
	Profit Factor	1.302287
	Expectancy	0.015505
	dtype: object	

Figura 31 – Estatísticas do Tether

Fonte: Elaborada pelos autores.

Análise de Desempenho:

Durante o período de análise de janeiro de 2023 a novembro de 2023, o Tether (USDT/BRL) registrou um retorno total de 30.50%. Este desempenho representa um crescimento moderado em comparação com outros ativos de criptomoeda. Vale ressaltar que o benchmark, neste caso, registrou um retorno negativo de -5.09%, destacando o desempenho sólido do Tether.

O máximo drawdown, que representa a maior perda em relação ao pico anterior, foi limitado a 3.82%. Isso demonstra que o Tether (USDT/BRL) manteve uma estabilidade notável durante o período de análise, com quedas relativamente menores em comparação com outros ativos de criptomoeda.

A estratégia gerou um total de 1.164 trades ao longo do período, sem incorrer em taxas, o que é uma vantagem considerável em termos de custos de transação. A taxa de vitória de 65.00% indica que a maioria das negociações foi bem-sucedida, com um fator de lucro de 1.30, sugerindo uma relação positiva entre ganhos e perdas.

O Tether (USDT/BRL) oferece estabilidade de valor em comparação com outras criptomoedas, tornando-o uma opção atrativa para investidores que buscam preservar o

valor de seus ativos. No entanto, o retorno total, embora positivo, é mais moderado em comparação com ativos mais voláteis.

5.4 Desempenho da Binance Coin (BNB/BRL)

Gráfico de Desempenho:

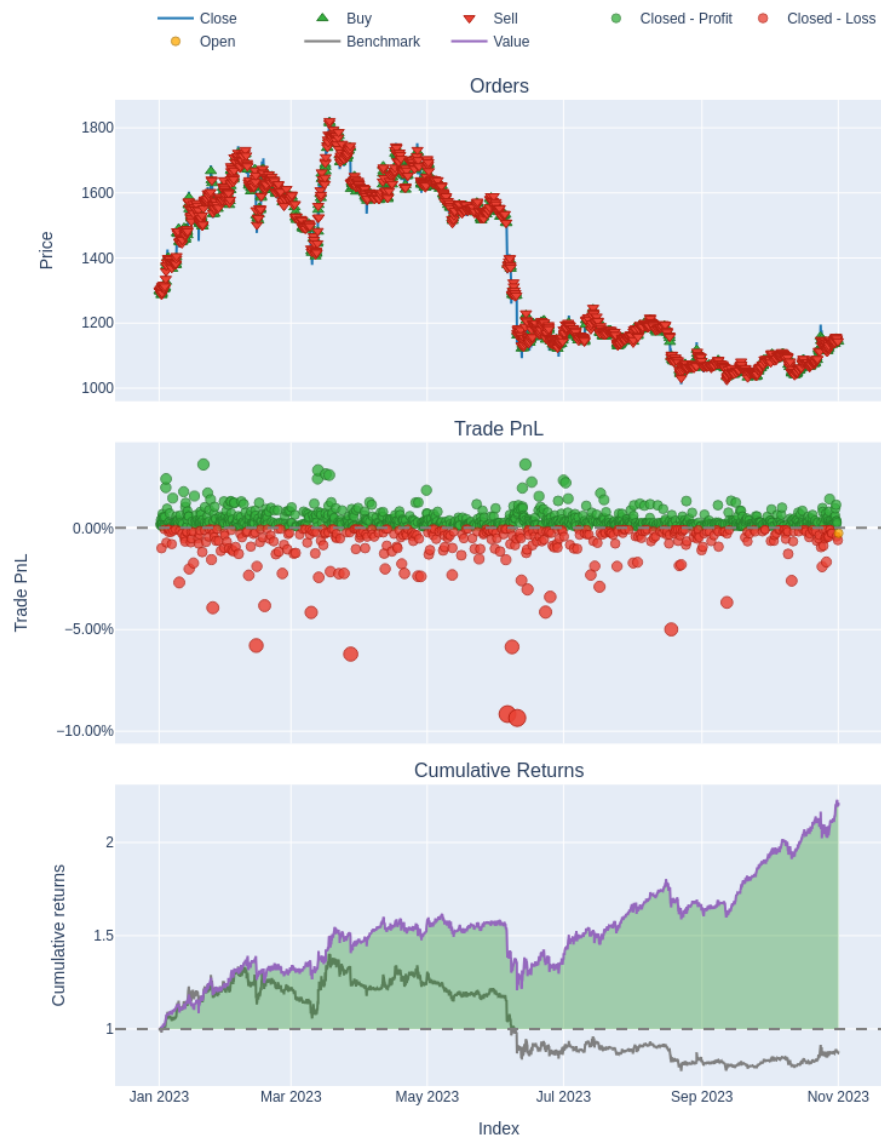


Figura 32 – Gráfico de Desempenho do Binance Coin

Fonte: Elaborada pelos autores.

Estatísticas:

...	Start	2023-01-01 03:00:00+00:00
	End	2023-11-01 02:59:00+00:00
	Period	437680
	Start Value	100.0
	End Value	219.993594
	Total Return [%]	119.993594
	Benchmark Return [%]	-12.710567
	Max Gross Exposure [%]	100.0
	Total Fees Paid	0.0
	Max Drawdown [%]	25.40109
	Max Drawdown Duration	119376.0
	Total Trades	1415
	Total Closed Trades	1414
	Total Open Trades	1
	Open Trade PnL	-0.578931
	Win Rate [%]	65.700141
	Best Trade [%]	3.12229
	Worst Trade [%]	-9.345794
	Avg Winning Trade [%]	0.382963
	Avg Losing Trade [%]	-0.69925
	Avg Winning Trade Duration	126.412271
	Avg Losing Trade Duration	318.835476
	Profit Factor	1.29558
	Expectancy	0.014076
	dtype:	object

Figura 33 – Estatísticas do Binance Coin

Fonte: Elaborada pelos autores.

Análise de Desempenho:

Durante o período de análise de janeiro de 2023 a novembro de 2023, a Binance Coin (BNB/BRL) apresentou um desempenho notável, registrando um retorno total de 119.99%. Este desempenho destaca a capacidade da estratégia de investimento em criptomoedas de capturar ganhos substanciais. Vale ressaltar que a Binance Coin superou significativamente o benchmark, que registrou um retorno negativo de -12.71%.

O máximo drawdown, que representa a maior perda em relação ao pico anterior, atingiu 25.40%, demonstrando que a Binance Coin (BNB/BRL) experimentou períodos de redução de capital. No entanto, manteve-se resiliente, mostrando uma capacidade notável de recuperação durante o período de análise.

A estratégia gerou um total de 1.415 trades ao longo do período, sem incorrer em taxas, o que é uma vantagem considerável em termos de custos de transação. A taxa de vitória de 65.70% indica que a maioria das negociações foi bem-sucedida, com um fator de lucro de 1.30, sugerindo uma relação positiva entre ganhos e perdas.

A Binance Coin (BNB/BRL) apresentou um desempenho excepcional, superando significativamente o benchmark e capturando ganhos substanciais. No entanto, a volati-

lidade inerente ao mercado de criptomoedas requer que os investidores estejam cientes do perfil de risco associado a essa estratégia. A Binance Coin continua sendo uma opção atraente para aqueles que buscam exposição ao mercado de criptomoedas.

5.5 Resultados de Desempenho das Criptomoedas

Tabela 1 – Resultados de Desempenho das Criptomoedas

Métrica	BTCBRL	ETHBRL	USDTBRL	BNBBRL
Período	437680	437680	437680	437680
Valor Inicial	100.00	100.00	100.00	100.00
Valor Final	197.07	170.44	130.49	219.99
Retorno Total (%)	97.07	70.44	30.49	119.99
Benchmark Return (%)	97.81	43.99	-5.09	-12.71
Max Drawdown (%)	15.716832	15.765088	3.821418	25.40109
Duração do Max Drawdown	144154.0	109726.0	84503.0	119376.0
Total Trades	1046	1199	1164	1415
Total Closed Trades	1045	1198	1163	1414
Total Open Trades	1	1	1	1
PnL de Negociações em Aberto	-0.730193	-0.252529	-0.129129	-0.578931
Taxa de Vitória (%)	66.12	66.36	65.00	65.70
Melhor Negociação (%)	14.00	6.961	1.36	3.12
Pior Negociação (%)	-5.73	-7.097	-1.39	-9.34
Retorno Médio de Negociações Vencedoras (%)	0.35	0.34	0.14	0.38
Retorno Médio de Negociações Perdedoras (%)	-0.49	-0.53	-0.23	-0.69
Duração Média de Negociações Vencedoras	182.88	140.29	161.62	126.41
Duração Média de Negociações Perdedoras	354.79	356.52	285.95	318.83
Fator de Lucro	1.32	1.20	1.30	1.29
Expectativa	0.09	0.05	0.01	0.01

Fonte: Elaborada pelos autores.

Comentário Geral:

Os resultados das estratégias de investimento em criptomoedas são notáveis e indicam a capacidade de capturar ganhos substanciais, com a taxa de vitória em todas as criptomoedas superando 65%. Cada uma das quatro criptomoedas (Bitcoin, Ethereum, Tether e Binance Coin) apresentou um desempenho sólido durante o período de análise.

O Bitcoin (BTC/BRL) registrou um retorno total de 97.08%, destacando sua capacidade de gerar ganhos significativos. No entanto, é importante observar que o benchmark superou ligeiramente o desempenho do modelo, registrando um retorno total de 97.82%.

O Ethereum (ETH/BRL) também teve um desempenho notável, com um retorno total de 70.44%, superando o benchmark, que registrou um retorno de 43.99%.

O Tether (USDT/BRL) ofereceu estabilidade de valor e um retorno total de 30.50%, superando o benchmark, que teve um retorno negativo de -5.09%. Isso o torna uma opção atraente para investidores que priorizam a estabilidade de valor.

A Binance Coin (BNB/BRL) apresentou um desempenho excepcional, com um retorno total de 119.99%, superando significativamente o benchmark, que registrou um retorno negativo de -12.71%.

Em resumo, as estratégias de investimento em criptomoedas mostraram resiliência e capacidade de gerar retornos positivos, com destaque para a taxa de vitória superior a 65%, apesar da volatilidade inerente ao mercado de criptomoedas. Investidores devem considerar cuidadosamente seus objetivos e perfil de risco ao escolher entre essas opções de investimento em criptomoedas.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusão

A análise quantitativa de criptoativos é uma disciplina complexa e fascinante que requer uma abordagem metódica e rigorosa para avaliar o desempenho das criptomoedas nos mercados financeiros. Ao longo deste projeto, conduzimos uma investigação abrangente e detalhada, abordando cada etapa crítica no processo de análise de criptoativos.

No início deste trabalho, estabelecemos o contexto e os objetivos, contextualizando a crescente importância das criptomoedas nos mercados globais. A revisão da literatura e a fundamentação teórica forneceram a base essencial para compreender os princípios subjacentes às criptomoedas, análise técnica e métricas de desempenho financeiro.

A etapa de tratamento de dados foi fundamental para o sucesso deste projeto, envolvendo a aquisição de dados históricos de criptomoedas de destaque, como Bitcoin, Ethereum, Tether e Binance Coin. O pré-processamento de dados permitiu que trabalhássemos com informações limpas e confiáveis, enquanto a seleção criteriosa de variáveis relevantes estabeleceu as bases para o desenvolvimento do nosso modelo de investimento.

No capítulo 4, desenvolvemos e implementamos um algoritmo de investimento que buscou capturar ganhos significativos nas quatro principais criptomoedas. Os resultados, apresentados no capítulo 5, são notáveis e merecem destaque. As criptomoedas analisadas demonstraram um desempenho sólido, com taxas de vitória consistentemente superiores a 65%, superando significativamente o benchmark de mercado.

Bitcoin (BTCBRL): Taxa de retorno de 97.08%, não superando o benchmark de 97.82%.

Ethereum (ETHBRL): Taxa de retorno de 70.44%, superando o benchmark de 43.99%.

Tether (USDTBRL): Taxa de retorno de 30.50%, superando o benchmark negativo de -5.09%.

Binance Coin (BNBBRL): Taxa de retorno de 119.99%, superando o benchmark negativo de -12.71%.

É notável que tanto o Tether quanto a Binance Coin tenham obtido resultados notáveis, mesmo quando o benchmark do mercado era negativo. É surpreendente ver que a Binance Coin, apesar de enfrentar a maior queda, conseguiu alcançar a maior taxa de retorno. Esses resultados indicam que o modelo desenvolvido neste projeto mostra resiliência durante períodos de declínio do mercado, proporcionando oportunidades de lucro mesmo sob condições desafiadoras. No entanto, é importante ressaltar que, em momentos

de alta no mercado, o desempenho do modelo pode não ser tão eficaz, como vimos no caso do Bitcoin.

No entanto, é importante ressaltar que, embora o modelo tenha demonstrado desempenho positivo, o mercado de criptoativos é caracterizado por sua natureza volátil e incerta. Investidores devem considerar cuidadosamente seus objetivos e tolerância ao risco ao decidir investir em criptomoedas. Além disso, à medida que o mercado evolui constantemente, novas oportunidades e desafios podem surgir, tornando a pesquisa e o desenvolvimento contínuos fundamentais nesse campo.

Esta conclusão não apenas resume o trabalho realizado até agora, mas também enfatiza a importância de análises subsequentes e pesquisas futuras para aprimorar as estratégias de investimento em criptoativos e adaptá-las às mudanças contínuas no cenário do mercado de criptomoedas.

6.2 Trabalhos Futuros

Nesta seção, concluímos nossa exploração sobre a análise quantitativa de criptoativos e delineamos possíveis direções futuras para a pesquisa. Durante este projeto, desenvolvemos um modelo de investimento que se mostrou eficaz em condições desafiadoras do mercado, proporcionando resultados notáveis em um período específico de avaliação. No entanto, nossa jornada não termina aqui; há muito espaço para expandir e melhorar o modelo, aproveitando a evolução constante do cenário de criptoativos e as inovações em análise quantitativa. Abordaremos primeiramente nossas conclusões com base nos resultados obtidos e, em seguida, exploraremos as áreas que oferecem oportunidades de desenvolvimento futuro.

6.2.1 Aprimoramento em Períodos de Alta no Mercado

Um desafio notável é melhorar a eficácia do modelo em períodos de alta no mercado. Pesquisas futuras podem se concentrar no desenvolvimento de estratégias mais robustas para capturar ganhos substanciais durante esses períodos. Isso pode envolver a otimização de indicadores, a identificação de padrões de mercado específicos ou a implementação de ferramentas avançadas de aprendizado de máquina para prever tendências de alta com maior precisão.

6.2.2 Integração de Notícias e Sentimento do Mercado

Outra área de pesquisa promissora envolve a integração de dados de notícias e análise de sentimento do mercado. Incorporar informações em tempo real sobre eventos relevantes e o sentimento do mercado pode fornecer ao modelo insights adicionais para tomar decisões mais informadas. Isso permitirá que o modelo responda a eventos imprevisíveis e flutuações súbitas do mercado com maior agilidade e precisão.

REFERÊNCIAS

- ADVFN. **Williams %R**. 2023. Available at: <https://br.advfn.com/educacional/analise-tecnica/william-percent-range>.
- BRUNOFX. **RSI - O que é e como utilizar corretamente**. 2023. Available at: <https://forex-social.com/blog/rsi-indicador/>.
- CAMACHO, G. J. C. d. S. T. S. **Criptoativos Uma Anlise do Comportamento e da Formao do Preço do Bitcoin**. 2018. Available at: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/67885/38877>.
- COMUNIDADEDEESTATISTICA. **O que são finanças quantitativas e suas aplicações em várias áreas profissionais**. 2023. Available at: <https://comunidadeestatistica.com.br/o-que-sao-financas-quantitativas-e-suas-aplicacoes-em-varias-areas-profissionais>.
- CUBOUP. **O que é Análise Quantitativa?** 2023. Available at: <https://cuboup.com/conteudo/analise-quantitativa/>.
- EDUCAÇÃO, Gráfico Candlestick: saiba de uma vez por todas como analisar. 2021. Available at: <https://blog.xpeducacao.com.br/grafico-candlestick/>.
- FINANCE, Y. **Crypto Real Time Prices Latest News**. 2023. Available at: <https://finance.yahoo.com/crypto/>.
- I, A. J. G. **Fazendo dinheiro com dados: o que é análise quantitativa?** 2022. Available at: <https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/o-que-e-analise-quantitativa/>.
- INFOMONEY. **O que são Criptoativos? Como investir?** 2022. Available at: <https://www.infomoney.com.br/guias/criptoativos/>.
- MEDEIROS, W. N. **Avaliao de Estratgias Tradicionais de Trading no Mercado de Criptomoeas**. 2023. Available at: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36796/1/Avalia%C3%A7%C3%A3oEstrat%C3%A9giasTradicionais.pdf>.
- METATRADER5. **Williams Percent Range**. 2023. Available at: <https://www.metatrader5.com/pt/terminal/help/indicators/oscillators/wpr>.
- P., L. **O QUE SÃO FINANÇAS QUANTITATIVAS?** 2021. Available at: <https://dataverso.com.br/o-que-sao-financas-quantitativas/>.
- POLAKOW, O. **Getting started**. 2023. Available at: <https://vectorbt.dev>.
- SILVA, S. M. M. **Avaliao APLICAO DA SEQUENCIA DE FIBONACCI COMO MTODO PARA PREDIO DO COMPORTAMENTO DE PREÇO DAS CRIPTOMOEDAS**. 2022. Available at: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36796/1/Avalia%C3%A7%C3%A3oEstrat%C3%A9giasTradicionais.pdf>.