

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

William Nóbrega Medeiros

**Avaliação de Estratégias Tradicionais de
Trading no Mercado de Criptomoedas**

Uberlândia, Brasil

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

William Nóbrega Medeiros

**Avaliação de Estratégias Tradicionais de Trading no
Mercado de Criptomoedas**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Rodrigo Sanches Miani

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Faculdade de Ciência da Computação

Bacharelado em Sistemas de Informação

Uberlândia, Brasil

2023

William Nóbrega Medeiros

Avaliação de Estratégias Tradicionais de Trading no Mercado de Criptomoedas

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Trabalho aprovado. Uberlândia, Brasil, 19 de janeiro de 2023:

Rodrigo Sanches Miani
Orientador

Paulo Henrique Ribeiro Gabriel

Renan Gonçalves Cattelan

Uberlândia, Brasil
2023

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus por toda proteção, bênçãos e presença em minha vida.

À minha família e amigos, em especial meus pais José Dimas e Maria Teresinha, por todo amor, carinho, cuidado e apoio em todos os momentos.

Aos professores e funcionários da FACOM por contribuírem com a minha formação acadêmica, em especial ao Professor Doutor Rodrigo Miani pela paciência, confiança e todo suporte nessa jornada.

Resumo

Tão rentável quanto o mercado de ações tradicional, o mercado de criptomoedas vem atraindo investidores novatos e experientes nos últimos anos, com promessas de rentabilidade elevada e ausência de intervenção governamental. A fim de otimizar a compra e venda desses ativos, investidores começaram a aplicar técnicas tradicionais do mercado de ações em operações nos criptoativos para maximizar seus ganhos e reduzir perdas. Alguns desses investidores escrevem suas estratégias de negociação em linguagem de programação e colocam robôs (chamados de Robôs *Traders*) pra realizar as operações de compra e venda. O objetivo do presente trabalho foi analisar duas dessas técnicas que são amplamente utilizadas, aplicando esses algoritmos em bases históricas de criptomoedas e validar os resultados encontrados. Utilizamos nos experimentos os algoritmos Cruzamento de Médias Móveis e *SuperTrend* em dois cenários, onde foram consideradas escala de dados e intervalos diferentes. Ambos os algoritmos também foram executados em conjunto e comparados os lucros ou prejuízos obtidos, bem como o percentual de sucesso de cada algoritmo. O algoritmo *SuperTrend* trouxe o maior ganho financeiro em ambos os cenários e se mostrou menos suscetível à cenários extremos. A execução combinada de ambas as estratégias maximizou o lucro e apresentou melhor desempenho independente da escala de tempo.

Palavras-chave: Criptomoeda, Ativos, Robôs *Traders*, Algoritmo, Mercado, Estratégia.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxo de Mineração do Bitcoin	13
Figura 2 – Gráfico de evolução dos preços do Bitcoin nos últimos quatro anos	16
Figura 3 – Exemplo de um gráfico de Candles.	17
Figura 4 – Tela inicial do <i>Trading View</i>	19
Figura 5 – Algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis em <i>Pine Script</i>	21
Figura 6 – Exemplo de Gráfico de Médias Móveis Cruzadas	22
Figura 7 – Gráfico de Médias Móveis Cruzadas com médias cruzadas	22
Figura 8 – Gráfico de Médias Móveis Cruzadas sugerindo venda de ativos	23
Figura 9 – Gráfico de Médias Móveis Cruzadas sugerindo compra de ativos	23
Figura 10 – Algoritmo <i>SuperTrend</i> em <i>Pine Script</i>	24
Figura 11 – Gráfico do Algoritmo <i>SuperTrend</i>	24
Figura 12 – Demonstração de compra e venda sugeridas pelo algoritmo <i>SuperTrend</i>	24
Figura 13 – Aplicação <i>Trading View</i> mostrando Histórico das movimentações do Bitcoin	28
Figura 14 – Atributos de entrada no código do Cruzamento de Médias Móveis	28
Figura 15 – Exemplo de entradas do Algoritmo <i>SuperTrend</i>	29
Figura 16 – Resultado execução algoritmo CMM com médias 20 e 50	31
Figura 17 – Elevação de preço pós operação de venda - CMM 20 e 50	32
Figura 18 – Resultado execução algoritmo CMM com médias 10 e 30	33
Figura 19 – Queda de preço pós operação de venda por cenário externo	34
Figura 20 – Queda de preço pós operação de venda por cenário externo	34
Figura 21 – Resultado Execução do algoritmo <i>SuperTrend</i> no Cenário 1	35
Figura 22 – Execução simultânea dos algoritmos CMM e <i>SuperTrend</i>	37
Figura 23 – Resultado execução algoritmo CMM com médias 20 e 50 no Cenário 2	38
Figura 24 – Operação com taxa de sucesso negativa realizada pelo CMM no Cenário 2	40
Figura 25 – Resultado Execução do algoritmo <i>SuperTrend</i> no Cenário 2	41
Figura 26 – Operação com taxa de sucesso negativa realizada pelo <i>SuperTrend</i> Ce- nário 2	43
Figura 27 – Execução simultânea dos algoritmos CMM e <i>SuperTrend</i> no Cenário 2	44

Lista de tabelas

Tabela 1 – Operações algoritmo CMM no Cenário 1 com médias 20 e 50	32
Tabela 2 – Operações algoritmo CMM no Cenário 1 com médias 10 e 30	33
Tabela 3 – Operações Algoritmo <i>SuperTrend</i> no Cenário 1	35
Tabela 4 – Resultados obtidos nas negociações dos algoritmos no Cenário 1	36
Tabela 5 – Operações Simultâneas CMM e <i>SuperTrend</i> no Cenário 1	37
Tabela 6 – Resultados obtidos nas execuções simultâneas dos algoritmos no Cenário 1	37
Tabela 7 – Operações algoritmo CMM no Cenário 2 com médias 20 e 50	39
Tabela 8 – Exemplos de Operações do CMM negativas à taxa de sucesso no Cenário 2	40
Tabela 9 – Operações Algoritmo <i>SuperTrend</i> no Cenário 2	42
Tabela 10 – Exemplos de Operações do <i>SuperTrend</i> negativas à taxa de sucesso no Cenário 2	43
Tabela 11 – Resultados obtidos nas negociações dos algoritmos no Cenário 2	44
Tabela 12 – Operações Simultâneas CMM e <i>SuperTrend</i> no Cenário 2	45
Tabela 13 – Exemplos de Operações cruzadas entre CMM e <i>SuperTrend</i> negativas à taxa de sucesso no Cenário 2	46
Tabela 14 – Resultados obtidos nas execuções simultâneas dos algoritmos no Cenário 2	46

Lista de abreviaturas e siglas

USD	Dólar Americano
BTC	Bitcoin
CMM	Cruzamento de Médias Móveis
ATR	<i>Average True Range</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	10
1.1.1	Objetivo geral	10
1.1.2	Objetivos específicos	11
1.2	Organização do Trabalho	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA	12
2.1	Ativos	12
2.1.1	Criptomoedas	12
2.1.2	<i>Blockchain</i>	12
2.1.3	Bitcoin	13
2.2	O Mercado	13
2.2.1	Sobre o Mercado de Criptomoedas	13
2.2.2	Comparação entre os mercados de Criptomoedas e Ações	14
2.3	Análise	15
2.3.1	Métodos de Análise	15
2.3.2	Análise Técnica	16
2.3.3	Robôs: <i>Traders</i> e <i>Advisors</i>	17
2.3.4	Uso de Robôs no Mercado de Ações	18
2.3.5	Trading View	19
2.4	Médias Móveis e Algoritmos	20
2.4.1	Médias Móveis	20
2.4.2	Algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis	20
2.4.3	Algoritmo Indicador <i>Supertrend</i>	23
2.5	Trabalhos Correlatos	25
3	DESENVOLVIMENTO	26
3.1	Descrição Geral do Trabalho	26
3.2	Investigação e definição de cenários	26
3.3	Pré-Processamento	27
3.4	Execução dos algoritmos	28
3.5	Coleta de resultados	29
4	RESULTADOS	31
4.1	Cenário 1	31
4.2	Cenário 2	38

4.3	Discussão dos Resultados	46
4.4	Aviso de Risco e Isenção de Responsabilidade	47
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	50

1 Introdução

O mercado de criptomoedas ganhou relevância nas carteiras dos investidores experientes e atrai a atenção de pessoas que até então não investiam em nenhum tipo de renda variável. É comum encontrar investidores que tiveram alta lucratividade em um curto período investindo apenas nesses cripto-ativos (RIBEIRO et al., 2022).

O mercado de criptomoedas é caracterizado por uma alta volatilidade, alta disponibilidade de dados e sem determinação de horário de abertura e fechamento. Dominar esse mercado em constante movimento e que pode ser altamente lucrativo é de interesse de muitos, porém o fator tempo pode ser um impeditivo. A necessidade de se manter atualizado com as constantes variações dos preços, os quais não se comportam de forma aleatória (VALENCIA; GÓMEZ-ESPINOSA; VALDÉS-AGUIRRE, 2019), levaram os investidores a aplicar no mercado de criptomoedas algumas técnicas e estratégias comumente utilizadas no mercado tradicional de ações.

As estratégias, divididas em técnicas e fundamentalistas, tentam prever através de padrões gráficos, cálculos matemáticos, projeções e estatísticas, como será o comportamento dos preços dos ativos nos próximos períodos e embasar possíveis negociações de compra e venda. Utilizando-se dessas estratégias surgiram os robôs *traders*, algoritmos que analisam esses padrões e automatizam a comercialização dos ativos. De acordo com a publicação de 2017 do IPEA (PARANÁ, 2017), aproximadamente 50 % das negociações do mercado tradicional de ações já eram feitas em 2010 utilizando alguma automação e a tendência é que as automações dominem completamente o mercado.

Em um mercado ávido pelo lucro, que tende a uma completa automatização (PARANÁ, 2017), ter algoritmos mais arrojados e eficientes é crucial para um investidor de sucesso. Neste trabalho, foram analisados dois algoritmos baseados em análises técnicas para determinar as possibilidades de lucro/prejuízo e explorar as suas possíveis combinações de execução simultânea, executando-os em bases históricas de preço de Bitcoins.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar o desempenho de dois dos principais algoritmos de análise técnica, Cruzamento de Médias Móveis e *SuperTrend*, aplicado no mercado de Bitcoin, amplamente utilizados na negociação automatizada de ações, para verificar a possibilidade de automação de compra e venda desse ativo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar as estratégias e algoritmos mais utilizados no mercado de criptomoedas.
- Executar os algoritmos em bases históricas reais de compra e venda de Bitcoins.
- Identificar padrões de comportamento e influência de cenários externos.
- Avaliar a rentabilidade das estratégias.
- Comparar o desempenho de cada algoritmo.

1.2 Organização do Trabalho

Este trabalho é organizado da seguinte forma: O Capítulo 2 aborda e detalha conceitos como Criptomoedas, *Blockchain*, Bitcoins e o Mercado de criptomoedas, comparado com o mercado de ações tradicional. Também são descritas no Capítulo 2 as formas de análise de cripto-ativos, os robôs que executam operações automaticamente, os algoritmos objetos de estudo do trabalho e como se calculam as médias móveis uma vez que esse cálculo baseia o funcionamento de ambos os algoritmos do estudo. O Capítulo 3 descreve como foi desenvolvido o trabalho e a utilização da plataforma *Trading View* para execução dos algoritmos, coleta de dados e metrificação. O Capítulo 4 concentra os resultados encontrados nos testes e experimentos realizados. O Capítulo 5 traz as conclusões extraídas dos experimentos.

2 Fundamentação Técnica

As primeiras quatro seções deste capítulo descrevem conceitos básicos utilizados na construção deste trabalho, necessários para a compreensão do mesmo. A seção 2.5 apresenta trabalhos correlatos ao trabalho desenvolvido.

2.1 Ativos

2.1.1 Criptomoedas

Criptomoedas ou moedas digitais são sequências de transações digitalmente assinadas (ZOHURI; NGUYEN; MOGHADDAM, 2022), que podem facilmente serem convertidas em valores reais para pagamento de transações comerciais. A negociação das moedas virtuais se dá inteiramente pela internet, sem burocracias ou regulamentações de sistemas monetários, e sem intervenção de autoridades financeiras. As moedas virtuais consistem em arquivos digitais online e são criadas através de um processo computacional bastante complexo chamado de mineração (*mining*). A mineração de uma criptomoeda envolve cálculos matemáticos complexos e camadas rigorosas de criptografia, consistindo em validar e registrar transações validadas no *blockchain*.

2.1.2 *Blockchain*

O *blockchain* é uma cadeia de blocos, na tradução literal, que contabiliza cada uma das transações realizadas com uma criptomoeda. Esse registro transacional confiável é armazenado por usuários espalhados por todo o mundo, não ficando concentrado em um só lugar (PIERRO, 2017). Esse método permite uma consulta pública rápida dos registros de transação, fornecendo também segurança no processo, visto que as transações não podem ser rastreadas, copiadas ou fraudadas. Para validar as transações e gravá-las no *blockchain*, as máquinas mineradoras precisam resolver cálculos de altíssima complexidade, os quais são ajustados pela rede em tempo real. Parte desses cálculos existem para validar a autenticidade de um remetente, se ele possui ou não aquele valor em criptomoeda para ser transferido, e a validade real de uma transação. Um minerador só consegue registrar um novo bloco de transações no *blockchain* após a resolução desses problemas matemáticos e então é recompensado pelo processo. É preciso dizer que tal complexidade matemática exige das máquinas mineradoras um alto poder computacional, sem mencionar o elevado gasto de energia elétrica.

2.1.3 Bitcoin

Criada em 2008 por Satoshi Nakamoto, o Bitcoin é uma moeda virtual criptografada, que utiliza da arquitetura de redes de computadores para sua operação (PIRES, 2017). As transações, como são chamadas as movimentações da moeda entre os usuários, são realizadas em rede P2P, reduzindo assim o controle centralizado do ativo.

O Bitcoin foi a moeda virtual pioneira a utilizar a tecnologia de *blockchain*, a maior responsável pela segurança da moeda virtual. Várias outras moedas virtuais surgiram utilizando o *blockchain* como sistema-base, seguindo os mesmos passos de sucesso da Bitcoin. Com maior aderência que as demais criptomoedas, o Bitcoin passou a ser aceito por grandes empresas como método de pagamento. Atualmente, a moeda é aceita em vários estabelecimentos, físicos ou virtuais, se tornando a criptomoeda mais utilizada no mundo.

Os mineradores de moeda virtual desempenham um papel importante na negociação e criação de novos Bitcoins. Através de complexos cálculos matemáticos, os mineradores validam as transações gravadas no *blockchain*, garantindo a segurança e autenticidade de uma transação. Como recompensa pelo trabalho de validação, os mineradores recebem Bitcoins. É dessa forma que novos Bitcoins são colocados em circulação no mercado.

A Figura 1 retrata como ocorre uma transação com Bitcoin. O fluxo retrata tanto transações de compra quanto transações entre pessoas.



Figura 1 – Fluxo de Mineração do Bitcoin. - Fonte: Do Autor

2.2 O Mercado

2.2.1 Sobre o Mercado de Criptomoedas

Em movimento desde 2009, a comercialização de criptomoedas revolucionou o mercado financeiro global, principalmente pela enorme valorização do bitcoin nos últimos

anos, levando muita gente a esse investimento (GOMES; SANTÂ et al., 2021). É possível trocar algumas moedas impressas por bitcoins, assim como acontece nas operações de câmbio. O mercado reúne pessoas querendo vender e comprar criptomoedas, agrupadas em corretoras online ou *exchanges*. Quando um acordo de preço de compra e venda é feito, a troca dos valores ocorre instantaneamente e de forma anônima para os usuários. Nesse momento, as corretoras submetem às mineradoras os comandos para realizar no *blockchain* as operações necessárias de validação e registro de transações. Esse *trade* funciona de maneira muito parecida ao mercado de ações ou de câmbio de moeda papel, mas com particularidades.

Diferentemente das moedas impressas, as criptomoedas não estão sob controle de instituições financeiras, bancos ou órgãos reguladores. O valor de mercado das moedas virtuais é determinado pela oferta e procura. Além da aplicação da lei da oferta e da procura, outros pontos influenciam positivamente ou negativamente o valor de uma criptomoeda. Todas as vezes que um governo define políticas e regras referentes a utilização de criptomoedas, há um impacto na cotação da moeda virtual em questão, podendo ser positiva ou negativa. De forma genérica, iniciativas governamentais ou privadas que incentivam a utilização e o câmbio de criptomoedas contribuem para a valorização das moedas virtuais. Porém, quando o Estado tenta controlar ou restringir o uso, aplicando taxas ou sanções, a cotação desse ativo cai.

Inovações tecnológicas, tensões políticas ou até mesmo a influência dos meios de comunicação podem afetar positivamente ou negativamente a cotação das moedas virtuais. Historicamente, quando grandes empresas anunciam a aceitação de criptomoedas como forma de pagamento, esses ativos são valorizados. Problemas de ordem política em determinados países também afetam os valores das moedas. A fragilidade de uma determinada moeda impressa frente ao mercado internacional faz com que investidores procurem as criptomoedas como forma de proteger seu patrimônio. Como consequência, há um aumento considerável no volume de transações, beneficiando todos os envolvidos no sistema. As notícias sobre ataques ou invasões virtuais, vazamento de dados e informações sensíveis ou balanços anuais ruins de empresas envolvidas no mercado de criptomoedas influenciam negativamente no preço das moedas virtuais, gerando incerteza no público investidor.

2.2.2 Comparação entre os mercados de Criptomoedas e Ações

É inevitável estabelecer uma comparação entre o mercado de criptomoedas e o mercado de ações, uma vez que a análise de ambos pode ser feita utilizando técnicas e ferramentas parecidas. O primeiro ponto de diferença entre os mercados é o horário de funcionamento. O tradicional mercado de ações funciona geralmente em dias úteis, em horários restritamente comerciais. Já o mercado de moedas virtuais funciona 24 horas por dia, dando flexibilidade para negociação em qualquer horário. Isso também significa que

os valores de uma criptomoeda podem mudar aos finais de semana, feriados ou durante a noite. Outro ponto de diferença é o valor mínimo inicial de investimento. As ações da bolsa são geralmente negociadas em cotas, podendo exigir um mínimo de cota para aquisição. Já no mercado de moedas digitais é possível comprar frações de moedas virtuais, como é o caso do Bitcoin (BTC), que pode ser fracionado em até 8 casas decimais (BRAGA, 2017).

Muito se fala sobre a oscilação dos preços de moedas virtuais, mas o mercado de ações também convive com tamanha volatilidade. Os fatores de influência em ambos os mercados são diferentes em alguns aspectos e o entendimento de como funcionam os mercados é fundamental para conviver com as oscilações e polaridades. Para identificar tendências e tomar decisões concisas sobre a compra e venda de papeis e moedas, é preciso paciência e prática na leitura de gráficos e realização de análises. É preciso também esperar pelo momento certo de comprar e principalmente de vender, pois na venda estão concentradas as oportunidades reais de ganho.

2.3 Análise

2.3.1 Métodos de Análise

Para o mercado financeiro de ações, existem hoje dois principais tipos de análise para pautar a compra ou venda de papéis: a análise técnica e a análise fundamentalista (NTI; ADEKOYA; WEYORI, 2020). A análise técnica tem como objeto de estudo a variação e movimento do preço de uma ação, usando-o para prever o preço de um papel no futuro. Ela é ideal para mostrar o mais provável cenário com o preço dos papeis, pois ela se baseia na lei da oferta e da procura. É, de forma bem simples, um olhar sobre uma guerra entre vendedores e compradores, observando qual é o lado mais forte e vantajoso, tendo o poder de reação para se alinhar e posicionar a qualquer um dos lados.

Uma análise técnica ou análise gráfica tem seu começo estudando os gráficos de movimentação dos preços das ações ao longo do tempo (NTI; ADEKOYA; WEYORI, 2020). O preço das ações é representado no eixo vertical do gráfico, enquanto no eixo horizontal o tempo é visto, conforme a Figura 2. A análise técnica está baseada nos estudos de Charles Dow, juntamente com Edward D. Jones, e levam em consideração indicadores como volume, médias e índices de força relativa. Como principais características desse tipo de análise, vemos pontos de entrada bem definidos, informações de curto a médio prazo para tomada de decisões e verificação de padrões. A análise gráfica também é utilizada para especulação e é muito útil em outros índices e ativos.

A análise fundamentalista é focada em fatores econômicos, denominados fundamentos. Essa análise é voltada à rentabilidade de longo prazo, sendo mais conservadora e

tradicional, buscando avaliar a saúde financeira das empresas, projetar possíveis resultados financeiros e determinar assim um preço justo para os papéis daquela empresa (NTI; ADEKOYA; WEYORI, 2020). Uma análise fundamentalista bem-feita considera o fluxo de caixa de uma empresa, os resultados apresentados, balanços patrimoniais, lucros por ações, liquidez, comparação do setorial, dívidas da empresa, receita líquida e margem líquida. É válido afirmar que se trata de uma análise focada ao longo prazo, com resultados claros e indutivos a fáceis decisões.

Considerando o mercado de criptomoedas e a inexistência de alguns parâmetros básicos para uma análise fundamentalista, a abordagem deste trabalho foi voltada a aplicação de análise técnica e suas ferramentas nos números do mercado de BTC, tentando chegar a um denominador que pautasse decisões de compra e venda automática das moedas.



Figura 2 – Gráfico de evolução dos preços do Bitcoin nos últimos quatro anos. - Fonte: Do Autor - Dados extraídos do Trading View

2.3.2 Análise Técnica

Como explicado anteriormente, a análise técnica ou análise gráfica tem como principal instrumento o gráfico. No contexto do mercado financeiro, existem diversos gráficos que retratam as movimentações de preço em períodos estabelecidos. O gráfico de *CandleSticks* representa as negociações e variações do preço dos ativos em um período e sua composição é feita por velas (*candles*) (TSAI; QUAN, 2014). O topo e o final de cada retângulo são formados pelo valor de abertura e fechamento daquele ativo em determinado semana, dia, hora ou até mesmo minuto. Já o pavio da vela é formado pelo valor mínimo e máximo daquele ativo no mesmo período.

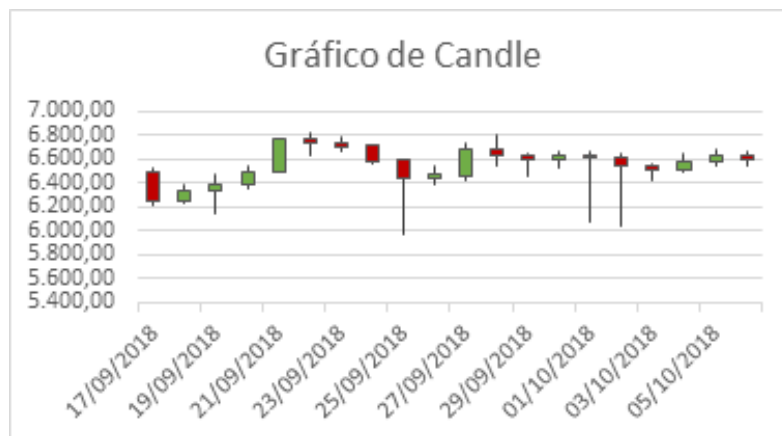


Figura 3 – Exemplo de um gráfico de Candles. - Fonte: Do Autor

As *candles* podem apresentar diversos formatos, com tamanhos e cores diferentes, conforme a Figura 3. As cores, geralmente vermelho e verde, retratam a variação entre os valores de abertura e fechamento. Uma *candle* verde significa que o valor daquele ativo representado fechou o período com valor maior que o valor de abertura, significando valorização do ativo. Já a *candle* vermelha significa o oposto, retratando um ativo que fechou com valor inferior ao valor de abertura, caracterizando desvalorização do item.

O tamanho das *candles* retratam a variação do preço do ativo negociado no período. *Candles* compridas significam maior variação do preço no período se comparado a *candles* mais curtas. Já o pavio das *candles*, representado pela linha no meio dos retângulos, mostra a variação mínima e máxima do valor negociado do ativo, caracterizando oscilação dos valores. A análise do gráfico de *candles* não é feita considerando apenas *candles* individuais. O comportamento das *candles* ao longo do período criam formas visuais chamadas de Padrões de *Candlesticks*. Esses padrões são interpretados pelos robôs *traders* e *advisors* para realizar operações ou sugerir a compra de ativos. Além dos padrões, outras técnicas são aplicadas nas análises técnicas para a predição dos valores futuros.

2.3.3 Robôs: *Traders* e *Advisors*

Os robôs *traders* são softwares com algoritmos específicos vistos em negociações na bolsa de valores, com foco em operações de curto prazo, utilizados amplamente no mercado de ações (PARANÁ, 2017). As aplicações utilizam inteligência artificial em conjunto com os algoritmos para comprar e vender ativos nos pregões. Apesar de serem mais utilizados no *Day Trade*, os robôs *traders* são utilizados também no *Swing Trade*. Em resumo, o *Day Trade* é uma categoria de compra e venda de ações de curto prazo, com foco na movimentação diária, se aproveitando da oscilação do preço dos ativos no período de um dia. O *Swing Trade* também mira a movimentação dos ativos à curto prazo, porém considerando os valores dos papéis superiores a um dia.

Com os robôs *traders*, os investidores conseguem automatizar o processo de compra e venda de ações, criando gatilhos e regras de entrada e saída nos sistemas. Além da automação, uma das vantagens de utilizar esses softwares é a não utilização do fator emocional nas movimentações. A ansiedade de alguns investidores é um dos fatores que pode atrapalhar a movimentação dos papéis e o rendimento esperado. Outra vantagem desse tipo de sistema é a personalização de parâmetros a fim de se adaptarem à diferentes estratégias de negociação, além de reduzir a necessidade de ficar constantemente atento ao mercado. Quando configurados, esses algoritmos executam as análises e operações de forma precisa. A configuração dos mesmos precisa ser feita com cautela, levando em consideração os limites de ganho e perda nas operações, o intervalo médio, as metas estipuladas, objetivos a serem alcançados e os ativos que serão operados usando os robôs.

Os robôs *advisors* também são algoritmos que utilizam da análise técnica para sugestões de compra e venda de ativos, comumente utilizados em negociações de médio e longo prazo, acompanhando as tendências do mercado em visões mais abrangentes. Esses robôs *advisors* não fazem a compra e venda de forma automática, limitando-se apenas a sugerir ao investidor o caminho a seguir, auxiliando a montar um portfólio de investimento de acordo com o perfil do investidor.

2.3.4 Uso de Robôs no Mercado de Ações

Um robô *Trader* bem programado pode refletir positivamente nas operações de compra e venda de um investidor, aumentando os ganhos e minimizando as perdas. Dados do Corporate Finance Institute (CFI, 2022) preveem que cerca de 90 % das transações na bolsa de valores americana no próximo ano serão realizadas através de sistemas automatizados de negociação. Nesse mercado, a emoção nas negociações representa um fator de risco, risco este que é reduzido com os robôs *traders*. Negociantes que atuam no mercado de ações com robôs *traders* ganham não só na redução de risco, mas também em velocidade de negociação e disciplina para seguirem a estratégia definida.

Como já são utilizados na bolsa de valores há algum tempo, algumas desvantagens são percebidas na utilização das automações. Problemas de desempenho dos algoritmos e conectividade com as plataformas podem afetar negativamente as negociações, principalmente para investidores que não acompanham de perto as execuções e resultados obtidos pelo robô. Outro fator negativo é que o uso dessas soluções automáticas não garante sucesso nas negociações, principalmente robôs que consideram apenas dados históricos de performance para a sugestão de compra ou venda de papéis.

2.3.5 Trading View

A *Trading View*¹ é uma aplicação Web utilizada para o desenho e execução de estratégias de negociação de ativos da bolsa de valores tradicionais ou cripto-moedas. A aplicação permite o estudo e simulação de negociações reais, baseando-se nas análises técnicas de variação de preços. Os algoritmos, como também são chamadas as estratégias de negociação, podem ser escritos pelos próprios usuários e compartilhados através de uma rede social dentro da própria plataforma, além de ser possível testá-los utilizando base histórica de preços de praticamente qualquer ativo disponível nos mercados. Algoritmos já consolidados na negociação de ativos do mercado de ações estão disponíveis na ferramenta, a qual também permite a cópia do código para a personalização de uma estratégia própria.

Por ser baseada em análises técnicas, a aplicação é bem visual, apresentando várias possibilidades de gráficos para melhor compreensão das estratégias utilizadas conforme Figura 4. A ferramenta também exibe números e estatísticas após a execução dos algoritmos, o que permite uma contabilização do sucesso de uma estratégia testada. A plataforma pode ser conectada às principais corretoras de ativos da bolsa tradicional e cripto, possibilitando a configuração de Robôs *Traders* e automatização do processo de negociação. É através dessa possibilidade de conexão com as corretoras que a aplicação *Trading View* consegue manter as bases atualizadas de diversos ativos tradicionais e digitais, em várias moedas diferentes.



Figura 4 – Tela inicial do *Trading View* - Fonte: Do Autor

¹ www.tradingview.com

2.4 Médias Móveis e Algoritmos

2.4.1 Médias Móveis

Uma média móvel é uma série temporal construída tomando médias de vários valores sequenciais de outra série temporal (HYNDMAN, 2014). As médias móveis podem ser calculadas utilizando a média aritmética, também chamada de média simples. O cálculo da média simples consiste em somar todos os valores de um ativo num período e dividir pela quantidade de valores encontrada.

$$MMS = \frac{(v1 + v2 + v3 + \dots + vn)}{N} \quad (2.1)$$

Fórmula da Média Móvel Simples

Os valores do preço dos ativos (V) são somados e divididos pela quantidade de períodos (N). As médias são classificadas comumente em curto, médio ou longo prazo, e variam conforme o período de tempo selecionado: segundos, minutos, horas, dias ou meses.

- Curto Prazo: entre 5 a 20 períodos
- Médio Prazo: entre 21 a 50 períodos
- Longo Prazo: acima de 50 períodos

Ambos os algoritmos estudados neste trabalho utilizam do cálculo de média móvel para sugestão de operações de criptoativos.

2.4.2 Algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis

O algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis (CMM) consiste em combinar informações de duas médias móveis de variação de preços dos ativos. A combinação é feita cruzando dados de médias de curto e médio prazo, ou de curto e longo prazo, de uma mesma série de dados. O algoritmo utilizado nesse estudo foi desenvolvido em *Pine Script*, uma linguagem de programação desenvolvida pela própria plataforma *Trading View*.

```
1 // @version=5
2 strategy("MovingAvg2Line Cross", overlay=true)
3 fastLength = input(20)
4 slowLength = input(50)
5 price = close
6 mafast = ta.sma(price, fastLength)
7 maslow = ta.sma(price, slowLength)
8 if (ta.crossover(mafast, maslow))
9 |   strategy.entry("Compra", strategy.long, comment="Compra")
10 if (ta.crossunder(mafast, maslow))
11 |   strategy.entry("Venda", strategy.short, comment="Venda")
12 // plot(strategy.equity, title="equity", color=color.red, linewidth=2, style=plot.style_areabr)
```

Figura 5 – Algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis em *Pine Script* - Fonte: <https://www.tradingview.com/pine-script-docs/>.

O algoritmo representado na Figura 5 tem como entrada os parâmetros de *fastLength*, *slowLength* e *Price*. O parâmetro *fastLength*, da linha 3 do código, é preenchido com o período do intervalo a ser considerado para a média móvel de curto prazo. O parâmetro *slowLength*, na linha 4, é preenchido com o período do intervalo para a média móvel de médio ou longo prazo.

```
fastLength = input(5)
```

```
slowLength = input(30)
```

No exemplo acima, o algoritmo calcularia a média móvel de curto prazo dos últimos 5 dias e a média móvel de médio prazo dos últimos 30 dias. Já o atributo *price*, na linha 5 do código, deve ser preenchido com a opção do valor que será considerado: abertura, fechamento, mínima ou máxima.

Após a definição dos parâmetros de intervalo da série a ser analisada, tamanho das médias móveis de curto, médio ou longo prazo, e valor do ativo a ser considerado na média, o algoritmo calcula as médias de curto e longo prazo, nas respectivas linhas 6 e 7 do código, e então desenha em um gráfico de *CandleStick* as duas médias. A média de curto prazo é representada pela linha verde no gráfico e a média de médio prazo é representada pela linha azul na Figura 6.



Figura 6 – Exemplo de Gráfico de Médias Móveis Cruzadas. - Fonte: Do Autor

Após o desenho do gráfico, é possível visualizar quando as duas linhas das médias moveis de curto e médio/longo prazo se cruzam. É baseado nesse cruzamento das linhas das médias móveis, sinalizado na Figura 7 que o algoritmo sugere a negociação de um ativo. No código representado na Figura 5, as sinalizações de compra e venda são realizadas nas funções *crossunder*, utilizando como parâmetro dessas funções as médias de *fastLength* e *slowLength*.



Figura 7 – Gráfico de Médias Móveis Cruzadas com médias cruzadas. - Fonte: Do Autor

Quando a linha da média móvel de curto prazo (linha verde) cruza tendendo para baixo com a linha da média móvel de médio/longo prazo (linha azul), é percebida nas próximas negociações uma tendência de baixa no preço dos ativos. Nesse cenário, conforme Figura 8, o algoritmo sugere ao investidor que venda os ativos para evitar prejuízos.



Figura 8 – Gráfico de Médias Móveis Cruzadas sugerindo venda de ativos. - Fonte: Do Autor

Quando a linha da média móvel de curto prazo (linha verde) cruza tendendo para cima no gráfico com a linha da média móvel de médio/longo prazo (linha azul), é percebida uma tendência de alta no preço dos ativos, sugerindo assim ao investidor que compre ativos, conforme Figura 9.



Figura 9 – Gráfico de Médias Móveis Cruzadas sugerindo compra de ativos. - Fonte: Do Autor

2.4.3 Algoritmo Indicador *Supertrend*

O Indicador *Supertrend* é uma ferramenta da análise técnica do mercado de ações e criptomoedas utilizado para indicar tendências do mercado. O algoritmo utiliza os preços das médias móveis anteriores e compara com o preço atual de venda do ativo, determinando assim o comportamento do preço do ativo no futuro e sugerindo negociações ao investidor. A Figura 10 mostra o código do algoritmo. Na linha 4 do código é esperada como entrada do algoritmo o tamanho da média móvel que será calculada e o na linha 5 o fator. Nas linhas 9 e 12 do código estão as funções que comparam os valores atuais com os valores de tendência observada (média móvel até o momento), sugerindo então a compra ou venda do ativo.


```

1 //@version=5
2 strategy("Supertrend Strategy", overlay=true, default_qty_type=strategy.percent_of_equity, default_qty_value=15)
3
4 atrPeriod = input(20, "ATR Length")
5 factor = input.float(3.0, "Factor", step = 0.01)
6
7 [_, direction] = ta.supertrend(factor, atrPeriod)
8
9 if ta.change(direction) < 0
10     strategy.entry("Compra", strategy.long)
11
12 if ta.change(direction) > 0
13     strategy.entry("Venda", strategy.short)
14
15 //plot(strategy.equity, title="equity", color=color.red, linewidth=2, style=plot.style_areabr)

```

Figura 10 – Algoritmo *SuperTrend* em *Pine Script*. - Fonte: Do Autor

Para essa comparação, são realizadas médias móveis de um intervalo de tempo e definidas as linhas superiores e inferiores, como visto na Figura 11. Com essas médias calculadas, o algoritmo compara o preço atual de um ativo com a média móvel do período que foi calculada. Se o valor de variação atual for superior à linha definida, o algoritmo sugere a compra do ativo. Já se o valor de variação atual for inferior à linha inferior definida, o algoritmo sugere a venda do ativo, como representado na Figura 12.



Figura 11 – Gráfico do *Algoritmo SuperTrend*. - Fonte: Do Autor



Figura 12 – Demonstração de compra e venda sugeridas pelo algoritmo *SuperTrend*. - Fonte: Do Autor

Para calcular as médias móveis, geralmente são utilizados os últimos 10 períodos. Entende-se que um período pode ser medido em minutos, horas ou dias. Esse período também pode ser chamado de *Average True Range* (ATR). Para a definição das linhas, além do ATR, um atributo chamado de fator ou multiplicador também é utilizado na conta. O fator influencia na forma que o algoritmo irá definir as linhas superiores e inferiores.

$$LinhaSuperior = \frac{PreçoAlta + PreçoBaixa}{2} + Fator * ATR \quad (2.2)$$

$$LinhaInferior = \frac{PreçoAlta + PreçoBaixa}{2} - Fator * ATR \quad (2.3)$$

2.5 Trabalhos Correlatos

O objetivo dessa seção é descrever trabalhos que possuem relação com estratégias automatizadas que visam prever e implementar algoritmos de compra e venda de criptomoedas automaticamente ou a análise de desempenho de algoritmos já existentes.

No trabalho realizado por (CORREIA, 2022), foram utilizadas técnicas de análise de séries temporais para prever a variação de preço de uma criptomoeda. Foram aplicados três modelos diferentes de séries temporais, divididas em períodos de um dia, uma semana e um mês. Como resultado, foram observados que os modelos de séries propostas tiveram variação de eficiência conforme período no qual foi aplicado.

No trabalho feito por (SILVA, 2022), foi proposta a criação de um robô *trader* que utiliza a estratégia de Índice de Força Relativa a fim de automatizar a compra e venda de ativos da bolsa de valores tradicional. Através do gráfico de velas (*CandleSticks*), foi implementado o algoritmo na plataforma *MetaTrader 4* e foram avaliados os resultados obtidos pelo robô em execuções mensais. Foi possível identificar, a partir das conclusões do trabalho, que o algoritmo apresentou resultado satisfatório na automação com ressalvas para os cenários extremos.

No estudo realizado por (SANTOS, 2018), o algoritmo RSI (*Relative Strength Index*) - Índice de Força Relativa - foi aplicado em uma base com históricos de transações de Bitcoins para verificar a viabilidade de automação do algoritmo em uma corretora. Os vários ajustes nos períodos considerados pelo algoritmo RSI afetaram as decisões de compra e venda dadas pelo aplicativo. Foi encontrado um ajuste considerado ideal para o algoritmo na série histórica estudada, o qual garantiu maior lucratividade.

3 Desenvolvimento

Esse capítulo apresenta uma visão geral das etapas realizadas no desenvolvimento do trabalho e o detalhamento em seções de cada etapa.

3.1 Descrição Geral do Trabalho

O trabalho foi realizado considerando as seguintes etapas:

1. Investigação e definição de cenários: Análise e seleção dos períodos adequados da base histórica de Bitcoins e definição de cenários para o estudo.
2. Pré-processamento: Parametrização da plataforma *Trading View* de acordo com os parâmetros estabelecidos em cada cenário.
3. Execução dos algoritmos: Execução do algoritmo CMM e *SuperTrend* nos períodos descritos em cada cenário.
4. Coleta e compilação de resultados: Análise dos gráficos gerados pela plataforma e confecção das métricas com números obtidos à partir da ferramenta, a fim de determinar o desempenho dos algoritmos nos cenários.
5. Discussão dos resultados obtidos.

As seções a seguir explicam em detalhes os passos de cada uma das etapas.

3.2 Investigação e definição de cenários

Na primeira etapa do desenvolvimento foi realizada a análise de toda a base de compra e venda de BTC desde o início das operações com a moeda, de 3 de janeiro de 2009 até 30 de Outubro de 2022, a fim de identificar os períodos críticos. São considerados períodos críticos os intervalos onde o preço dos ativos varia fortemente por algum motivo. As grandes variações de preço servem para testar como os algoritmos propostos se comportam e as sugestões de negociações realizadas.

Após a identificação dos intervalos, foram definidos os dois cenários para serem executados pelos algoritmos. O **Cenário 1** consiste na execução dos dois algoritmos objeto de estudo, CMM e *SuperTrend*, aplicados na base de dados de Bitcoin do período de 01/04/2021 até 31/03/2022. A base utilizada tem valores de abertura e fechamento diários de BTC, representados no gráfico de *CandleSticks*. A moeda utilizada nos testes é o dólar

americano (USD) e o valor disponível inicial para negociação de compra é de USD 10.000. Nesse cenário as ordens de compra e venda eram integrais, ou seja, as compras e vendas consideravam todas as moedas disponíveis para venda e todas as compras possíveis com o valor disponível.

No **Cenário 2** foi considerado o preço de abertura e fechamento do BTC negociado por hora, no período entre 01-10-2021 a 31-12-2021. Esse período foi escolhido pois em outubro de 2021 foi registrado o maior valor já negociado da moeda desde o início de sua comercialização. Além desse registro de pico no preço, a moeda começou e terminou o período estudado neste cenário praticamente com o mesmo valor. A representação gráfica utilizada foi feita através do gráfico de *CandleSticks*. O valor inicial de negociação foi de USD 10.000, considerando ordens de compra e venda integrais.

3.3 Pré-Processamento

Como já mencionado, a ferramenta utilizada no trabalho para a execução das estratégias foi a *Trading View*. Trata-se de uma aplicação Web que pode ser conectada a plataformas de negociação reais de ativos do mercado tradicional ou de criptomoedas. A primeira etapa dentro da plataforma foi a criação de uma conta de demonstração, a qual permitiu a execução dos algoritmos e simulação de compra e venda de ativos.

Após a criação da conta, o BTC, moeda definida para estudo em ambos os cenários, foi selecionado na ferramenta. Como foram analisadas estratégias de análise técnica, foi selecionado o gráfico de *Candles* como base, o qual apresenta melhor visão geral das execuções, principalmente em relação ao *range* de valores. Alguns parâmetros de configuração da plataforma variam de acordo com o algoritmo ou estratégia desejada. Essas configurações foram realizadas no momento de execução de cada algoritmo.

Para a execução do primeiro cenário, foi definido o intervalo de 01/04/2021 à 31/03/2022. A ferramenta apresentou no gráfico os valores de compra e venda do período como *CandleSticks*, demonstrando as variações diárias dos valores, conforme Figura 13 abaixo.



Figura 13 – Aplicação Trading View mostrando Histórico das movimentações do Bitcoin.
- Fonte: Do Autor

3.4 Execução dos algoritmos

Após a configuração da plataforma, o próximo passo foi executar o algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis (CMM). Para execução desse algoritmo, foi necessário definir o tamanho das médias de curto e médio/longo prazo. O tamanho dessas médias faz parte dos atributos de entrada do algoritmo e é composto por números inteiros. Outro atributo de entrada do algoritmo corresponde a quais valores de preço serão utilizados para calcular as médias. Esse atributo pode ser preenchido com as *strings open*, *close*, *min* ou *max*.

```
//@version=5
strategy("MovingAvg2Line Cross", overlay=true)
fastLength = input(5)
slowLength = input(25)
price = close
mafast = ta.sma(price, fastLength)
maslow = ta.sma(price, slowLength)
if (ta.crossover(mafast, maslow))
    strategy.entry("Compra", strategy.long, comment="Compra")
if (ta.crossoverunder(mafast, maslow))
    strategy.entry("Venda", strategy.short, comment="Venda")
//plot(strategy.equity, title="equity", color=color.red, linewidth=2, style=plot.style_areabr)
```

Figura 14 – Atributos de entrada no código do Cruzamento de Médias Móveis. - Fonte: Do Autor

A Figura 14 ilustra a entrada do valor 5 para o atributo *fastLength* (média de curto prazo), 25 para o atributo de *slowLength* (média de médio/longo prazo) e *close* para o atributo *price*. Ao concluir a parametrização dos atributos de entrada do algoritmo, foi realizada a compilação e o gráfico plotado. A plataforma retornou uma tabela com todas as movimentações de compra e venda simuladas, os ganhos e as perdas nas respectivas negociações.

Depois da execução do CMM, foi executado o algoritmo *Supertrend* no mesmo intervalo de datas conforme cada cenário. Nele também foi necessário definir o período

das médias móveis, aqui representado pelo *Average True Range* (ATR). O ATR é o período em dias que será considerado na média móvel da execução do *SuperTrend*.

```
1 // @version=5
2 strategy("SuperTrend Strategy", overlay=true, default_qty_type=strategy.percent_of_equity, default_qty_value=15)
3
4 atrPeriod = input(20, "ATR Length")
5 factor = input.float(3.0, "Factor", step = 0.01)
6
7 [_, direction] = ta.supertrend(factor, atrPeriod)
8
9 if ta.change(direction) < 0
10     strategy.entry("Compra", strategy.long)
11
12 if ta.change(direction) > 0
13     strategy.entry("Venda", strategy.short)
14
15 // plot(strategy.equity, title="equity", color=color.red, linewidth=2, style=plot.style_areabr)
```

Figura 15 – Exemplo de entradas do Algoritmo *SuperTrend*. - Fonte: Do Autor

A Figura 15 exemplifica a entrada do valor 10 para o atributo `atrPeriod`. Ao inserir o valor de ATR no código, a compilação foi realizada na ferramenta e o gráfico dos dados plotado. A tabela com todos os detalhes da negociação também foi gerada pela plataforma *Trading View*, com os respectivos ganhos e perdas das operações.

3.5 Coleta de resultados

A execução dos algoritmos CMM e *SuperTrend* gerou gráficos nos quais foi possível observar as indicações de compra e venda de cada estratégia. Também foi gerada uma tabela após a execução de cada algoritmo contendo o tipo de operação sugerida, a data na qual seria realizada, o valor de negociação do BTC naquela operação, o possível lucro obtido e o percentual desse lucro.

A partir dessas tabelas, foram calculadas duas métricas de avaliação, aplicadas à cada um dos algoritmos. A primeira medida foi chamada de **resultado financeiro**. O resultado financeiro é o valor somado de lucro ou prejuízo obtido em todas as operações sugeridas por aquele algoritmo, dentro do período do cenário. Essa medida pode ter tanto valor positivo, em situações em que houve lucro na venda dos ativos, quanto negativo, em operações onde houve prejuízo na venda dos ativos.

A outra medida de avaliação utilizada foi o **percentual da taxa de sucesso**. A taxa de sucesso é uma classificação para cada operação realizada de acordo com a média móvel dos 10 períodos subsequentes, verificando se a orientação de compra e venda foi a mais assertiva.

Por exemplo, em uma data X foi sugerida por um dos algoritmos a venda de BTC. A média móvel dos próximos 10 dias subiu a partir daquela data, significando que o valor do BTC subiu nos dias subsequentes à venda. Nesse exemplo, o investidor poderia ter

esperado alguns dias a mais pra vender as moedas por um preço maior, maximizando assim seu lucro. Essa operação então seria classificada como uma operação sem sucesso. Se, a média móvel dos próximos 10 dias mostrasse um valor menor para o BTC do que o valor vendido na operação, a mesma seria considerada uma operação de sucesso. Após a classificação de cada operação como "Sem sucesso" ou "Sucesso", é calculado o percentual de operações com sucesso dentro das sugestões realizadas, consolidando assim a medida de avaliação percentual da taxa de sucesso.

Após a obtenção das métricas de cada algoritmo e realizada a comparação entre os dois, foi realizada uma nova execução em cima da mesma base histórica de valores, porém combinando o código de ambas as estratégias. Essa execução foi feita com o intuito de comparar como seria o comportamento dos algoritmos, quais seriam as sugestões de negociações apresentadas e as respectivas lucratividade e taxa de sucesso combinadas.

4 Resultados

Este capítulo aborda os resultados obtidos com os experimentos, conforme os cenários propostos na Seção 3 .

4.1 Cenário 1

Como explicado no capítulo anterior, para a execução desse cenário, foram aplicados os algoritmos de Cruzamento de Médias Móveis e o *Supertrend* nos valores diários de negociação do período entre 01/04/2021 e 31/03/2022, com investimento inicial de USD 10.000.

Inicialmente, a plataforma foi parametrizada para executar o algoritmo de Cruzamento de Médias Móveis (CMM) com duas variações de médias móveis. A primeira variação considerada foi a média de curto prazo de 20 dias e da média de médio/longo prazo de 50 dias, conforme gráfico da Figura 16.



Figura 16 – Resultado execução algoritmo CMM com médias 20 e 50 - Fonte: Do Autor

Foram realizadas nessa execução 10 operações, sendo 5 de compra e 5 de venda. Foram extraídas também da plataforma os valores de compra e venda dos ativos para cada operação, os quais compõem a Tabela 1.

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Compra	28/03/2021	46854,96	-7154,41	-15,27	-3979,55	Sem Sucesso
Venda	21/03/2021	41293,19	-5561,77	-13,47	6067,71	Sem Sucesso
Compra	20/03/2021	42240,43	-947,24	-2,24	5774,89	Sucesso
Venda	08/03/2021	38002,23	-4238,2	-11,15	-165,65	Sucesso
Compra	20/02/2021	40108,62	-2106,39	-5,25	7367,38	Sucesso
Venda	28/11/2021	54764,24	14655,62	26,76	-7209,25	Sucesso
Compra	12/10/2021	57490	-2725,76	-4,74	4832,96	Sucesso
Venda	24/09/2021	44893,7	-12596,3	-28,06	5220,35	Sem Sucesso
Compra	02/08/2021	39875,2	5018,5	12,59	6236,28	Sucesso
Venda	29/04/2021	54898,45	15023,25	27,37	529,97	Sem Sucesso

Tabela 1 – Operações algoritmo CMM no Cenário 1 com médias 20 e 50

Das 10 operações registradas, quatro não podem ser consideradas bem-sucedidas (Sem Sucesso). A operação realizada no dia 24/09/2021 representada na Figura 17, sugeriu a venda de BTC porém foi observado o comportamento de alta do preço do ativo nos dias subsequentes, representado aqui pela Valorização da próxima média, significando perda financeira nessa movimentação. O algoritmo poderia ter esperado alguns dias a mais para realizar a venda, conseguindo assim maximizar o valor obtido na venda.



Figura 17 – Elevação de preço pós operação de venda - CMM 20 e 50 - Fonte: Do Autor

A plataforma foi então parametrizada para executar o algoritmo CMM com duas novas variações de médias móveis. A média de curto prazo foi definida em 10 dias e a média de médio/longo prazo foi de 30 dias, conforme Figura 18. A redução das médias nesse cenário foi feita para validar o comportamento e assertividade quanto a escolha das médias iniciais de 20 e 50.



Figura 18 – Resultado execução algoritmo CMM com médias 10 e 30 - Fonte: Do Autor

Foram realizadas nessa execução 16 operações, sendo 8 de compra e 8 de venda. Foram extraídas da plataforma os valores de compra e venda dos ativos para cada operação, os quais compõem a Tabela 2.

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Compra	19/03/2022	41781,96	-1682,45	-4,03	5825,94	Sucesso
Venda	11/03/2022	39433,48	-2348,48	-5,96	2196,34	Sem Sucesso
Compra	10/03/2022	41952,13	-2518,65	-6	1859,71	Sucesso
Venda	25/02/2022	38360,93	-3591,2	-9,36	-1144,43	Sucesso
Compra	09/02/2022	44106,95	-5746,02	-13,03	-3415,98	Sem Sucesso
Venda	03/01/2022	47290,55	3183,6	6,73	-2717,65	Sucesso
Compra	02/01/2022	47745,25	-454,7	-0,95	-2504,88	Sem Sucesso
Venda	21/11/2021	59785,85	12040,6	20,14	253,85	Sem Sucesso
Compra	07/10/2021	55360,1	4425,75	7,99	8077,44	Sucesso
Venda	14/09/2021	44983,77	-10376,33	-23,07	-4113,13	Sucesso
Compra	28/07/2021	39446,94	5536,83	14,04	1653,82	Sucesso
Venda	24/06/2021	33693,99	-5752,95	-17,07	-948,47	Sucesso
Compra	18/06/2021	38110,25	-4416,26	-11,59	-1354,76	Sem Sucesso
Venda	13/05/2021	49419,44	11309,19	22,88	-14976,29	Sucesso
Compra	10/05/2021	58336,16	-8916,72	-15,29	-19970,31	Sem Sucesso
Venda	24/04/2021	51177,77	-7158,39	-13,99	8381,5	Sem Sucesso

Tabela 2 – Operações algoritmo CMM no Cenário 1 com médias 10 e 30

O comportamento das 16 operações foi um pouco parecido com o CMM de 20 e 50, com destaque para duas operações registradas. A operação realizada no dia 10/05/2021, conforme Figura 19, sugeriu a compra de BTC, porém foi observado o comportamento de queda acentuada no preço do ativo nos dias subsequentes (Valor Próxima média foi negativa). A queda no preço de negociação do criptoativo foi observada após Elon Musk suspender a venda de automóveis Tesla com pagamento através de BTC, um fato não considerado pelo algoritmo na previsão dos valores. ¹

¹ <https://forbes.com.br/forbes-money/2021/05/bitcoin-cai-mais-de-10-apos-elon-musk-suspender-compra-de-teslas-com-a-criptomoeda/>



Figura 19 – Queda de preço pós operação de venda por cenário externo - Fonte: Do Autor

A outra negociação registrada com o comportamento similar foi no dia 02/01/2022, demonstrada na Figura 20, onde o algoritmo sugeriu a compra de BTC um dia antes de uma queda acentuada no preço do ativo. Essa queda foi motivada por um anúncio do FED – Sistema de Reserva Federal dos Estados Unidos – que indicou aumento de juros para os próximos meses.²



Figura 20 – Queda de preço pós operação de venda por cenário externo - Fonte: Do Autor

Depois da execução do algoritmo CMM parametrizado com dois conjuntos de médias diferentes, foi executado o algoritmo *SuperTrend*, com o parâmetro de média móvel

² <https://exame.com/future-of-money/apos-anuncio-do-fed-preco-do-bitcoin-despenca-e-vai-abaixo-de-us-43-000/>

de 10 dias, conforme Figura 21. O *Supertrend* compara a média móvel dos valores de venda de um período X com o valor de venda no dia da execução, diferentemente do CMM que compara duas médias móveis de períodos pré-definidos.



Figura 21 – Resultado Execução do algoritmo *SuperTrend* no Cenário 1 - Fonte: Do Autor

Foram realizadas 8 negociações durante todo o período, sendo 4 operações de venda e 4 de compra de BTC. Os fatores não previstos que afetaram as negociações na execução do algoritmo CMM anterior não causaram impacto negativo nas operações realizadas pelo *Supertrend*.

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Compra	02/03/2022	44443,98	-433,45	-4,92	-4685,72	Sem Sucesso
Venda	22/02/2022	37036,98	-1815,38	-20	4206,31	Sem Sucesso
Compra	08/02/2022	43895,6	-1454,72	-15,62	-4418,09	Sem Sucesso
Venda	19/11/2021	56924,94	2059,09	22,89	-1925,21	Sucesso
Compra	05/10/2021	49283,89	1364,25	15,5	9348,37	Sucesso
Venda	11/09/2021	44858,2	-880,31	-9,87	-2445,47	Sucesso
Compra	26/07/2021	35438,93	2281,32	26,58	1419,26	Sucesso
Venda	22/04/2021	53823,48	2788,7	34,16	4806,02	Sem Sucesso

Tabela 3 – Operações Algoritmo *SuperTrend* no Cenário 1

Das 8 negociações do *Supertrend*, 4 delas são consideradas sem sucesso, baseando-se na média de valores de negociação dos 10 próximos dias.

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos com a execução de cada algoritmo, conforme medidas de avaliação definidas na Seção 3. O Resultado financeiro é o valor resultante de lucro ou prejuízo após todas as negociações sugeridas. O percentual da taxa de sucesso é o percentual de negociações bem sucedidas sob o total de negociações realizadas.

Algoritmo	Qtde de Operações	Resultado Financeiro (USD)	% Taxa de Sucesso
CMM 20x50	10	-623,70	60
CMM 10x30	16	-16466,18	56
<i>SuperTrend</i>	8	3909,50	50

Tabela 4 – Resultados obtidos nas negociações dos algoritmos no Cenário 1

O algoritmo CMM, configurado com as médias de 10 e 30 dias, acumulou o maior prejuízo entre as três execuções, totalizado no valor de USD 16.466,18, apesar de ter sido o algoritmo com mais operações realizadas. Essa execução também se mostrou a mais suscetível a influências de cenários externos, mencionados nos exemplos. Cabe ressaltar que um valor maior de negociações sugeridas por um algoritmo não significa maior lucro, representa apenas um número maior de reações do algoritmo. Com relação à taxa de sucesso, a execução dessa estratégia automatizada não teve o pior desempenho entre as três execuções, mesmo acumulando maior prejuízo.

Já a *SuperTrend* foi a automação que realizou o menor número de sugestões de operações, mas que teve o melhor desempenho pela visão de lucro, obtendo um valor de USD 3.909,50 como retorno das negociações. Com relação à taxa de sucesso, foi o algoritmo que teve pior desempenho, contabilizado apenas 50 % de sucesso em suas operações, o que não pode ser interpretado como ruim visto que foi o único algoritmo executado sozinho que obteve lucro.

O algoritmo CMM se mostrou suscetível a variações abruptas dos valores do BTC, sofrendo impactos com as volatilidades do mercado. Esse impacto é justificado pelo tempo de cálculo das médias móveis comparadas nessa execução visto que a variação abrupta de preço demora a aparecer nas médias calculadas. O *SuperTrend* por sua vez se mostrou mais eficiente nesse cenário volátil uma vez que compara a média móvel dos últimos dias com o preço do dia em questão, sendo mais ágil no tempo de resposta e evitando assim prejuízo.

Após a validação dos resultados das estratégias automatizadas, foram executados os dois algoritmos simultaneamente na mesma base de dados, conforme Figura 22. O algoritmo CMM foi parametrizado com as médias de 1 e 5 dias e o *SuperTrend* com a média de 5 dias. Quando dois algoritmos são executados simultaneamente, a sugestão de compra ou venda só será acatada caso seja proposta por ambas as estratégias conforme percentual de concordância definido na plataforma.



Figura 22 – Execução simultânea dos algoritmos CMM e *SuperTrend* - Fonte: Do Autor

A execução de ambos os algoritmos simultaneamente resultou nas sugestões demonstradas na Tabela 5.

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Compra	10/03/2022	41952,13	3570,4	8,51	572,91	Sucesso
Venda	05/03/2022	39170,19	-2781,94	-7,1	-660,52	Sucesso
Compra	01/03/2022	43221,71	-4051,52	-9,37	-5497,83	Sem Sucesso
Venda	18/02/2022	40532,66	-2689,05	-6,63	-2734,57	Sucesso
Compra	24/09/2021	44893,7	-4361,04	-9,71	998,55	Sucesso
Venda	27/08/2021	46857,86	1964,16	4,19	-1817,34	Sucesso
Compra	10/06/2021	37414,64	9443,22	25,24	1372,71	Sucesso
Venda	05/05/2021	53221,75	15807,11	29,7	-592,96	Sucesso
Compra	27/04/2021	54015,32	-793,57	-1,47	2991,04	Sucesso

Tabela 5 – Operações Simultâneas CMM e *SuperTrend* no Cenário 1

Consolidando o lucro e prejuízo acumulado da coluna Retorno conforme as negociações realizadas pela execução simultânea dos algoritmos, temos a Tabela 6.

Algoritmo	Qtde de Operações	Resultado Financeiro (USD)	% Taxa de Sucesso
CMM e <i>SuperTrend</i>	9	16107,77	89

Tabela 6 – Resultados obtidos nas execuções simultâneas dos algoritmos no Cenário 1

Como visto na Tabela 6, a execução dos dois algoritmos simultaneamente conseguiu maximizar o lucro obtido nas operações com os algoritmos, no valor de USD 16.107,77, e teve a maior taxa de sucesso entre as execuções, alcançando 89 %. A conclusão para o Cenário 1 é que o algoritmo *SuperTrend* combinado com o CMM teve melhor desempenho tanto do ponto de vista de lucro quanto da taxa de sucesso.

4.2 Cenário 2

Para a execução do Cenário 2, foram aplicados os algoritmos de Cruzamento de Médias Móveis e o *Supertrend* nos valores de negociação do período entre 01/10/2021 e 31/12/2021. Diferente do Cenário 1 onde o preço de negociação considerado era diário, no Cenário 2 foram analisados os preços de fechamento do BTC por hora.

O *Trading View* foi configurado para executar o algoritmo de CMM com duas variações de médias móveis. A variação considerada foi a média de curto prazo de 20 horas e da média de médio/longo prazo de 50 horas, demonstrado na Figura 23.



Figura 23 – Resultado execução algoritmo CMM com médias 20 e 50 no Cenário 2 - Fonte: Do Autor

Foram realizadas nessa execução 54 operações, sendo 27 de compra e 27 de venda. Foram extraídos da plataforma os valores de compra e venda dos ativos para cada operação, os quais compõem a Tabela 7.

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Compra	31/12/2021	47276,99	-462,83	-0,98	314,65	Sucesso
Venda	28/12/2021	49054,58	1777,59	3,62	-1343,27	Sucesso
Compra	27/12/2021	50733,22	-1678,64	-3,31	1152,06	Sucesso
Venda	25/12/2021	50644,41	-88,81	-0,18	-1071,96	Sucesso
Compra	23/12/2021	50980,92	-336,51	-0,66	160,91	Sucesso
Venda	23/12/2021	48390,36	-2590,56	-5,35	239,61	Sem Sucesso
Compra	21/12/2021	48608,3	-217,94	-0,45	-121,41	Sem Sucesso
Venda	20/12/2021	46535,96	-2072,34	-4,45	-174,22	Sucesso
Compra	19/12/2021	47749,82	-1213,86	-2,54	-159,31	Sem Sucesso
Venda	17/12/2021	47940,37	190,55	0,4	-1496,9	Sucesso
Compra	15/12/2021	48103,46	-163,09	-0,34	-1211,87	Sem Sucesso
Venda	13/12/2021	47282,84	-820,62	-1,74	-230,08	Sucesso
Compra	11/12/2021	48773,55	-1490,71	-3,06	366,66	Sucesso
Venda	08/12/2021	49102,05	328,5	0,67	-227,39	Sucesso
Compra	07/12/2021	50693,51	-1591,46	-3,14	0,89	Sucesso
Venda	06/12/2021	47524,39	-3169,12	-6,67	369,15	Sem Sucesso
Compra	06/12/2021	48839,36	-1314,97	-2,69	-1409,68	Sem Sucesso
Venda	02/12/2021	56752,28	7912,92	13,94	286,46	Sem Sucesso
Compra	01/12/2021	57116,17	-363,89	-0,64	-330,8	Sem Sucesso
Venda	01/12/2021	56949,64	-166,53	-0,29	-245,65	Sucesso
Compra	01/12/2021	57422,89	-473,25	-0,82	1803,53	Sucesso
Venda	30/11/2021	57098,33	-324,56	-0,57	-57,14	Sucesso
Compra	28/11/2021	56108,45	989,88	1,76	-463,25	Sem Sucesso
Venda	28/11/2021	54398,88	-1709,57	-3,14	3476,72	Sem Sucesso
Compra	28/11/2021	54579,21	-180,33	-0,33	-203,16	Sem Sucesso
Venda	26/11/2021	54324,44	-254,77	-0,47	-830,73	Sucesso
Compra	25/11/2021	57797,16	-3472,72	-6,01	1634,67	Sucesso
Venda	24/11/2021	56142,83	-1654,33	-2,95	1148,99	Sem Sucesso
Compra	24/11/2021	56587,06	-444,23	-0,79	29	Sucesso
Venda	22/11/2021	57125,6	538,54	0,94	419,28	Sem Sucesso
Compra	20/11/2021	58463	-1337,4	-2,29	-619,18	Sem Sucesso
Venda	18/11/2021	59115,5	652,5	1,1	-1949,01	Sucesso
Compra	18/11/2021	59804,79	-689,29	-1,15	-2546,9	Sem Sucesso
Venda	18/11/2021	59657,07	-147,72	-0,25	-1350,17	Sucesso
Compra	18/11/2021	59805,09	-148,02	-0,25	-2432,44	Sem Sucesso
Venda	16/11/2021	62137,03	2331,94	3,75	-884,85	Sucesso
Compra	14/11/2021	64814,75	-2677,72	-4,13	-49,56	Sem Sucesso
Venda	10/11/2021	66705,53	1890,78	2,83	-2261,21	Sucesso
Compra	07/11/2021	61801,54	4903,99	7,94	587,7	Sucesso
Venda	04/11/2021	62601,04	799,5	1,28	-630,45	Sucesso
Compra	01/11/2021	61984,73	616,31	0,99	-487,62	Sem Sucesso
Venda	30/10/2021	61539,02	-445,71	-0,72	-1254,47	Sucesso
Compra	28/10/2021	60172,62	1366,4	2,27	-391,63	Sem Sucesso
Venda	26/10/2021	60814,16	641,54	1,05	-1300,17	Sucesso
Compra	25/10/2021	62652,08	-1837,92	-2,93	372,12	Sucesso
Venda	21/10/2021	62725,11	73,03	0,12	357,39	Sem Sucesso
Compra	18/10/2021	62133,66	591,45	0,95	-339,21	Sem Sucesso
Venda	17/10/2021	60347,43	-1786,23	-2,96	-167,88	Sucesso
Compra	14/10/2021	58102,44	2244,99	3,86	-564,21	Sem Sucesso
Venda	12/10/2021	56394,39	-1708,05	-3,03	-1401,84	Sucesso
Compra	08/10/2021	54692,17	1702,22	3,11	595,82	Sucesso
Venda	08/10/2021	54859,24	167,07	0,3	-244,76	Sucesso
Compra	04/10/2021	48975	5884,24	12,01	334,3	Sucesso
Venda	04/10/2021	47444,03	-1530,97	-3,23	1503,31	Sem Sucesso

Tabela 7 – Operações algoritmo CMM no Cenário 2 com médias 20 e 50

Das 54 operações registradas, 23 delas não foram consideradas bem-sucedidas. As negociações classificadas como Sem Sucesso na Tabela 7 tiveram a média das próximas 10 horas menor ou maior, conforme a ordem de compra ou venda.

Tipo de Operação	Data	Valor negociado (USD)	Valor da próxima média (USD)
Venda	04/10/2021 - 15hs	47444,03	48947,34
Compra	18/11/2021 - 06hs	59805,09	57372,65
Compra	18/11/2021 - 11hs	59804,79	57257,89
Compra	15/12/2021 - 07hs	48103,46	46891,59
Compra	19/12/2021 - 04hs	47749,82	47590,51
Venda	23/12/2021 - 05hs	48390,36	48629,97

Tabela 8 – Exemplos de Operações do CMM negativas à taxa de sucesso no Cenário 2

A Tabela 8 retrata algumas transações de compra e venda sem sucesso. A transação de compra em 19/12/2021 às 07hs, demonstrada na Figura 24, foi realizada com o BTC no valor de USD 47.749,82, porém a próxima média foi no valor de USD 47.590,51, indicando queda no valor do ativo. Uma transação de compra com sucesso é feita quando o valor do ativo sobe após a compra. Já a transação de venda bem-sucedida é quando o valor do ativo cai após a venda. A transação do dia 19/12/2021 então é classificada como mal-sucedida pois a compra realizada foi feita com preço maior, resultando assim em prejuízo para o investidor.



Figura 24 – Operação com taxa de sucesso negativa realizada pelo CMM no Cenário 2 -
Fonte: Do Autor

Após a execução do CMM, foi executado o algoritmo *SuperTrend*, com o parâmetro de média móvel de 10 períodos, comparando a média móvel das últimas 10 horas com o valor de venda da próxima hora, conforme Figura 25.



Figura 25 – Resultado Execução do algoritmo *SuperTrend* no Cenário 2 - Fonte: Do Autor

Foram realizadas 53 negociações durante todo o período, sendo 27 operações de venda e 26 de compra de BTC, conforme Tabela 9. Das 53 operações registradas, 24 delas não foram consideradas bem-sucedidas. As negociações classificadas como Sem Sucesso na Tabela 9 tiveram a média das próximas 10 horas menor ou maior, conforme a ordem de compra ou venda

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Venda	31/12/2021	46659,24	-35,41	-2,47	1021,44	Sem Sucesso
Compra	31/12/2021	48500	-54,84	-3,8	-2380,32	Sem Sucesso
Venda	28/12/2021	50708,05	62,43	4,35	-831,59	Sucesso
Compra	26/12/2021	50994,26	-8,05	-0,56	-119,48	Sem Sucesso
Venda	26/12/2021	50058,57	-26,9	-1,87	165,47	Sem Sucesso
Compra	23/12/2021	50080,13	-0,62	-0,04	351,34	Sucesso
Venda	23/12/2021	48160,21	-57,73	-3,99	1721,19	Sem Sucesso
Compra	21/12/2021	47948,98	6,37	0,44	58,09	Sucesso
Venda	20/12/2021	46418,82	-47,93	-3,3	-474,62	Sucesso
Compra	19/12/2021	47749,82	-40,72	-2,79	-205,15	Sem Sucesso
Venda	16/12/2021	47854,46	3,19	0,22	-451,47	Sucesso
Compra	15/12/2021	48668,96	-24,49	-1,67	-660,29	Sem Sucesso
Venda	15/12/2021	46642,03	-64,05	-4,35	2014,9	Sem Sucesso
Compra	14/12/2021	48314,92	-51,26	-3,46	328,84	Sucesso
Venda	13/12/2021	48635,3	9,75	0,66	-196,99	Sucesso
Compra	12/12/2021	49556,08	-27,56	-1,86	292,67	Sucesso
Venda	10/12/2021	47520	-63,92	-4,28	510,24	Sem Sucesso
Compra	10/12/2021	49647,9	-64,46	-4,29	-761,99	Sem Sucesso
Venda	09/12/2021	48584,05	-33	-2,19	-455,82	Sucesso
Compra	08/12/2021	50790	-65,9	-4,34	-249,9	Sem Sucesso
Venda	08/12/2021	49243,23	-47,87	-3,14	1390,71	Sem Sucesso
Compra	06/12/2021	50141,61	-27,39	-1,79	345	Sucesso
Venda	01/12/2021	56814,71	176,58	11,75	-296,5	Sucesso
Compra	30/11/2021	58372,53	-40,25	-2,67	333,07	Sucesso
Venda	30/11/2021	56300	-55,84	-3,68	237,89	Sem Sucesso
Compra	28/11/2021	56389,93	-2,42	-0,16	1169,43	Sucesso
Venda	26/11/2021	57832,5	37,7	2,49	-3238,23	Sucesso
Compra	25/11/2021	58121,06	-7,52	-0,5	298,43	Sucesso
Venda	22/11/2021	56477,4	-44,21	-2,91	645,47	Sem Sucesso
Compra	22/11/2021	58955,42	-64,31	-4,2	-1970,57	Sem Sucesso
Venda	22/11/2021	58165,54	-20,8	-1,36	-524,95	Sucesso
Compra	20/11/2021	58851,45	-17,89	-1,17	98,88	Sucesso
Venda	15/11/2021	64264,82	127,55	8,42	-2474,62	Sucesso
Compra	14/11/2021	65003,72	-17,26	-1,14	-228,64	Sem Sucesso
Venda	10/11/2021	66652,17	37,42	2,47	-1106,86	Sucesso
Compra	10/11/2021	68428,29	-39,43	-2,6	-3577,87	Sem Sucesso
Venda	09/11/2021	66549,91	-43,04	-2,82	-435,01	Sucesso
Compra	07/11/2021	61979,65	111,22	7,37	26,41	Sucesso
Venda	03/11/2021	61813,61	-4,05	-0,27	869,2	Sem Sucesso
Compra	01/11/2021	62210,66	-9,64	-0,64	-1384,32	Sem Sucesso
Venda	31/10/2021	60800,2	-35,16	-2,32	-86,71	Sucesso
Compra	28/10/2021	60592,94	5,18	0,34	253,48	Sucesso
Venda	26/10/2021	62228,62	39,69	2,63	-1599,28	Sucesso
Compra	25/10/2021	61845,25	9,36	0,62	969,7	Sucesso
Venda	21/10/2021	64667,99	65,33	4,36	-2609,72	Sucesso
Compra	19/10/2021	63200	34,67	2,32	347,18	Sucesso
Venda	18/10/2021	60623,84	-63,82	-4,25	172,76	Sem Sucesso
Compra	18/10/2021	61519,52	-21,91	-1,46	-795,42	Sem Sucesso
Venda	17/10/2021	59342,97	-55,44	-3,67	1234,61	Sem Sucesso
Compra	13/10/2021	56971,73	62,65	4,16	1208,63	Sucesso
Venda	12/10/2021	55870,56	-29,74	-1,97	710,29	Sem Sucesso
Compra	04/10/2021	49348,79	195,8	13,22	-31,57	Sem Sucesso
Venda	04/10/2021	47706,12	-51,21	-3,44	-5,62	Sucesso

Tabela 9 – Operações Algoritmo *SuperTrend* no Cenário 2

Tipo de Operação	Data	Valor negociado (USD)	Valor da próxima média (USD)
Compra	26/12/2021	50994,26	50874,78
Venda	23/12/2021	48160,21	49881,4
Compra	10/12/2021	49647,9	48885,91
Compra	22/11/2021	58955,42	56984,85
Compra	10/11/2021	68428,29	64850,42
Venda	17/10/2021	59342,97	60577,58

Tabela 10 – Exemplos de Operações do *SuperTrend* negativas à taxa de sucesso no Cenário 2

Na Tabela 10 é possível visualizar algumas transações classificadas como sem sucesso. A transação de compra em 10/11/2021 foi realizada com o BTC no valor de USD 68.428,29, porém a próxima média foi no valor de USD 64.850,42, indicando queda no valor do ativo. Uma transação de compra com sucesso é feita quando o valor do ativo sobe após a compra. Já a transação de venda bem-sucedida é quando o valor do ativo cai após a venda. A transação do dia 10/11/2021 então é classificada como mal-sucedida pois a compra realizada foi feita com preço maior, resultando assim em prejuízo para o investidor

A Figura 26 retrata uma sugestão de venda realizada pelo algoritmo e uma tendência seguinte de aumento de preço, configurando uma negociação malsucedida visto que o lucro nessa negociação poderia ser maior.

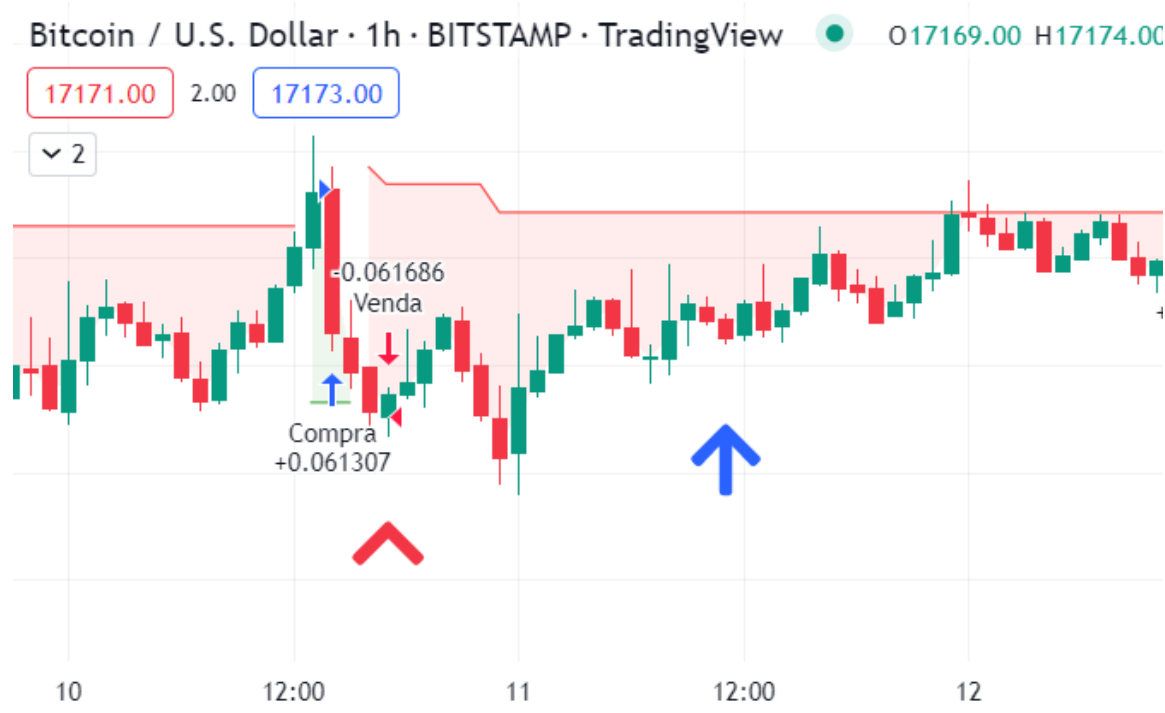


Figura 26 – Operação com taxa de sucesso negativa realizada pelo *SuperTrend* no Cenário 2 - Fonte: Do Autor

A Tabela 11 mostra os resultados obtidos com a execução de cada algoritmo nas

condições previstas do cenário 2, conforme medidas de avaliação de Resultado Financeiro e Taxa de Sucesso.

Algoritmo	Qtde de Operações	Resultado Financeiro (USD)	% Taxa de Sucesso
CMM 20x50	54	-2960,73	57
<i>SuperTrend</i>	53	-381,15	55

Tabela 11 – Resultados obtidos nas negociações dos algoritmos no Cenário 2

O algoritmo CMM, configurado com as médias de 20 e 50 foi o que obteve maior taxa de sucesso, isto é, que teve operações mais assertivas quanto a variação futura dos preços para negociação porém foi o que teve observado maior prejuízo entre os dois. O prejuízo acumulado após a execução desse algoritmo foi de USD 2960,73.

O *SuperTrend* também registrou prejuízo, no valor de USD 381,15, valor este menor que o registrado na execução do CMM. A taxa de sucesso obtida nessa execução também foi menor que a vista no CMM.

Após a validação dos resultados no cenário 2, foram executados os dois algoritmos simultaneamente na mesma base de dados, demonstrado na Figura 27. O algoritmo CMM foi parametrizado com as médias de 1 e 5 horas e o *SuperTrend* com a média de 5 horas. A plataforma *Trading View* considera, quando há a execução de mais de um algoritmo na mesma base, sugestões de negociação feitas por ambos os algoritmos ao mesmo tempo.



Figura 27 – Execução simultânea dos algoritmos CMM e *SuperTrend* no Cenário 2 - Fonte: Do Autor

Essa execução resultou em 59 operações de compra e venda, conforme as carac-

terísticas de cada algoritmo. A Tabela 12 contém as métricas consolidadas da execução combinada.

Operação	Data	Valor (USD)	Retorno (USD)	% de Retorno	Valor Próxima Média	Taxa de Sucesso
Venda	30/12/2021	47162,58	-197,28	-0,42	-599,27	Sucesso
Compra	29/12/2021	47862	-699,42	-1,46	-1168,04	Sem Sucesso
Venda	25/12/2021	50620,14	2758,14	5,45	-506,01	Sucesso
Compra	24/12/2021	51166	-545,86	-1,07	-274,14	Sem Sucesso
Venda	22/12/2021	48946,15	-2219,85	-4,54	-50,37	Sucesso
Compra	22/12/2021	49362,43	-416,28	-0,84	-691,09	Sem Sucesso
Venda	22/12/2021	48656,2	-706,23	-1,45	231,67	Sem Sucesso
Compra	17/12/2021	47076,18	1580,02	3,36	-429,25	Sem Sucesso
Venda	16/12/2021	48734,7	1658,52	3,4	-894,61	Sucesso
Compra	15/12/2021	47829,28	905,42	1,89	104,81	Sucesso
Venda	10/12/2021	48248,23	418,95	0,87	-47,87	Sucesso
Compra	08/12/2021	50790	-2541,77	-5	57,65	Sucesso
Venda	07/12/2021	51019,35	229,35	0,45	-653,87	Sucesso
Compra	07/12/2021	51516,27	-496,92	-0,96	-632,21	Sem Sucesso
Venda	07/12/2021	50968,21	-548,06	-1,08	-708,62	Sucesso
Compra	05/12/2021	49346,98	1621,23	3,29	66,23	Sucesso
Venda	03/12/2021	56280,16	6933,18	12,32	-1943,49	Sucesso
Compra	02/12/2021	57155,42	-875,26	-1,53	73,06	Sucesso
Venda	01/12/2021	58036,57	881,15	1,52	-1111,88	Sucesso
Compra	30/11/2021	58383,09	-346,52	-0,59	-363,75	Sem Sucesso
Venda	29/11/2021	57938,76	-444,33	-0,77	-1794,01	Sucesso
Compra	28/11/2021	54756,98	3181,78	5,81	611,84	Sucesso
Venda	26/11/2021	58721,12	3964,14	6,75	-4537,13	Sucesso
Compra	25/11/2021	57701,08	1020,04	1,77	1513,04	Sucesso
Venda	25/11/2021	57281,61	-419,47	-0,73	1442,45	Sem Sucesso
Compra	22/11/2021	58955,42	-1673,81	-2,84	-1970,57	Sem Sucesso
Venda	21/11/2021	59164,26	208,84	0,35	-966,56	Sucesso
Compra	20/11/2021	59490,18	-325,92	-0,55	-366,42	Sem Sucesso
Venda	20/11/2021	58440,31	-1049,87	-1,8	-561,34	Sucesso
Compra	19/11/2021	57060,49	1379,82	2,42	1022,5	Sucesso
Venda	18/11/2021	59874,74	2814,25	4,7	-819,84	Sucesso
Compra	16/11/2021	60590,83	-716,09	-1,18	474,5	Sucesso
Venda	13/11/2021	64142,33	3551,5	5,54	813,92	Sem Sucesso
Compra	12/11/2021	63625,37	516,96	0,81	-69,52	Sem Sucesso
Venda	12/11/2021	63823,91	198,54	0,31	233,69	Sem Sucesso
Compra	12/11/2021	64922,01	-1098,1	-1,69	183,34	Sucesso
Venda	10/11/2021	67777,9	2855,89	4,21	-1097,24	Sucesso
Compra	08/11/2021	66424,39	1353,51	2,04	1068,95	Sucesso
Venda	05/11/2021	61744,06	-4680,33	-7,58	-322,08	Sucesso
Compra	05/11/2021	61838,88	-94,82	-0,15	144,36	Sucesso
Venda	04/11/2021	62420,87	581,99	0,93	-808,7	Sucesso
Compra	01/11/2021	61499,7	921,17	1,5	1136,36	Sucesso
Venda	31/10/2021	61791,76	292,06	0,47	-1147,38	Sucesso
Compra	26/10/2021	62836,28	-1044,52	-1,66	-719,94	Sem Sucesso
Venda	25/10/2021	63079,8	243,52	0,39	-171,17	Sucesso
Compra	24/10/2021	60632,44	2447,36	4,04	883,08	Sucesso
Venda	24/10/2021	60256,6	-375,84	-0,62	523,95	Sem Sucesso
Compra	23/10/2021	61556,16	-1299,56	-2,11	2,59	Sucesso
Venda	21/10/2021	64819,87	3263,71	5,04	-2236,34	Sucesso
Compra	17/10/2021	60658	4161,87	6,86	505,85	Sucesso
Venda	17/10/2021	60488,09	-169,91	-0,28	2896,33	Sem Sucesso
Compra	12/10/2021	56089,21	4398,88	7,84	-1392,72	Sem Sucesso
Venda	12/10/2021	56938,64	849,43	1,49	-174,52	Sucesso
Compra	10/10/2021	55027,41	1911,23	3,47	209,09	Sucesso
Venda	10/10/2021	54401	-626,41	-1,15	331,9	Sem Sucesso
Compra	07/10/2021	54591,68	-190,68	-0,35	30,02	Sucesso
Venda	07/10/2021	54822,95	231,27	0,42	-844,04	Sucesso
Compra	06/10/2021	51169,77	3653,18	7,14	3204,46	Sucesso
Venda	04/10/2021	47444,03	-3725,74	-7,85	1503,31	Sem Sucesso

Tabela 12 – Operações Simultâneas CMM e *SuperTrend* no Cenário 2

Das 59 operações registradas, 19 delas não foram consideradas bem-sucedidas. As negociações classificadas como Sem Sucesso na Tabela 12 tiveram a próxima média de 10 horas menor ou maior, conforme a ordem de compra ou venda.

Tipo de Operação	Data	Valor negociado (USD)	Valor da próxima média (USD)
Compra	29/12/2021	47862	46693,96
Venda	22/12/2021	48656,2	48887,87
Compra	17/12/2021	47076,18	46646,93
Compra	07/12/2021	51516,27	50884,06
Compra	20/11/2021	59490,18	59123,76
Venda	13/11/2021	64142,33	64956,25

Tabela 13 – Exemplos de Operações cruzadas entre CMM e *SuperTrend* negativas à taxa de sucesso no Cenário 2

Na Tabela 13 é possível visualizar algumas transações classificadas como sem sucesso. A transação de venda em 13/11/2021 foi realizada com o BTC no valor de USD 64.142,33, porém a próxima média foi no valor de USD 64.956,25, indicando aumento no preço do ativo. Para ser considerada uma transação de venda de sucesso, o preço do ativo deve ser o maior possível, caracterizada por uma queda do valor após a venda. A transação do dia 10/11/2021 então é classificada como mal-sucedida pois a venda realizada foi feita com preço menor, resultando assim em perda de oportunidade para o investidor.

Algoritmo	Qtde de Operações	Resultado Financeiro (USD)	% Taxa de Sucesso
CMM e <i>SuperTrend</i>	59	33458,05	68

Tabela 14 – Resultados obtidos nas execuções simultâneas dos algoritmos no Cenário 2

Como visto na Tabela 14, a execução dos dois algoritmos simultaneamente conseguiu maximizar o lucro obtido nas operações com os algoritmos, no valor de USD 33.458,05, e teve a maior taxa de sucesso entre as execuções, alcançando 68 %. A conclusão para o Cenário 2 é que o algoritmo *SuperTrend* combinado com o CMM teve melhor desempenho tanto do ponto de vista de lucro quanto da taxa de sucesso.

4.3 Discussão dos Resultados

Conforme observado na execução das estratégias, o algoritmo CMM demora um tempo maior para sugerir a negociação de um ativo quando há oscilação abrupta de preços uma vez que, conforme sua programação, é preciso esperar que as médias dos períodos se encontrem novamente antes de sugerir a movimentação.

Em se tratando de estimar a tendência, isto é, o comportamento futuro do preço do ativo, destaque para o CMM nos dois cenários. Nos resultados do Cenário 1, é possível

verificar que parâmetros diferentes das médias do CMM causaram impacto no resultado financeiro e também na taxa de sucesso. Médias muito curtas combinadas com médias maiores (10 e 30) podem sugerir negociações que fogem da tendência de valores do ativo.

O *SuperTrend* se mostrou mais flexível quanto ao período de dados analisado, reagindo às oscilações do mercado mais rapidamente. Como os cálculos realizados pelo algoritmo fazem a comparação de uma única média com o valor do período seguinte, a reação às mudanças abruptas é mais rápida se comparado ao CMM. Em relação à tendência, o *Supertrend* apresentou desempenho inferior no Cenário 2, comparado ao CMM, uma vez que a taxa de sucesso das negociações foi menor.

O tempo de reação e oscilações do mercado são fundamentais para classificar uma estratégia como boa visto a volatilidade observada no mercado de criptomoedas. Por essa ótica, o *Supertrend* pode ser considerado mais adequado para automações focadas em negociações de curto prazo ou *Daily Trades*, observada a capacidade desse algoritmo em reagir às mudanças repentinas de preço.

A tendência, outro fator importante nas negociações de ativos, é geralmente considerada em negociações de médio e longo prazo. Nesse viés, o algoritmo CMM tem melhor desempenho, visível em ambos os cenários estudados, e pode ser melhor explorado por investidores.

A execução combinada do CMM e do *Supertrend* resultou em lucro nos dois cenários avaliados, aproveitando da capacidade de reação do *Supertrend* e da sugestão de tendência futura do CMM. Para que essa execução acontecesse, foi necessário reduzir os valores de média do CMM e do *SuperTrend* em ambos os cenários uma vez que as médias altas do CMM dificilmente promovem cruzamento com médias baixas do *SuperTrend*.

O uso automatizado dos algoritmos estudados deste trabalho e de outros existentes no mercado pode ajudar um investidor a atingir seus objetivos, mas não garantem a obtenção de lucro. A combinação de duas ou mais estratégias pode maximizar os ganhos, mas é necessário cautela e experimentação antes de tudo, levando em consideração principalmente os objetivos de curto, médio e longo prazo, além das oscilações de valores e interferências externas.

4.4 Aviso de Risco e Isenção de Responsabilidade

O conteúdo deste trabalho não sugere recomendações, indicações ou faz aconselhamento para investimento, sendo única e exclusivamente responsabilidade do investidor a tomada de decisão. A negociação de ativos financeiros e investimentos envolve um risco de perda e os resultados aqui descritos não constituem conselhos de investimento.

5 Conclusão

O crescente número de investidores no mercado de criptomoedas e a volatilidade desse ativo financeiro demanda a construção e execução de estratégias e algoritmos de análise a fim de maximizar os ganhos obtidos nas negociações. O objetivo do trabalho foi analisar alguns algoritmos utilizados nas estratégias e robôs *Traders* do mercado tradicional de ações e verificar o desempenho deles em séries valorais históricas de vendas de Bitcoins.

No Cenário 1, onde foi verificada variação abrupta de preço do ativo por influência de cenários externos, o CMM teve sua execução afetada mostrando um atraso no tempo de reação à queda do preço do BTC. Já o *SuperTrend* mostrou melhor resposta à variação abrupta no preço de compra e venda, minimizando perdas financeiras. Essa resposta é justificada pela comparação das médias dos últimos 10 dias com o valor do dia do BTC.

Para ser considerado bom, um algoritmo ou estratégia precisa apresentar ganho financeiro ao investidor. Ambos os algoritmos apresentaram melhor desempenho em série de valores com escala maior, explícitas no Cenário 1, onde foram considerados os preços diários do BTC. A variação dos preços dentro de uma escala menor (diária) reduziu o desempenho dos algoritmos devido à volatilidade do ativo. Entre os dois algoritmos analisados, o *SuperTrend* apresentou melhor desempenho em ambos os cenários, resultando em maior lucro acumulado ou menor prejuízo obtido.

O percentual de sucesso das operações, métrica analisada para julgar se a decisão do algoritmo em sugerir a compra ou venda de BTC foi boa, mostrou que os algoritmos podem sugerir a negociação de um ativo de forma a tentar maximizar o lucro ou reduzir perdas, mas que as estratégias são afetadas pela escala dos valores. Sozinha, essa métrica não consegue classificar o desempenho de um algoritmo.

A execução dos dois algoritmos simultaneamente maximizou o lucro em ambos os cenários, obtendo também melhor aproveitamento quanto ao percentual de sucesso das operações. Conclui-se que a possibilidade de combinação entre os algoritmos pode otimizar ganho financeiro nas estratégias dos investidores, permitindo assim o desenvolvimento de robôs *Traders* eficientes.

Para trabalhos futuros e continuação de pesquisas baseadas nesse estudo, algoritmos que analisam padrões gráficos e de tendências podem ser combinados com os algoritmos que utilizam médias móveis, numa tentativa de melhorar a previsão de tendência do preço e ter mais precisão nas indicações de negociação. Os algoritmos estudados neste trabalho não consideram padrões de tendências de variação de preço nas sugestões de negociações e a utilização das desses padrões pode embasar sugestões mais coesas, evitando

vendas ou compras de ativos em momentos incertos.

Outra frente de pesquisa seria a utilização de algoritmos sensíveis às movimentações do mercado e cenários externos, que serviriam de gatilho ou parâmetro para a sugestões de movimentação. Algoritmos que monitoram notícias na internet e interpretam interações nas redes sociais podem ser analisados em conjunto com demais estratégias para aumentar o tempo de reação em casos de alta ou baixa acentuadas.

Referências

- BRAGA, H. L. B. A moeda digital do século xxi: um estudo de caso sobre o bitcoin. Universidade Federal do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, p. 45, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/61763>>. Citado na página 15.
- CFI, T. *Automated Trading Systems*. Corporate Finance Institute, 2022. Disponível em: <<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/equities/automated-trading-systems/>>. Acesso em: 08 de novembro 2022. Citado na página 18.
- CORREIA, G. R. Uso de algoritmos para predição de séries temporais aplicado ao mercado de criptomoedas. Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS, Brasil, p. 78, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/riu/7524>>. Citado na página 25.
- GOMES, M. A.; SANTÃ, E. P. A. de et al. O mercado de criptomoedas no brasil e os investidores: a caminho de um novo patamar? *Revista Brasileira de Administração Científica*, v. 12, n. 2, p. 13–22, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2021.002.0002>>. Citado na página 14.
- HYNDMAN, R. J. Moving averages. In: _____. *International Encyclopedia of Statistical Science*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2014. p. 866–869. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_380>. Citado na página 20.
- NTI, I. K.; ADEKOYA, A. F.; WEYORI, B. A. A systematic review of fundamental and technical analysis of stock market predictions. *Artificial Intelligence Review*, Springer, v. 53, n. 4, p. 3007–3057, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10462-019-09754-z>>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- PARANÁ, E. A digitalização do mercado de capitais no brasil: tendências recentes. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8208/1/BEPI_n23_DigitalizaÃçÃo.pdf>. Acesso em: 05 de novembro 2022. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 17.
- PIERRO, M. D. What is the blockchain? *Computing in Science & Engineering*, IEEE, v. 19, n. 5, p. 92–95, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/MCSE.2017.3421554>>. Citado na página 12.
- PIRES, H. F. Bitcoin: a moeda do ciberespaço. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, v. 21, n. 2, p. 407–424, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.134538>>. Citado na página 13.
- RIBEIRO, S. P. et al. Knowledge of cryptocurrency from a student perspective. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 8, p. 1–13, Jun. 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30525>>. Citado na página 10.
- SANTOS, Á. R. C. Estudo de viabilidade do rsi em transações automatizadas. Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, p. 46, 2018. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/28631>>. Citado na página 25.

SILVA, M. A. J. d. Robô especialista para negociação forex. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil, p. 45, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36483>>. Citado na página 25.

TSAI, C.-F.; QUAN, Z.-Y. Stock prediction by searching for similarities in candlestick charts. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, ACM New York, NY, USA, v. 5, n. 2, p. 1–21, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2591672>>. Citado na página 16.

VALENCIA, F.; GÓMEZ-ESPINOSA, A.; VALDÉS-AGUIRRE, B. Price movement prediction of cryptocurrencies using sentiment analysis and machine learning. *Entropy*, MDPI, v. 21, n. 6, p. 589, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/e21060589>>. Citado na página 10.

ZOHURI, B.; NGUYEN, H. T.; MOGHADDAM, M. What is the cryptocurrency. *Is it a Threat to Our National Security, Domestically and Globally*, v. 3, p. 1–14, 02 2022. Disponível em: <<https://unisciencepub.com/storage/2022/02/What-is-the-Cryptocurrency-Is-it-a-Threat-to-Our-National-Security-Domestically-and-Globally.pdf>>. Citado na página 12.