

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



**DESENVOLVIMENTO DE ROBÔ PARA AUTOMAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA
BOLSA DE VALORES UTILIZANDO INDICADORES TÉCNICOS**

CLAUDIO BERTINI BATISTA

GOIÂNIA
2024

CLAUDIO BERTINI BATISTA

**DESENVOLVIMENTO DE ROBÔ PARA AUTOMAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA
BOLSA DE VALORES UTILIZANDO INDICADORES TÉCNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Politécnica e de Artes, da Pontifícia
Universidade Católica de Goiás, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel em
Ciência da Computação.

Orientadora:

Prof.^a Ma. Angélica da Silva Nunes

Banca examinadora:

Prof. Esp. Anibal Vicente Vieira

Prof. Dr. Leonardo Guerra de Rezende Guedes

GOIÂNIA

2024

CLAUDIO BERTINI BATISTA

**DESENVOLVIMENTO DE ROBÔ PARA AUTOMAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA
BOLSA DE VALORES UTILIZANDO INDICADORES TÉCNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela Escola Politécnica e de Artes, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, em ____ / ____ / _____.

Orientadora: Prof.^a Ma. Angélica da Silva Nunes

Prof. Esp. Anibal Vicente Vieira

Prof. Dr. Leonardo Guerra de Rezende Guedes

GOIÂNIA
2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela dádiva da vida. À minha mãe, Deusa Bertini, e à minha companheira, Gabriela Dourado Santos, que me incentivaram e ajudaram em todos os momentos da minha vida pessoal, acadêmica e profissional.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à professora Angélica da Silva Nunes, minha orientadora, que me ouviu e ajudou durante esse Trabalho de Conclusão de Curso. Aos professores pelo acolhimento, paciência e ajuda, cada um à sua maneira, na trajetória do meu caminho estudantil. Em especial, à professora Nágela Bitar Lôbo, que me acolheu durante os meus primeiros anos na universidade. Agradeço também à Escola Politécnica e de Artes da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, que me acolheu e foi parte essencial do meu processo de formação profissional como cientista da computação. E a todos que, de alguma maneira, cruzaram minha trajetória e contribuíram para a minha formação.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a análise, o desenvolvimento e a implementação de uma estratégia de negociação na bolsa de valores. O objetivo é demonstrar que, com a estratégia proposta, é possível obter lucros de forma automatizada a médio e longo prazo. Para utilizar a solução proposta, é necessário possuir uma conta em uma corretora, instalar a plataforma *MetaTrader 5* e importar o código da estratégia disponibilizado neste trabalho. A estratégia foi desenvolvida com base em análise técnica e implementada utilizando a linguagem de programação *MetaQuotes Language 5 (MQL5)* dentro da plataforma *MetaTrader 5*. Com a implementação da estratégia e os resultados dos testes realizados utilizando o histórico de preços, foi possível verificar a sua eficiência e consistência.

Palavras-chaves: *Trade, MQL5, MetaTrader 5, Expert advisor, Robô de investimento.*

ABSTRACT

This work aims to show the analysis, development, and implementation of a trading strategy in the stock market. The objective is to demonstrate that with the proposed strategy, it is possible to achieve automated profits in the medium and long term. To use the proposed solution, it is necessary to have an account with a brokerage firm, install the *MetaTrader 5* platform, and import the strategy code provided in this work. The strategy was developed using technical analysis and implemented using the MetaQuotes Language 5 (MQL5) programming language within the *MetaTrader 5* platform. With the implementation of the strategy and the results of tests conducted using historical price data, it was possible to verify its efficiency and consistency.

Keywords: *Trade*, MQL5, *MetaTrader 5*, *Expert advisor*, Investment robot.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Número de Investidores	1
Figura 2: Gráfico de Barras	7
Figura 3: Gráfico de Linhas.....	8
Figura 4: Informação dos preços das velas.....	8
Figura 5: Gráfico de Velas.....	9
Figura 6: Reta de Suporte	11
Figura 7: Reta de Resistência	12
Figura 8: Tipos de Tendência	13
Figura 9: Média Móvel Aritmética.....	14
Figura 10: Média Móvel Exponencial	15
Figura 11: Convergência-Divergência de Média Móvel	16
Figura 12: Índice de Força Relativa	17
Figura 13: Fluxograma de Funcionamento do EA	20
Figura 14: Sobrecomprado e sobrevendido (IFR)	22
Figura 15: Sinal de compra e venda (MACD).....	22
Figura 16: Sinais de Compra e Venda da MME.....	23
Figura 17: Sinal de compra (MME, IFR e MACD)	23
Figura 18: Sinal de venda (MME, IFR e MACD).....	24
Figura 19: Trecho de código da declaração das variáveis	25
Figura 20: Trecho de código da inicialização dos indicadores.....	26
Figura 21: Trecho de código de operação do EA	27
Figura 22: Bandas de Bollinger	29
Figura 23: Gráfico de Volatilidade BBAS3F	30
Figura 24: Gráfico de Volatilidade (VALE3F)	30
Figura 25: Gráfico de Volatilidade (AGRO3F).....	31
Figura 26: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 5 minutos	32
Figura 27: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 30 minutos	33
Figura 28: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 1 Hora	33
Figura 29: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 1 Dia	33
Figura 30: Gráfico da Curva de Capital do <i>Backtest</i> (MME).....	34
Figura 31: Relatório Geral (MME).....	34
Figura 32: Gráfico de Curva de Capital do <i>Backtest</i> (MACD)	35

Figura 33: Relatório Geral (MACD)	35
Figura 34: Gráfico de Curva de Capital do <i>Backtest</i> (IFR)	35
Figura 35: Capturado pelo autor, Relatório Geral (IFR)	36
Figura 36: Gráfico de Curva do <i>Backtest</i> (MME e MACD)	36
Figura 37: Relatório Geral (MME e MACD).....	36
Figura 38: Gráfico de Curva do <i>Backtest</i> (MME e IFR)	37
Figura 39: Relatório Geral (MME e IFR).....	37
Figura 40: Gráfico de Curva do <i>Backtest</i> (MACD e IFR).....	37
Figura 41: Relatório Geral (MACD e IFR)	38
Figura 42: Gráfico de Curva do <i>Backtest</i> (MME, MACD e IFR).....	38
Figura 43: Relatório Geral (MME, MACD e IFR).....	39
Figura 44: Configurações do Teste.....	40
Figura 45: Configurações dos indicadores e estratégia	40
Figura 46: Evolução de Saldo Mensal (Estratégia)	41
Figura 47: Gráfico de Entradas e Lucro/Perda por Mês (MME, MACD e IFR).....	41
Figura 48: Resultados Financeiros dos Indicadores Separados.....	42
Figura 49: Resultados Financeiros dos Indicadores Agrupados.....	42
Figura 50: Resultados Obtidos dos Indicadores da Estratégia Agrupados.....	42

LISTA DE SIGLAS

B3	Brasil, Bolsa e Balcão
BB	Bandas de Bolinger
BM&F	Bolsa de Mercadorias e Futuros
BM&F	Bolsa de Mercadorias e Futuros
Bovespa	Bolsa de Valores de São Paulo
CETIP	Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos
EA	<i>Expert Advisor</i> , Conselheiro Especialista
FR	Força Relativa
IFR	Índice de Força Relativa
MACD	Convergência-Divergência de Médias Móveis
MMA	Média Móvel Aritmética
MME	Média Móvel Exponencial
MQL4	Linguagem MetaQuotes 4
MQL5	Linguagem MetaQuotes 5
RP	Ordem de Realização Parcial
S. A	Sociedade Anônima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	0
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo Geral	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 Metodologia.....	2
1.3 Estrutura da monografia	3
2 FUNDAMENTOS DA ANÁLISE TÉCNICA DE INVESTIMENTOS	4
2.1 <i>Players</i> de Mercado	4
2.2 Análise técnica.....	4
2.2.1 Tipos de análise técnica.....	5
2.2.1.1 Análise técnica empírica ou clássica.....	5
2.2.1.2 Análise técnica estatística ou moderna.....	6
2.2.2 Gráficos	6
2.2.2.1 Gráfico de barras	6
2.2.2.2 Gráfico de linhas	7
2.2.2.3 Gráfico de velas.....	8
2.2.2.4 Tempos gráficos	9
2.2.3 Indicadores	10
2.2.3.1 Médias móveis.....	13
2.2.3.2 Convergência-divergência de médias móveis	15
2.2.3.3 Índice de Força Relativa.....	16
2.2.4 Stop Loss e stop gain.....	17
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
3.1 <i>Metatrader</i>	19
3.2 Fluxograma.....	19
3.3 Escolha da Estratégia de Operação.....	20
3.4 Definição da Estratégia.....	21
3.5 Trechos do Código MQL5.....	24
4 IMPLEMENTAÇÃO DE ESTRATÉGIA E RESULTADOS.....	28
4.1 Condições de contorno	28
4.2 Critério de escolha do ativo	29
4.2.1 Rentabilidade vs volatilidade	31
4.3 Definição do tempo gráfico	32

4.4 Teste 1: desempenho do MME MACD e IFR individualmente	34
4.5 Teste 2: desempenho da integração de dois indicadores	36
4.6 Teste 3: desempenho da integração de três indicadores	38
4.6.1 Análise dos Resultados	41
4.7 Comparação dos resultados dos 3 testes	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
5.1 Sugestões de trabalhos futuros	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A – CÓDIGO-FONTE DA EA	47

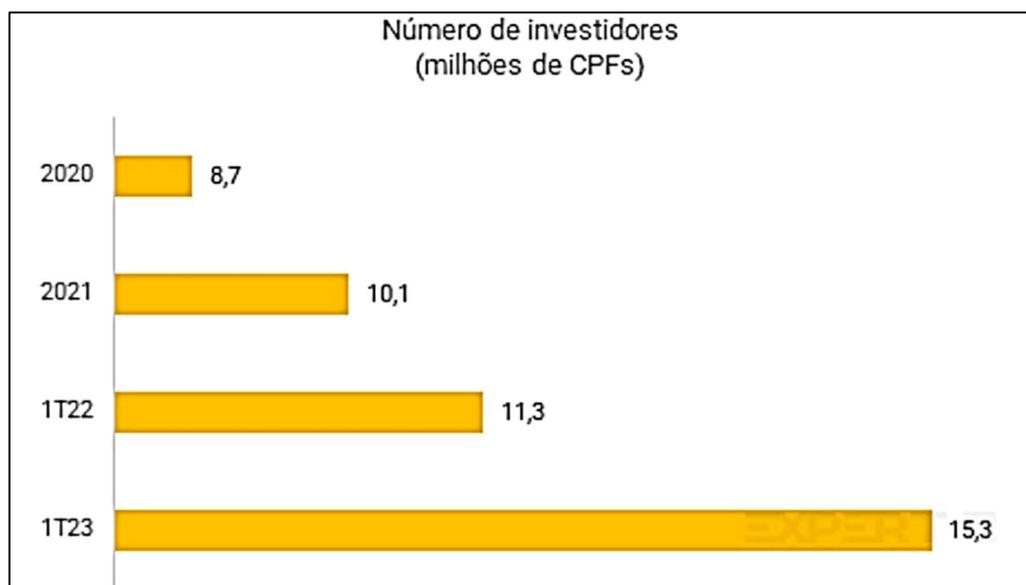
1 INTRODUÇÃO

A história do mercado de capitais brasileiro se iniciou no século XVIII e, desde então cresceu com a criação das primeiras bolsas de valores no Rio de Janeiro e Salvador em 1851, seguidas pela Bolsa de São Paulo em 1890. Inicialmente, essas bolsas realizavam negociações de títulos de dívidas e ações de companhias, mas com uma série de reformas governamentais em 1960, houveram algumas transformações neste mercado. Estas reformas incluíam a Lei da Reforma Bancária (Lei nº 4.595/64) e a primeira Lei de Mercado de Capitais (Lei nº 4.728/65), que realizaram a reestruturação do sistema financeiro incentivando o desenvolvimento do mercado. Em 2000, a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) se tornou a principal bolsa do país, mostrando a maturidade do mercado de capitais brasileiro (GOV.BR, 2022).

O mercado de capitais brasileiro presenciou períodos de expansão e retração, sendo marcado pela crescente especulativa de 1971 na Bolsa do Rio de Janeiro. Neste evento, mesmo com curta duração, teve impacto duradouro, gerando desconfiança pelos anos seguintes. Após este evento, houve uma recuperação gradual com melhorias na governança corporativa das empresas brasileiras, impulsionadas por algumas leis como a Lei nº 10.303/01 e a criação de segmentos de governança corporativa diferenciados pela Bovespa. A internacionalização do mercado, notada pela listagem de ações brasileiras em bolsas estrangeiras, trouxe novas práticas e diversificação aos investidores. Com o tempo, foram surgindo entidades como a Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos (CETIP) e a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), e a eventual fusão dessas duas instituições gerou a criação da Brasil, Bolsa e Balcão (B3) se tornando uma das maiores bolsas do mundo que reflete a evolução e a maturidade do mercado de capitais do Brasil (GOV.BR, 2022).

A B3 tem tido aumento de investidores. De acordo com o estudo publicado pela própria B3 (2023), o número de investidores em renda variável aumentou com cerca de 1 milhão de novas contas abertas, elevando o número total de investidores a 5,3 milhões, um aumento de 23% no prazo de 12 meses. É possível observar esse aumento na Figura 1, na qual pode-se realizar a comparação do número de investidores em 2023 com os anos anteriores evidenciando a crescente busca pelo entendimento e participação do mercado financeiro pela população (B3, 2023).

Figura 1: Número de Investidores



Fonte: XP INVESTIMENTOS (2023)

De acordo com um estudo publicado pela XP Investimentos (2023), é possível observar a democratização da informação ao destacar que os investidores iniciantes estão utilizando valores cada vez mais baixos para dar início a essa jornada. Em valores, calculando com base nas 106 mil pessoas que entraram somente no mês de março de 2023, a média foi de R\$ 80,00 por pessoa e, dessas, 41% decidiram iniciar com valores de até R\$ 40,00.

A escolha deste tema para o Trabalho de Conclusão de Curso se dá pela crescente demanda do mercado brasileiro de ações que, como evidenciado pelos dados recentes da B3, tem atraído cada vez mais novos investidores para o mercado financeiro brasileiro.

A automação de investimentos no mercado financeiro reflete a mudança dos métodos de negociação tradicionais para a adoção de robôs automatizados. Esta mudança se refere a transformação digital no setor, no qual a interação direta com corretoras deu lugar a estratégias de investimento implementadas por meio de programação. No Brasil e em mercados internacionais como Estados Unidos, os robôs de investimento ganham destaque por oferecerem maior precisão e velocidade além de eliminar o fator emocional nas operações (FORBES, 2022).

Estes robôs permitem que investidores, independentemente de sua experiência, utilizem estratégias de forma autônoma para realizarem seus investimentos. A tendência de automação facilita o processo de investimento e promove a democratização e acessibilidade no mercado de ações (FORBES, 2022).

Diante do contexto apresentado, este trabalho pretende responder a seguinte questão:

Como desenvolver uma automação de investimentos com base em indicadores técnicos na bolsa de valores.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Desenvolver um robô utilizando a linguagem de programação MQL5 e a plataforma de negociações *MetaTrader* para a execução automatizada de investimento em ativos da bolsa de valores.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Aprofundar os conceitos teóricos do mercado financeiro;
- Compreender a plataforma de negociação *Meta Trader*;
- Aprender a linguagem de programação MQL5.
- Implementar um *expert advisor* para automação de investimentos.

1.2 Metodologia

Esta pesquisa, em sua natureza, é um estudo exploratório e aplicado, uma vez que pretende realizar a investigação da aplicação prática da análise técnica no contexto do mercado de ações e desenvolver um robô de investimentos que o satisfaça (WASLAWICK, 2014).

A metodologia adotada tem como objetivo compreender como distintos indicadores de análise técnica podem ser efetivamente implementados em um robô para automação de investimentos com o objetivo de otimizar a tomada de decisões na bolsa de valores.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva e analítica. Seu foco está na coleta de dados sobre análise técnica, indicadores, plataforma de negociação, bem como também a análise desses dados para entendimento de como podem ser integrados em um robô de automação de investimentos (WASLAWICK, 2014).

No que se refere aos procedimentos técnicos, a pesquisa é experimental pois será concentrada no desenvolvimento e teste de um robô para automação de investimentos em ativos do mercado financeiro de ações (WASLAWICK, 2014).

1.3 Estrutura da monografia

No capítulo 2, é discutido o mercado financeiro, incluindo os principais *players* de mercado e a dinâmica dos preços. Este capítulo fornece o contexto necessário para entender o ambiente em que o robô de investimentos opera.

No capítulo 3, é abordada a análise técnica, detalhando os diferentes tipos de análise, os tempos gráficos utilizados e os indicadores técnicos empregados na estratégia de investimento do trabalho.

No capítulo 4, são descritos os procedimentos metodológicos adotados, incluindo a escolha da plataforma de operações, a definição da estratégia de investimentos e o fluxograma que ilustram o funcionamento do robô, além de trechos de código que realizam a sua implementação.

No capítulo 5 são apresentadas a implementação da estratégia, detalhando as condições de contorno, papéis escolhidos, resultados obtidos e a análise destes, consolidando os resultados dos testes em uma tabela ao final.

No capítulo 6, foram realizadas as considerações finais do trabalho, resgatando a importância do tema, avaliando os objetivos e discutindo a adequação da metodologia adotada. Além disso, também foi discutido a adequação da metodologia adotada, identificação e correção de rota e comparando os resultados com outros trabalhos semelhantes destacando as contribuições deste trabalho para a sociedade.

2 FUNDAMENTOS DA ANÁLISE TÉCNICA DE INVESTIMENTOS

O sistema financeiro é uma parte essencial e integral de qualquer sociedade econômica moderna. Portanto, é crucial introduzir algumas noções básicas sobre o funcionamento da economia antes de abordar especificamente o sistema financeiro, para que se compreenda melhor as funções e o funcionamento dos mercados financeiros. A ciência econômica preocupa-se com o estudo da alocação de recursos, pois os indivíduos têm necessidades e desejos ilimitados, enquanto os recursos disponíveis são escassos. Nas economias modernas, essa escassez é evidente, pois as famílias geralmente desejam consumir mais do que sua capacidade econômica permite. As decisões dos agentes econômicos (famílias, empresas e governo) são interligadas e afetam o sistema como um todo (PESENTE, 2019)

Os mercados financeiros são locais onde se comercializam ativos financeiro como valores imobiliários, câmbio, mercadorias entre outros. Esses ativos são negociados por *players* de mercado através das bolsas de valores, como a B3 (bolsa de valores brasileira) (O'HARA, 1998).

2.1 *Players* de Mercado

Os *players* de mercado possuem diversos objetivos ao participarem da dinâmica de compra e venda de ativos financeiros, incluindo o *trade*, que no contexto do mercado financeiro significa tentar lucrar com as variações nos preços dos ativos. Os *traders* podem ser operadores humanos ou algoritmos executados por computadores que atuam nas bolsas de valores com o objetivo de se obter lucro a partir das movimentações de preços dos ativos financeiros (LEMOS, 2015).

2.2 Análise técnica

A análise técnica tem suas raízes no século XV na China, onde especuladores começaram a observar as flutuações de preços do arroz, influenciadas pelas variações de oferta e demanda. Essa prática ganhou evidência no Japão com estudos que mostraram sua eficácia em gerar lucros no mercado de renda variável, expandindo sua utilização para diversos ativos, incluindo as moedas e os metais preciosos. Nos Estados Unidos, a partir do século XVII, esta técnica começou a ser aplicada na análise de ações das primeiras empresas Sociedade Anônima (S.A) (FERNANDES, 2014b).

Esta análise é definida como um conjunto de métodos que, através da análise de dados do histórico do mercado, possibilita identificar padrões que possam sugerir tendências futuras. Lembrando que esta análise, não tem o objetivo de prever o futuro com certeza, mas aumentar a probabilidade de sucesso nas operações na bolsa de valores. Além disso, é importante destacar que a análise técnica se concentra exclusivamente no comportamento dos preços e desconsiderando os fatores externos como notícias ou indicadores econômicos (FERNANDES, 2014b).

É possível aplicar a análise técnica em qualquer mercado global, seja ele de ações, índices, moedas e qualquer outro. A técnica é considerada um misto de ciência e arte, no qual a objetividade dos métodos computadorizados se encontra com a psicologia das massas e, a especialização em um mercado específico juntamente com a seleção de ferramentas analíticas que façam sentido são muito recomendadas para o aumento na taxa de sucesso das operações (FERNANDES, 2014b).

2.2.1 Tipos de análise técnica

Se tratando de análise técnica, há dois tipos: a análise técnica empírica (ou clássica) e a análise técnica estatística (ou moderna). Cada uma dessas abordagens possuem as suas próprias particularidades e características e são utilizadas pelos analistas e investidores como fatores para a tomada de decisões dentro do mercado financeiro (FERNANDES, 2014b).

2.2.1.1 Análise técnica empírica ou clássica

A análise técnica empírica ou clássica é caracterizada por ser uma abordagem tradicional, utilizada pelos profissionais que se baseiam em métodos mais rudimentares utilizando, até mesmo ferramentas como lápis e régua para o estudo dos preços no gráfico. O principal objetivo nesta abordagem é identificar as tendências nos movimentos de preços, bem como identificar onde estão as zonas de suporte e resistência dentro do gráfico. Além disso, essa análise se concentra na identificação de padrões repetitivos no histórico do ativo. Entretanto, essa abordagem é caracterizada por um maior nível de subjetividade, uma vez que a interpretação dos gráficos pode variar de acordo com quem está realizando esta análise (FERNANDES, 2014b).

2.2.1.2 Análise técnica estatística ou moderna

A análise técnica estatística ou moderna representa a evolução na área de análises baseando-se em modelos matemáticos e estatísticos para analisar os movimentos de preços dos ativos. Os analistas que utilizam essa abordagem fazem o uso de indicadores computadorizados como rastreadores de tendências e osciladores para avaliar o comportamento do ativo no gráfico. Essa abordagem é considerada mais objetiva pois reduz o nível de subjetividade presente nas interpretações dos gráficos (FERNANDES, 2014b).

2.2.2 Gráficos

As séries temporais de preço de um ativo, também conhecidas como gráfico de preços, é um dado econométrico relevante, pois consiste em coleções de amostras coletadas sequencialmente ao longo do tempo, formando o seu histórico.

De maneira geral, os gráficos são representações em forma de gráfico da flutuação dos preços de um determinado ativo no período escolhido. Possuir a capacidade de interpretá-los adequadamente pode proporcionar uma vantagem na análise e conseqüentemente nos resultados pois, permite a identificação de tendências e padrões de mercado que não são facilmente percebidos por todos os investidores, principalmente os novatos (FERNANDES, 2014b).

Os gráficos de análise técnica mais conhecidos são o gráfico de barras, o gráfico de linhas e o gráfico de velas. conforme podem ser visualizados nas Figuras 3, 4 e 5. Cada um destes possui diferenças na forma como são construídos, mas todos compartilham o mesmo propósito que é a identificação dos padrões dos preços que aconteceram e estão acontecendo em um determinado ativo. Esses padrões fornecem informações vitais sobre as forças vendedoras e as compradoras refletindo no consenso do mercado e exibindo a maneira como os demais investidores estão com relação ao ativo no período selecionado (FERNANDES, 2014b).

2.2.2.1 Gráfico de barras

O gráfico de barras é composto por barras verticais no qual cada uma delas ilustra os preços praticados de um determinado ativo durante as sessões de negociação. Cada uma dessas barras, conforme é possível visualizar na Figura 2, mostra a amplitude de preço do ativo sendo que na ponta superior é indicado o preço máximo, enquanto na ponta inferior é exibido o preço

mínimo alcançado. Suas extremidades horizontais em cada uma das barras exibe os preços de abertura e de fechamento no tempo determinado, fornecendo uma visão consolidada das variações de preço do ativo escolhido (FERNANDES, 2014b).

Figura 2: Gráfico de Barras

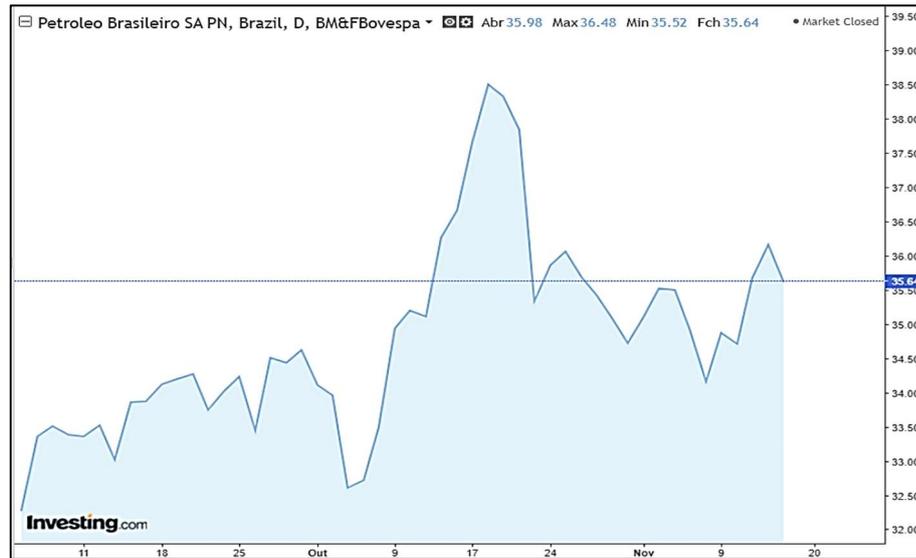


Fonte: INVESTING, 2023.

2.2.2.2 Gráfico de linhas

O gráfico de linhas é um pouco mais simplificado que o gráfico de barras. Nesse gráfico, observando a Figura 3, somente é marcado um único ponto de valor para cada período selecionado fazendo a conexão com os demais (sucessores e antecessores) para formar uma única linha que ilustra a trajetória do valor do ativo. Este tipo de gráfico, se torna útil para a visualização rápida das tendências predominantes e para identificar com clareza os topos e os fundos do mercado (FERNANDES, 2014b).

Figura 3: Gráfico de Linhas

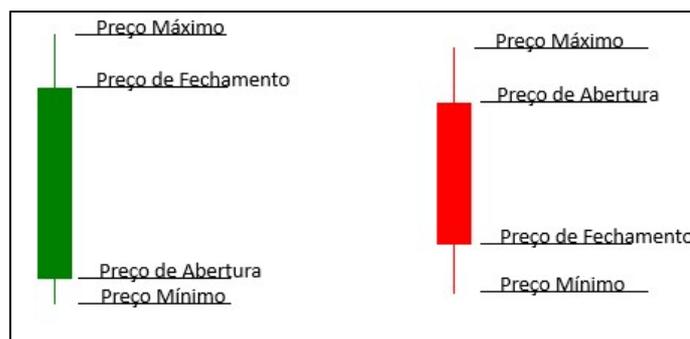


Fonte: INVESTING, 2023.

2.2.2.3 Gráfico de velas

O gráfico de *candlestick* ou gráfico de velas, teve origem no Japão e oferece diversas informações ao mesmo tempo. Este gráfico apresenta os preços através de barras verticais que variam a sua aparência dos demais conforme os preços estão sendo praticados durante o pregão do ativo. No corpo da vela, a parte mais larga da barra, destaca a diferença entre o preço de abertura com o preço de fechamento, enquanto as linhas finas indicam as variações de preço entre máximas e mínimas. As cores das velas podem variar de acordo com o analista, o que não implica em melhoria ou piora da análise, mas geralmente é utilizada a cor verde para representar o preço de alta e vermelho, para representar o preço de baixa, conforme mostra a Figura 4 (FERNANDES, 2014b).

Figura 4: Informação dos preços das velas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de (FERNANDES, 2014)

Iniciado, uma nova vela, é realizado o primeiro registro, sendo este seu preço de abertura. À medida que o tempo avança, o preço do ativo oscila, alcançando máximas e mínimas que são atualizadas dentro da vela. Ao final do seu tempo gráfico, é registrado o valor de fechamento. Na Figura 5, é possível observar as suas diferenças de tamanho, espessura e cores que representam as variações que ocorrem.

Figura 5: Gráfico de Velas



Fonte: INVESTING, 2023.

2.2.2.4 Tempos gráficos

O tempo gráfico se refere ao período selecionado para estudo das variações dos preços de um ativo possibilitando a adoção de diferentes intervalos de tempo, cada um atendendo a estratégias e ao perfil de quem as utiliza (FERNANDES, 2014b).

Esse tempo gráfico se difere de acordo com o tipo de operação sendo ela *Day Trade* ou *Swing Trade* que são modalidades de negociação que principalmente se diferem pela duração das operações (MORAES, 2016)

Quando a operação é focada no tempo gráfico para *Day Trade*, ou seja, operações dentro de um mesmo dia, precisa-se ter foco em tempos gráficos de curto prazo, como os de 15 minutos, 5 minutos e 1 minutos. Cada um destes períodos oferece informações distintas: no gráfico de 15 minutos, é visto como o primeiro ciclo, e fornece uma visão geral da tendência do ativo; o gráfico de 5 minutos é utilizado para detalhar a operação, escolhendo os pontos de

entrada e planejando o gerenciamento de riscos; por fim, o gráfico de 1 minuto serve para os ajustes finos de entrada para que seja o mais preciso possível (MORAES, 2016).

No *Swing Trade* os tempos gráficos possuem um espaçamento de tempo maior sendo utilizados os gráficos semanais, diários e de 60 minutos. O semanal é o primeiro ciclo e oferece a visão geral da tendência; o diário, o detalhamento da operação com os pontos de entrada e gerenciamento de risco e o gráfico de 60 minutos para que seja ajustada a operação para ser o mais precisa possível (MORAES, 2016).

2.2.3 Indicadores

A análise técnica estatística se definiu como um componente crítico no estudo do mercado financeiro pois esta técnica se apoia na utilização dos indicadores técnicos, ferramentas embasadas em fundamentos científicos que proporcionam melhora no desempenho, precisão e velocidade das análises de mercado. A informatização trouxe grandes avanços para a área, permitindo que os computadores consigam processar, com rapidez, as informações dos ativos para uma análise rápida e assertiva (FERNANDES, 2014b).

Um indicador técnico é expresso como o resultado de alguma fórmula matemática que possui como variáveis de entrada o preço e/ou volume do ativo. Essas variáveis podem se referir aos preços de abertura e fechamento ou máximas e mínimas. Um único ponto de informações do ativo não traz dados significativos, mas quando se olha para uma série temporal de dados, ele se torna uma referência crucial para as análises (FERNANDES, 2014b).

Esses indicadores possuem o objetivo de auxiliar os *traders* a identificarem os melhores pontos de compra e venda, detectar perda de força de tendências que já foram estabelecidas e até mesmo reconhecer zonas de suporte e resistência. Cada indicador é categorizado de acordo com a natureza do sinal que fornecem para evitar o uso redundante da mesma informação por mais de um simultaneamente (FERNANDES, 2014).

O suporte é uma região gráfica onde o preço de um ativo tende a parar de cair, possibilitando o início de um movimento de alta. Essa região é identificada ao traçar linhas horizontais que conectam os pontos mais baixos do gráfico. Quando o preço de um ativo desce e atinge essa região, ele encontra uma zona que reduz a probabilidade de continuar caindo devido ao interesse significativo dos compradores em adquirir o ativo nesse preço (MORAES, 2016).

A Figura 6 ilustra como a linha de suporte pode ser inserida em um gráfico real. Ela é desenhada conectando os fundos dos preços de maneira a se formar uma linha reta, facilitando a visualização do suporte.

Figura 6: Reta de Suporte



Fonte: MORAES, 2016.

A resistência é uma região gráfica onde o preço do ativo tende a parar de subir, podendo iniciar um movimento de baixa. Esta região é identificada ao traçar linhas horizontais que conectam os pontos mais altos dos preços anteriores. Quando o preço de um ativo sobe e atinge essa região, ele encontra uma barreira que tenta impedir a continuidade de alta (MORAES, 2016).

A Figura 7 ilustra como a linha de resistência pode ser inserida em um gráfico real. Ela é desenhada conectando os topos dos preços, formando uma linha reta que facilita a visualização da resistência.

Figura 7: Reta de Resistência

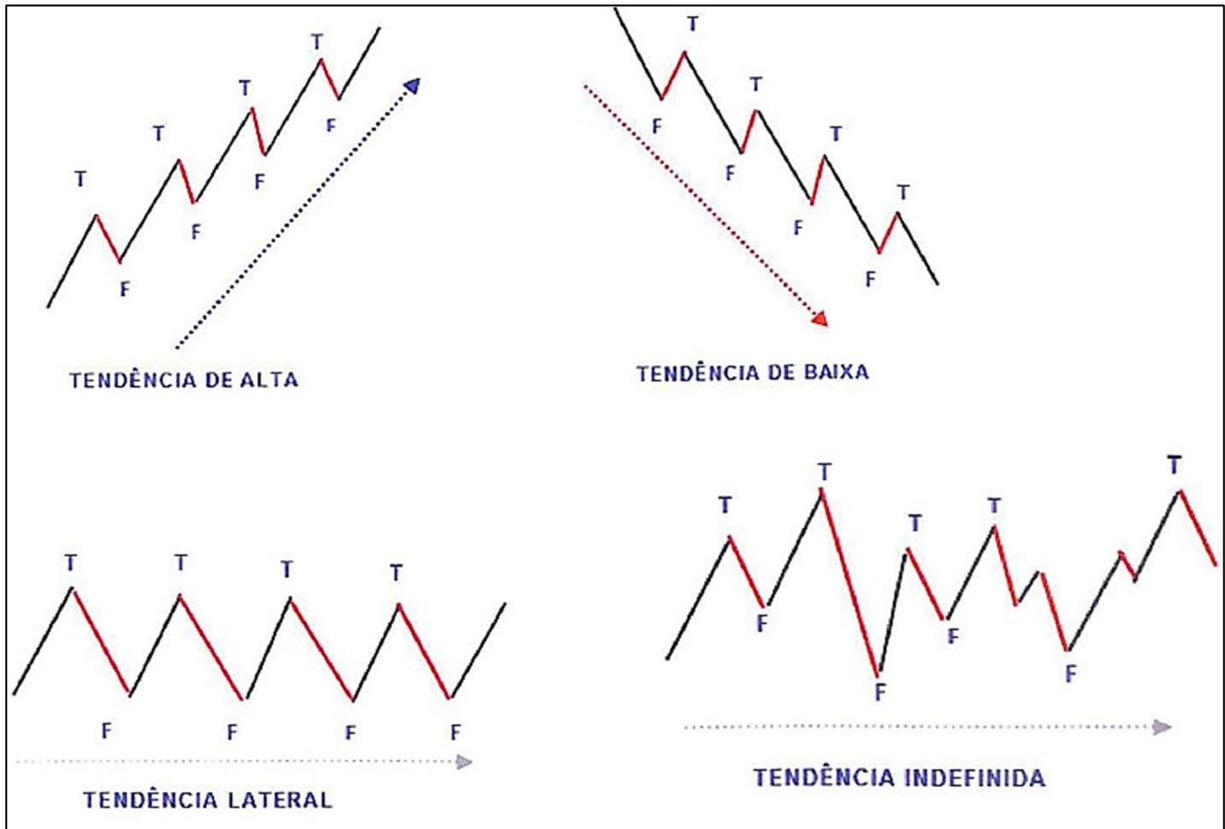


Fonte: MORAES, 2016.

Os indicadores de tendência ou rastreadores são ferramentas analíticas essenciais para a análise técnica e possui como principal característica a capacidade de seguir a tendência do mercado permitindo que o investidor consiga se manter posicionado em uma tendência ampla por um maior período, evitando saídas durante as correções normais que acontecem no mercado (FERNANDES, 2014b).

A tendência é a direção em que o ativo está se movimentando e pode ser classificado em quatro tipos. A tendência de alta é caracterizada por uma sequência de topos e fundos crescente, indicando um movimento direcional ascendente. A tendência lateral apresenta topos e fundos aproximadamente no mesmo nível, não possuindo uma direção específica. A tendência indefinida mostra topos e fundos lateralmente irregulares, sem um padrão claro. Por fim, a tendência de baixa é identificada por uma sucessão de topos e fundos descendentes, indicando um movimento direcional descendente. Apresentado pela Figura 8, é possível notar que as tendências são formadas pela movimentação dos topos, representados pela letra T e pelos fundos, representados pela letra F, formando suas tendências.

Figura 8: Tipos de Tendência



Fonte: FERNANDES, 2014b.

Mesmo auxiliando na análise das tendências, é necessário estar atento a suas limitações pois, este tipo de indicador é menos eficiente em períodos de congestão ou quando o mercado se movimenta de forma lateral o que pode acarretar falsos sinais e consequentemente, em operações com resultados negativos (FERNANDES, 2014b)

2.2.3.1 Médias móveis

A média móvel é uma ferramenta essencial na análise técnica do mercado financeiro pois funciona como um indicador de tendência. Estas médias, acompanham a direção predominante do mercado, fornecendo informações sobre o comportamento dos ativos utilizando da representação da média de uma série de dados em um período pré-selecionado e se atualizando constantemente conforme novos dados chegam e descartando os antigos (FERNANDES, 2014b).

Estas médias móveis podem ser classificadas em diferentes tipos, como a aritmética (ou simples), a exponencial, ponderada e a triangular, cada uma, com a sua metodologia e aplicabilidade específica (FERNANDES, 2014b).

2.2.3.1.1 Média móvel aritmética

A Média Móvel Aritmética (MMA) é uma média simples que se baseia no cálculo do valor médio de um conjunto de números definidos ao longo de um período específico (MORAES, 2016).

Ela é calculada somando-se os preços de fechamento do ativo em um determinado período e dividindo-se esse resultado pela quantidade de períodos definidos conforme a Equação 1, sendo P o preço de fechamento do período e n o tamanho do período.

$$MMA = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{n} \quad (1)$$

Essa média é definida utilizando os preços de fechamento, porém, outras variações podem utilizar os preços de máxima, de mínima, abertura ou o volume de operações. Conforme mostra a Figura 9, a MMA é representada pela linha horizontal na cor azul na qual são utilizados 9 períodos para que seja realizado o seu cálculo e mostrado sua média. O aspecto mais importante da MMA é que todos os dados que são inseridos nesse indicador, possuem o mesmo peso no cálculo e isto pode levar a discrepâncias caso haja alguma alteração significativa dos preços dentro do período selecionado (FERNANDES, 2014a).

Figura 9: Média Móvel Aritmética



Fonte: TradingView, 2023.

2.2.3.1.2 Média móvel exponencial

A Média Móvel Exponencial (MME) diferentemente da MMA, atribui pesos diferenciados para cada dado de entrada, dando maior relevância aos dados mais recentes e reduzindo os mais antigos. Na Figura 10, pode ser observado a aplicação deste indicador através da linha horizontal laranja, no qual foram definidos 9 períodos e na Equação 2 sendo $K = 2/n + 1$ e n o período. Esta característica traz à MME a capacidade de se obter uma resposta mais rápida às mudanças de mercado, tornando-a uma boa ferramenta para a detecção precoce de novas tendências (FERNANDES, 2014a).

$$MME = P_{hoje} * K + MME_{ontem} * (1 - K) \quad (2)$$

Figura 10: Média Móvel Exponencial



Fonte: TradingView, 2023.

2.2.3.2 Convergência-divergência de médias móveis

O indicador de *Moving Average Convergence Divergence* (MACD) foi desenvolvido por Gerald Appel em 1979, e amplamente utilizado para a análise de tendência do mercado. Este indicador utiliza três MME para criar sinais de compra e venda a partir dessa dinâmica dos preços do ativo (FERNANDES, 2014b).

O MACD é plotado em um gráfico separado, abaixo do gráfico de preços do ativo escolhido e é dividido por uma linha central horizontal que indica a posição zero do eixo Y.

Valores acima desta linha sugerem uma tendência para alta e os valores abaixo irão sugerir uma tendência de baixa, conforme mostra a Figura 11 (FERNANDES, 2014b).

Os sinais de compra e venda são gerados quando a linha do MACD cruza com a linha do sinal. Esse cruzamento para cima indica um sinal de compra e inversamente, para o sinal abaixo, sugere venda. A sua configuração padrão inclui a MME de 26 períodos do preço de fechamento como sendo a média de longo prazo e a MME de 12 períodos como a média de curto prazo observado nas Equações 3 e 4. Com isso, é gerada a linha do MACD sendo a diferença entre essas duas médias, enquanto a linha de sinal é a MME de 9 períodos do próprio MACD (FERNANDES, 2014a).

$$MACD = MME_{12 \text{ dias}} - MME_{26 \text{ dias}} \quad (3)$$

$$\text{Linha de Sinal} = MME_{9 \text{ períodos do MACD}} \quad (4)$$

Figura 11: Convergência-Divergência de Média Móvel



Fonte: TradingView, 2023

2.2.3.3 Índice de Força Relativa

O Índice de Força Relativa (IFR) é um oscilador criado por Welles Wilder em 1978. Este indicador tem o papel de identificar a aceleração do movimento do mercado, medindo a velocidade destes movimentos e operando sob o princípio de que a desaceleração é necessária para ocorrer a reversão da tendência dos preços (FERNANDES, 2014b).

A fórmula do IFR é formada pela subtração de cem por cem dividido por um mais FR, como é mostrado pela Equação 5 e exibido na Figura 12 (FERNANDES, 2014).

$$IFR = 100 - \left[\frac{100}{1 + FR} \right] \quad (5)$$

A Força Relativa (FR) é a divisão da média dos aumentos nos dias de alta durante X dias pela média das quedas nos dias de baixa durante X dias, conforme exibido pela Equação 2 (FERNANDES, 2014a).

$$FR = \frac{\text{Média dos aumentos nos dias de alta durante } X \text{ dias}}{\text{Média das quedas nos dias de baixa durante } X \text{ dias}} \quad (6)$$

Figura 12: Índice de Força Relativa



Fonte: TradingView, 2023

2.2.4 Stop Loss e stop gain

O *stop* de entrada, ou *stop-loss*, é um nível do preço pré-definido para interromper a operação e evitar maiores prejuízos quando uma estratégia operacional não se comportar conforme esperado. Seu objetivo é limitar o prejuízo a um nível que não comprometa o capital investido. Desta maneira, ajuda a minimizar o risco que um erro na análise do investidor resulte em uma perda significativa de capital de uma só vez.

O *stop* de proteção, ou *stop-gain*, é o ajuste do *stop* de entrada para um valor que permita ao investidor concluir uma operação com lucro ou, no mínimo, sem prejuízo. Dessa forma, a ordem é liquidada automaticamente assim que o preço definido é alcançado, aumentando a proteção do capital e a melhoria dos ganhos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, são detalhados os procedimentos utilizados para a realização deste estudo, com foco na utilização da plataforma *MetaTrader*, definição da estratégia, casos de uso e o código fonte final para a automação dos *trades*.

3.1 *Metatrader*

O *MetaTrader* é uma plataforma de negociação para mercados financeiros, utilizado para negociação de *forex*, *commodities* e índices além de permitir aos usuários criarem, testarem e aplicarem os robôs de negociação com possibilidade de atuação completamente autônoma.

Um Expert Advisor (EA) é um robô de negociação que pode ser pago ou gratuito e realiza o trabalho de automatizar as operações de negociação com base nos critérios predefinidos, de maneira a executar as estratégias e operações de forma automática (MODALMAIS, 2020).

São disponibilizadas duas versões da linguagem de programação, a MQL4 e a MQL5. Ambas possuem comunidade ativa e uma vasta gama de materiais, tutoriais e documentação disponibilizadas (ADMIRALS, 2022).

A escolha da plataforma se deu por três motivos:

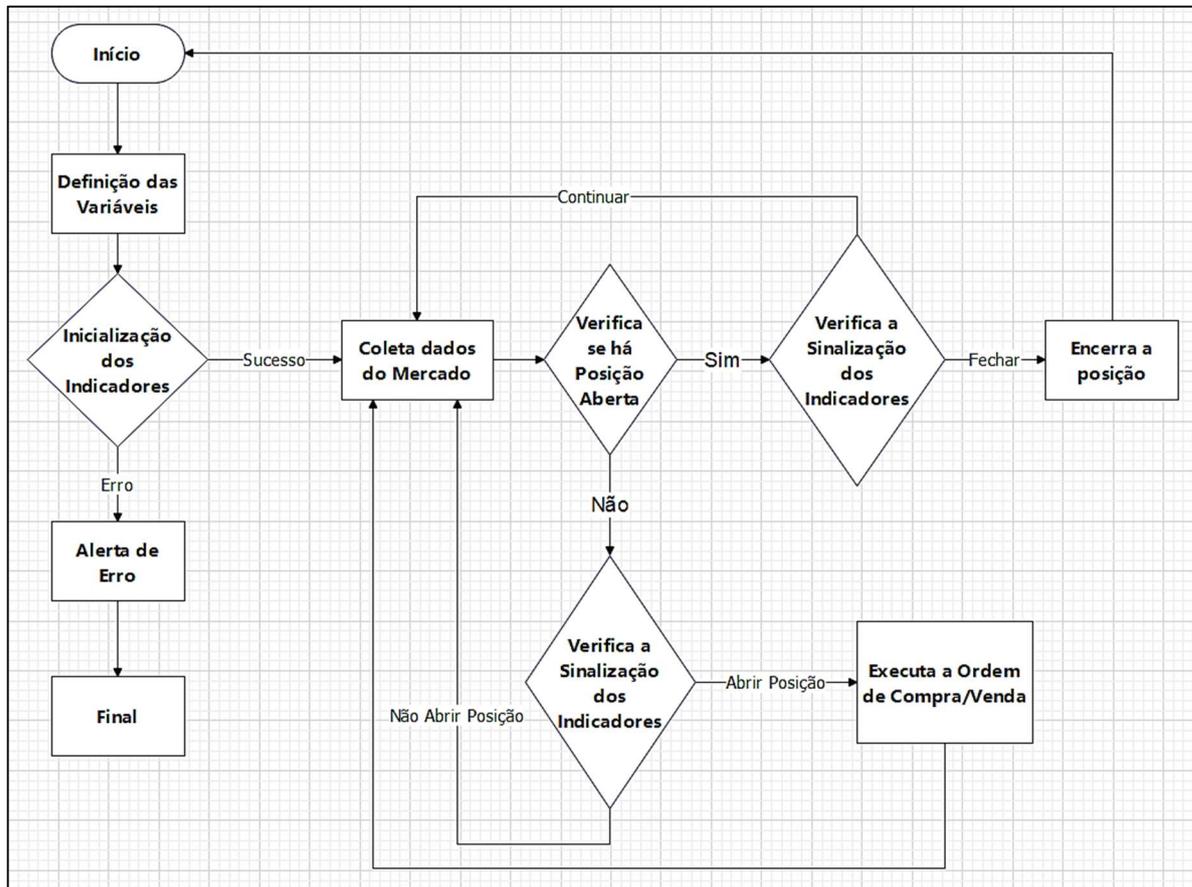
- Suporte extensivo de automação de negociações: a plataforma suporta a automação de análises do mercado e a implementação de estratégias utilizando EA;
- Disponibilidade de dados de mercado: é disponibilizado o acesso em tempo real aos preços e volumes do mercado além do histórico de preços dos ativos para períodos curtos e superiores a um ano;
- Comunidade e suporte: existe uma grande comunidade de usuários e desenvolvedores da plataforma e linguagem de programação, o que facilita o acesso à informação e tutoriais técnicos que podem ser consultados.

3.2 Fluxograma

Para ilustrar o funcionamento do *Expert Advisor*, Conselheiro Analista (EA), foi elaborado um fluxograma apresentado pela Figura 13 que é mostrado o fluxo das etapas sequenciais utilizadas pela EA no qual são inicializados os indicadores, é coletado dados do mercado financeiro e o ativo selecionado, verificado se há uma posição aberta e, realizado, a

abertura de uma nova posição de acordo com os indicadores ou fechado a posição atual de acordo com o *stop gain* e *stop loss*.

Figura 13: Fluxograma de Funcionamento do EA



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

3.3 Escolha da Estratégia de Operação

A estratégia de operação selecionada nesse trabalho contempla a integração de três indicadores técnicos já citados: o IFR, o MME e o MACD. Esta combinação de indicadores para a estratégia possui o objetivo de se beneficiar dos pontos fortes de cada um deles para aumentar a eficácia das operações no mercado financeiro.

A MME é um indicador de tendência no qual é dado maior peso aos preços mais recentes, é altamente responsiva às mudanças de preço dos ativos se comparada a MMA. Este indicador, utilizando a configuração de 9 períodos, permite refletir as mudanças mais recentes do mercado, proporcionando um sinal precoce para as possíveis entradas e saídas das operações (FERNANDES, 2014a).

O MACD é um indicador que utiliza duas MME's e realiza o cálculo da diferença entre estas para identificar potenciais mudanças na direção e força da tendência. Os cruzamentos da linha do MACD e da linha de sinal indicam pontos de entrada e saída (FERNANDES, 2014a).

E, por último, o indicador IFR é um oscilador cujo objetivo é a medição da velocidade e identificação da movimentação de preços, auxiliando na identificação das condições de sobrecompra, que acontece quando o preço do ativo é considerado excessivamente maior que seu valor real, e de sobrevenda, que é a condição do preço de um ativo ser negociado abaixo do seu potencial atual (FERNANDES, 2014b).

Inicialmente, foi utilizada a MME para determinar a tendência geral do ativo, obter-se a informação de que a tendência do ativo é ascendente caso os preços estejam acima da MME e descendente caso estejam abaixo. Com isto, será definido qual o tipo de operação a ser realizada, sendo compra para o mercado ascendente e venda para o descendente.

Na segunda etapa, utilizando o MACD, será aguardado o sinal de entrada ou saída da operação através do cruzamento da linha de sinal. Caso este cruzamento seja realizado acima, é gerado o sinal de compra e, caso ocorra abaixo, é formado o sinal de venda do ativo.

Na terceira e última etapa, é utilizado o IFR como camada de verificação adicional, obtendo as condições do ativo para avaliar a força do movimento atual e suas possíveis reversões.

Os sinais de entrada consistem no resultado obtido pelos três indicadores adicionados. Para a posição de compra, é esperado que a MME indique a tendência de alta com os preços acima da linha de períodos, o MACD indicar a força ascendente com o cruzamento acima da linha de sinal e o IFR não indicar uma condição de sobrecompra. Para a posição de venda, a MME precisa indicar a tendência de baixa. O MACD deve possuir um cruzamento descendente, com o cruzamento ocorrendo abaixo da linha de sinal e o IFR não estar indicando a sobrevenda.

Os sinais de saída da operação são sinalizados pelos indicadores conforme o tipo de posição. Para a posição de compra, a MME deve mostrar a inversão de tendência com os preços abaixo de sua referência ou o MACD indicar um cruzamento descendente. Enquanto na posição de venda, a MME deve mostrar a inversão de tendência com os preços acima de sua referência ou o MACD indicando o cruzamento ascendente.

3.4 Definição da Estratégia

Foi implementada a estratégia descrita no item 3.2 desse trabalho, integrando os três indicadores técnicos: o IFR, a MACD e a MME. Essa combinação de indicadores tem o objetivo

de capitalizar a força, tendência e a volatilidade do mercado, com o propósito de gerar sinais e entradas de compra e venda mais precisos.

A estratégia implementada considera um ativo como um candidato a venda, quando o IFR está acima de 60. Por outro lado, é considerado um candidato a compra quando o IFR está abaixo de 40. Este intervalo foi escolhido para que haja um aumento nas oportunidades de entrada uma vez que é aumentado o mínimo para estar sobrevendido e o máximo para sobrecomprado, conforme mostra a Figura 14.

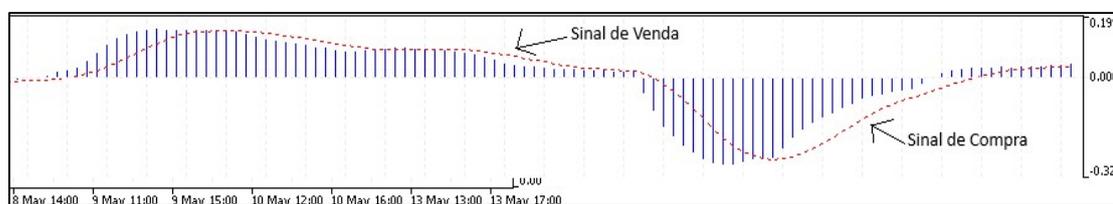
Figura 14: Sobrecomprado e sobrevendido (IFR)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Para o MACD são configuradas suas MM em 14 e a MM Lenta em 26. Além disto, a sua linha de sinal utiliza a MME em 9 períodos. Assim, é gerado um sinal de compra quando a linha do MACD cruzar acima da área de sinal, ou seja, da sua média, e um sinal de venda quando este cruzar abaixo da linha de sinal, como mostra a Figura 15.

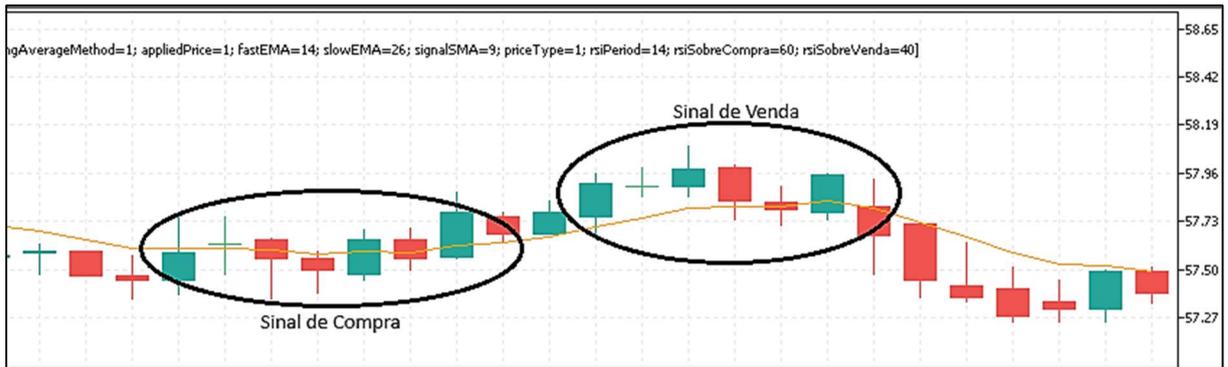
Figura 15: Sinal de compra e venda (MACD)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Por fim, a MME utiliza 9 períodos de maneira a ser um filtro adicional para os sinais que forem gerados pelo IFR e o MACD de tal forma que, somente é considerado o preço corrente do ativo. Quando o preço do ativo está acima da MME para os sinais de compra e, abaixo para os sinais de venda, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16: Sinais de Compra e Venda da MME

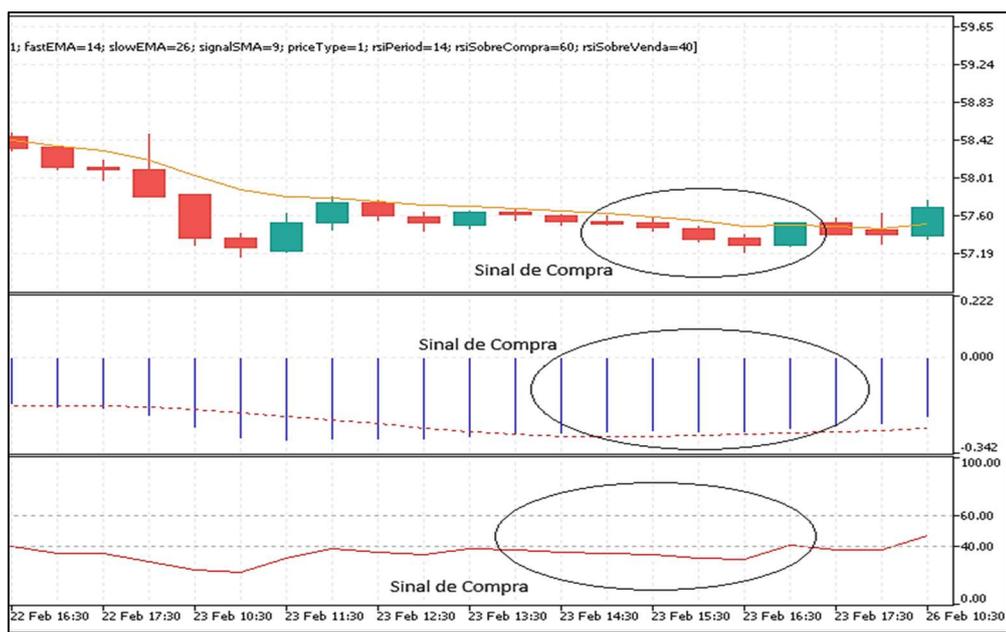


Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

A combinação destes três indicadores resulta em:

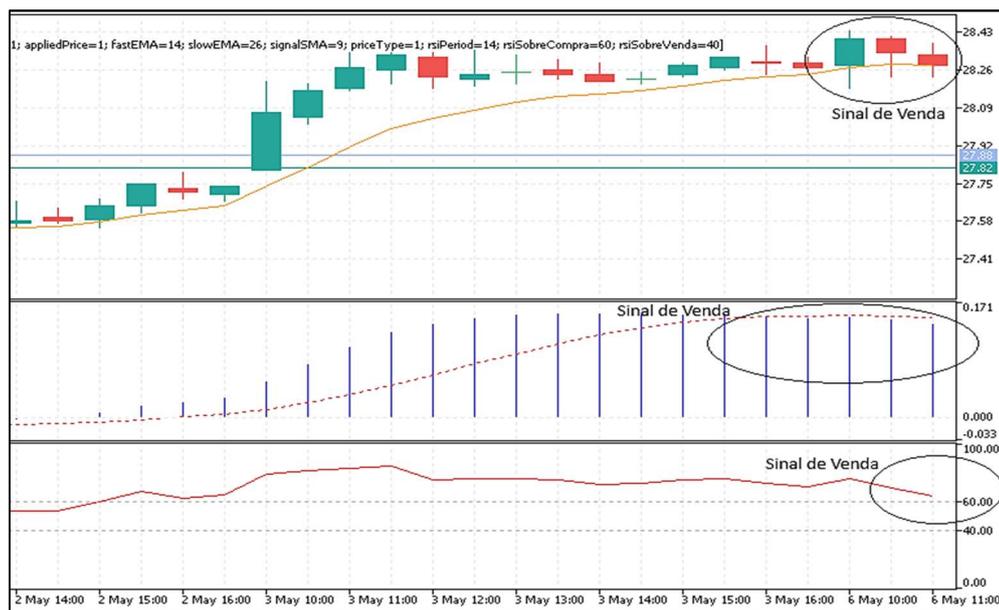
- Compra: um sinal de compra é gerado quando o IFR está abaixo de 40, o MACD cruza acima da linha de sinal (indicando aumento da tendência de alta) e o preço corrente está acima da MME (confirmando uma tendência de alta no curto prazo), como mostra a Figura 17;
- Venda: o sinal de venda será gerado quando o IFR está acima de 60, o MACD cruzar abaixo da linha de sinal (indicando o aumento da tendência de baixa) e o preço corrente está abaixo da MME (confirmando a tendência de baixa no curto prazo), como mostra a Figura 18.

Figura 17: Sinal de compra (MME, IFR e MACD)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 18: Sinal de venda (MME, IFR e MACD)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Desta forma, há a interseção dos três indicadores que precisam indicar a mesma condição (compra ou venda) para que seja realizada a operação, o que maximiza as chances de sucesso pelo EA.

3.5 Trechos do Código MQL5

Este capítulo apresenta os trechos de código desenvolvidos para a construção do EA, responsável pela automação das operações de investimento na plataforma Meta Trader 5. Os códigos estão escritos na linguagem de programação MQL5.

No início, são definidos os parâmetros e variáveis globais que configuram o comportamento do EA. Estes parâmetros incluem os períodos das médias móveis, limites do IFR, quantidade de lotes negociados, valores de *stop loss* e *take profit* conforme é ilustrado pela Figura 19.

Figura 19: Trecho de código da declaração das variáveis

```
EA_Bertini.mq5 * X
1 //+-----+
2 //|                                     EA_Bertini.mq5 |
3 //|                                     Copyright 2024, MetaQuotes Ltd. |
4 //|                                     https://www.mql5.com |
5 //+-----+
6 #property copyright "Claudio Bertini Batista, Copyright 2024, MetaQuotes Ltd."
7 #property link      "https://www.mql5.com"
8 #property version   "1.00"
9 #property script_show_inputs
10 #include <Trade\Trade.mqh>
11
12 CTrade trade;
13
14 //+-----+
15 //| Variáveis e Importações |
16 //+-----+
17
18 //Configuração das Operações
19 input int startHour = 10; //Horário de Início das operações
20 input int startMinutes = 0; //Minutos de Início das Operações
21 input int endHour = 16; //Horário de Fim das operações
22 input int endMinutes = 0; //Minutos de Fim das operações
23
24 input double volOperacao = 1; //Volume de Negociação
25
26 input double stopLoss = 20; //Stop Loss em pontos para fechar a posição com perda
27 input double takeProfit = 40; //Take Profit em pontos para fechar a posição com lucro
28
29 int magicNum = 4876328; //Número identificador do EA
30
31 int lotDigitos = (int) - MathLog(SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_VOLUME_STEP)); //Quantidade de dígitos do lote de operação
32
33 MqlTick ultimoTick; //Armazena as informações da última atualização de preço
34
35 bool posAberta; //Valor do tipo booleano para marcar se há uma posição aberta no momento
36
37 //Média Móvel (MM)
38 int mm_handle; //MM
39 input int periodo = 14; //Período (MM)
40 input int deslocamentoMM = 0; //Deslocamento (MM)
41 input ENUM_MA_METHOD tipoMM = MODE_EMA; //Tipo (MM)
42 input ENUM_APPLIED_PRICE precoAplicado = PRICE_CLOSE; //Preço aplicado (MM)
43
44 //Convergência e Divergência de Médias Móveis (MACD)
45 int macd_handle; //MACD
46 input int emaRapida = 14; //Período da MM (MACD)
47 input int emaLenta = 26; //Período da MM lenta (MACD)
48 input int smaSinal = 9; //Período da MM do histograma (Linha de Sinal - MACD)
49 input ENUM_APPLIED_PRICE priceType = PRICE_CLOSE; //Preço aplicado (MACD)
50
51 //Índice de Força Relativa (IFR)
52 int rsi_handle; //IFR
53 input int rsiPeriodo = 14; //Período (IFR)
54 input int rsiSobreCompra = 60; //Sobre Compra (IFR)
55 input int rsiSobreVenda = 40; //Sobre Venda (IFR)
56
```

Fonte: Capturado pelo autor, Meta *Trader*, 2024

Em sequência, na Figura 20, é realizado a inicialização dos indicadores técnicos e, em caso de falha, é parado o processo de inicialização do EA. Além disso, também são inicializadas configurações bases da plataforma como o número identificador do EA, cálculo de dígitos decimais do lote, definição do desvio máximo de preço.

Figura 20: Trecho de código da inicialização dos indicadores

```

57 //+-----+
58 //| Expert initialization function |
59 //+-----+
60 int OnInit() {
61   trade.SetTypeFilling(ORDER_FILLING_IOC); //Define tipo de preenchimento como IOC
62   trade.SetDeviationInPoints(50); //Define desvio máximo de preço em 50 pontos
63   trade.SetExpertMagicNumber(magicNum); //Define número mágico do Expert Advisor
64   int lotDigits = (int) - MathLog10(SymbolInfoDouble(_Symbol,SYMBOL_VOLUME_STEP)); //Calcula dígitos decimais do tamanho do lote.
65
66   /***Inicializa a Média Móvel (MM)***/
67   mm_handle = iMA(_Symbol, _Period, periodo, deslocamentoMM, tipoMM, precoAplicado);
68
69   if(mm_handle == INVALID_HANDLE) {
70     Alert("Erro ao inicializar o indicador MM! Código de Erro: " + IntegerToString(GetLastError()));
71     return(INIT_FAILED);
72   }
73
74   /***Inicializa a Convergência e Divergência de Médias Móveis (MACD)***/
75   macd_handle = iMACD(_Symbol, _Period, emaRapida, emaLenta, smaSinal, PRICE_CLOSE);
76
77   if(macd_handle == INVALID_HANDLE) {
78     Print("Erro ao inicializar o indicador MACD! Código de Erro: " + IntegerToString(GetLastError()));
79     return(INIT_FAILED);
80   }
81
82   /***Inicializa o Índice de Força Relativa (IFR)***/
83   rsi_handle = iRSI(_Symbol, _Period, rsiPeriodo, PRICE_CLOSE);
84
85   if(rsi_handle == INVALID_HANDLE) {
86     Print("Erro ao inicializar o indicador IFR! Código de Erro: " + IntegerToString(GetLastError()));
87     return(INIT_FAILED);
88   }
89
90   //Retorna sucesso
91   return(INIT_SUCCEEDED);
92 }
93

```

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

A função “*OnTick*” da Figura 21 é acionada a cada nova atualização de preço no mercado, coletando dados como horário atual e preços de compra e venda. Inicialmente, o código verifica se há posições abertas no momento e se as informações de preço foram obtidas corretamente. Em seguida, é verificado se o horário atual está dentro do intervalo permitido de operações e caso não, a função é encerrada.

O código copia os dados das últimas 10 velas para a análise e normaliza o volume das operações. Se não houver posições abertas, é realizado o cálculo dos sinais chamando as funções dos indicadores respectivamente (MME, MACD e IFR). Se todos os indicadores apontarem para uma compra ou para venda simultaneamente, e se houver uma nova vela de preço, o código executa a operação correspondente, enviando a ordem de compra ou venda juntamente com os parâmetros de *stop loss* e *take profit*.

Figura 21: Trecho de código de operação do EA

```

EA_Bertini.mq5* X
113 void OnTick() {
114     MqlDateTime dt;
115     TimeCurrent(dt);
116     double bid = SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_BID);
117     double ask = SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_ASK);
118
119     posAberta = false;
120     for(int i = PositionsTotal() -1; i >= 0; i--) {
121         string symbol = PositionGetSymbol(i);
122         ulong magic = PositionGetInteger(POSITION_MAGIC);
123         if(symbol == _Symbol && magic == magicNum) {
124             posAberta = true;
125             break;
126         }
127     }
128
129     if(!SymbolInfoTick(_Symbol, ultimoTick)) {
130         Alert("Erro ao obter as informações de preço: ", GetLastError());
131         return;
132     }
133
134     //Verifica se o horário atual é menor que o horário inicial das operações
135     if(StringToInteger(dt.hour) < startHour && StringToInteger(dt.min) < startMinutes) {
136         return;
137     }
138
139     //Verifica se o horário atual é maior ou igual que o horário final das operações
140     if(StringToInteger(dt.hour) >= endHour && StringToInteger(dt.min) > endMinutes) {
141         return;
142     }
143
144     //Copia os dados das últimas 10 velas para o array candle
145     CopyRates(_Symbol, _Period, 0, 20, candle);
146     double normalizedLots = NormalizeDouble(volOperacao, lotDigitos);
147
148     //Verifica se há posições abertas
149     if (!posAberta) {
150         string mm = mm_indicator();
151         string macd = macd_indicator();
152         string ifr = ifr_indicator();
153
154         if(mm == "error" || macd == "error" || ifr == "error") {
155             Print("Erro ao copiar o buffer dos indicadores.");
156             return;
157         }
158
159         if(mm == "buy" && macd == "buy" && ifr == "buy" && isNewBar()) {
160             if(trade.Buy(normalizedLots, Symbol(), ask, (ask - stopLoss * _Point), (ask + takeProfit * _Point), "Compra")) {}
161         } else {
162             Print("Falha ao realizar a compra, código de erro: ", GetLastError());
163         }
164     } else if(mm == "sell" && macd == "sell" && ifr == "sell" && isNewBar()) {
165         if(trade.Sell(normalizedLots, Symbol(), bid, (bid + stopLoss * _Point), (bid - takeProfit * _Point), "Venda")){}
166     } else {
167         Print("Falha ao realizar a venda, código de erro: ", GetLastError());
168     }
169 }
170 }
171 }

```

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

4 IMPLEMENTAÇÃO DE ESTRATÉGIA E RESULTADOS

A estratégia baseia-se em indicadores técnicos como a MME, o MACD e o IFR, configurados e ajustados para maximizar a eficiência das operações. Esta implementação foi realizada na plataforma *Meta Trader 5*, utilizando seus recursos de criação e testes para obter melhores resultados.

4.1 Condições de contorno

As condições de contorno do EA desenvolvidas para este trabalho incluem capital, período de operação, tempo gráfico, *stop gain* e *stop loss*.

O capital inicial utilizado no EA é de R\$1.000,00 (um mil reais). Este valor foi escolhido para simular uma situação realista para investidores que desejam começar a automatizar suas operações na bolsa de valores. Essa escolha influencia diretamente a capacidade do EA de abrir e manter posições no mercado, além de afetar a gestão de risco e a potencial rentabilidade das operações.

O período de operação do EA é configurado para funcionar dentro do intervalo específico iniciando às 10:00 horas e encerrando às 16:00 horas, alinhando-se com o horário de funcionamento do mercado financeiro brasileiro e maximizando a exposição durante os momentos de maior liquidez e volatilidade do mercado.

O tempo gráfico adotado para as operações é de 30 minutos (M30). Esse tempo foi escolhido por proporcionar a quantidade de volatilidade suficiente para a estratégia adotada, mantendo uma frequência de operações que é potencialmente lucrativa.

O *take profit* é configurado para encerrar as operações quando um lucro de 40 pontos é alcançado. Este valor foi definido com base em testes históricos e na análise de volatilidade do ativo BBAS3F. Essa configuração objetiva garantir que os lucros sejam realizados antes que o mercado possa reverter, protegendo os ganhos obtidos com as posições abertas.

O *stop loss* foi configurado para encerrar as operações quando uma perda máxima de 20 pontos é alcançada. Essa configuração para a gestão de risco limita as perdas em cenários adversos de mercado, mantendo o valor de 2:1 que, ao atingir a meta, é realizado 2 vezes mais que ao atingir uma de derrota na operação, equilibrando assim o potencial lucro e evitando perdas significativas.

4.2 Critério de escolha do ativo

As Bandas de Bollinger (BB) são um indicador técnico de volatilidade desenvolvido por John Bollinger. Este indicador utiliza uma média móvel aritmética aplicada sobre os preços e, a partir dessa média, duas curvas são traçadas conforme o desvio padrão, formando as bandas superior e inferior. O desvio padrão é uma medida de volatilidade, portanto, quanto maior a volatilidade do ativo, maior será o desvio padrão (FERNANDES, 2014b).

As BB representam os limites de volatilidade esperados para o ativo. Os preços tendem a permanecer dentro dessas bandas na maior parte do tempo, mas quando o preço atingir uma destas, isto indica um movimento forte de alta ou baixa que deve continuar conforme apresentado na Figura 22 (FERNANDES, 2014b).

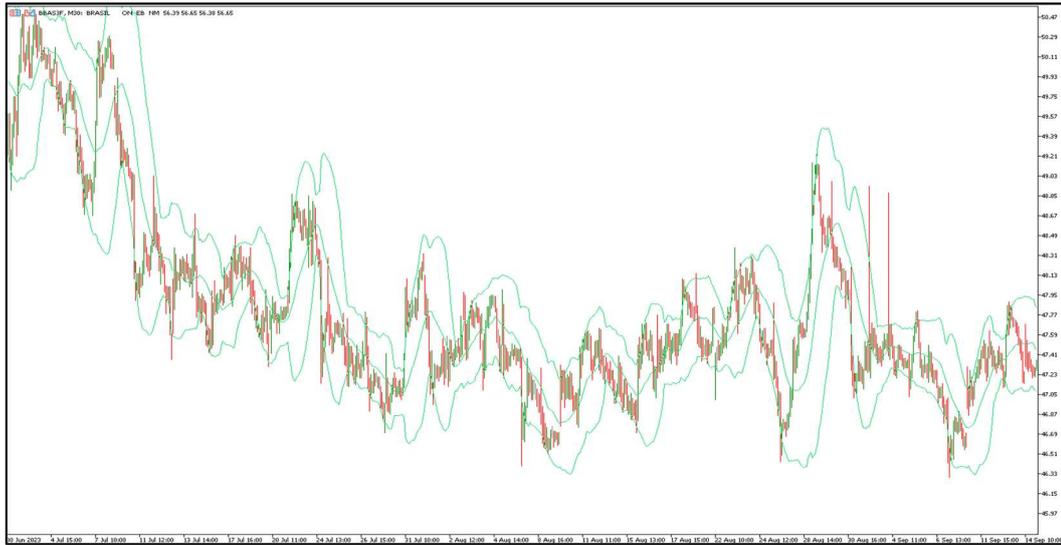
Figura 22: Bandas de Bollinger



Fonte: FERNANDES, 2014b.

Observado nas Figuras 23, 24 e 25, é obtido visualmente a diferença de volatilidade entre os ativos selecionados, dando destaque para a BBAS3F que no mesmo período, possui uma alta taxa de flutuação dos preços em movimentos de curto prazo comparada com os outros dois papéis VALE3F e AGRO3F.

Figura 23: Gráfico de Volatilidade BBAS3F



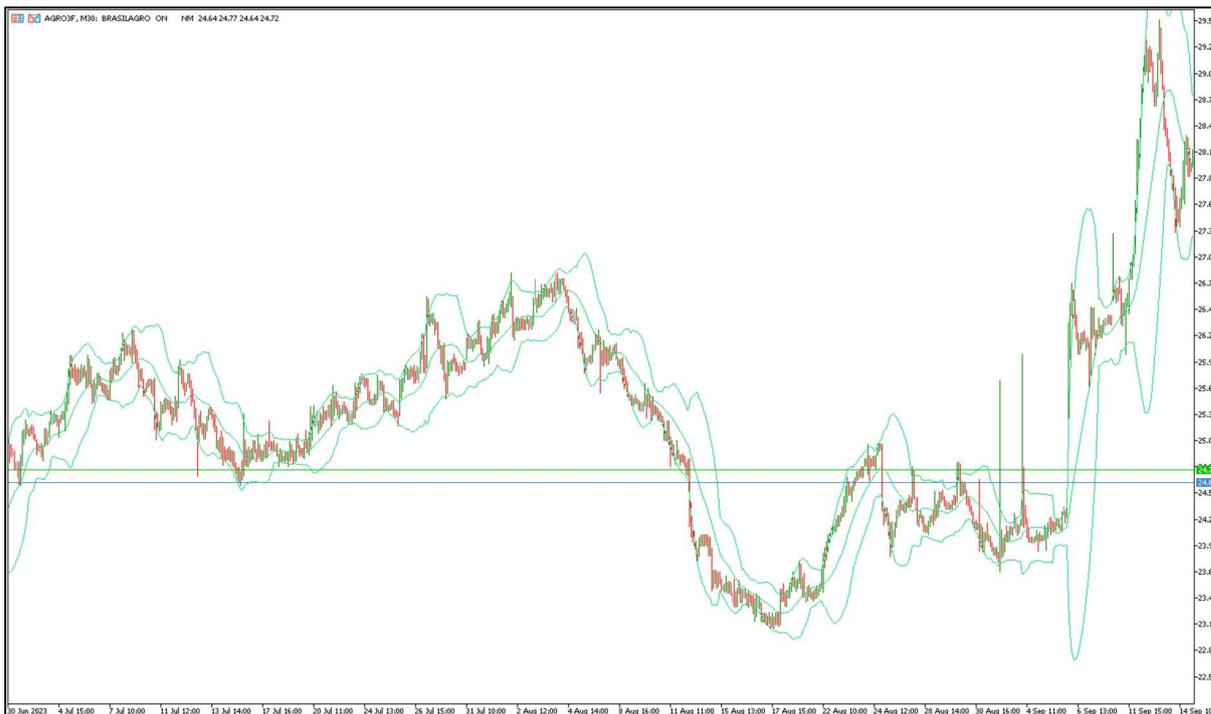
Fonte: Meta Trader, 2024

Figura 24: Gráfico de Volatilidade (VALE3F)



Fonte: Meta Trader, 2024

Figura 25: Gráfico de Volatilidade (AGRO3F)



Fonte: Meta Trader, 2024

4.2.1 Rentabilidade vs volatilidade

A relação entre rentabilidade e a volatilidade é o pilar central da estratégia de negociação adotada nesse trabalho. Na análise dos resultados financeiros do ativo BBAS3F, evidenciado pelo desempenho mensal do ano de 2023, destaca-se a relação positiva entre a volatilidade do mercado no ativo e a acertabilidade das operações realizadas.

A estratégia desenvolvida se baseia no pressuposto de que a alta volatilidade de um ativo, o que é caracterizado por grandes variações de preço em curtos períodos, proporcionam mais oportunidades de entrada e saída lucrativas. Portanto, a volatilidade não é apenas um indicador de risco, mas também é uma fonte em potencial para retorno financeiro.

No contexto da estratégia, a volatilidade desempenha um papel importante pois, é através dela que a estratégia de negociação busca maximizar os ganhos. Durante os testes realizados no ano de 2023, foi possível observar que os períodos de maior volatilidade coincidiram com os momentos de maior rentabilidade do EA. Esse comportamento confirma a hipótese de que, ao identificar corretamente os momentos de alta volatilidade, o EA pode efetuar operações mais precisas e lucrativas.

4.3 Definição do tempo gráfico

Ao realizar a análise de volatilidade dos gráficos utilizando o indicador Bandas de Bollinger (BB), foi escolhida utilização do gráfico BBAS3F (Banco de Brasil) para a construção e utilização do EA. A escolha deste ativo está fundamentada na análise de abertura e fechamento constante das BB, o que ocorre por muitas vezes em curtos períodos o que indica uma alta volatilidade. Além disso, o ativo escolhido é um papel fracionado, ou seja, é possível realizar operações utilizando um montante pequeno da quantidade real que se movimentaria no papel de tal forma a testar a estratégia utilizando pequenos volumes financeiros por entrada.

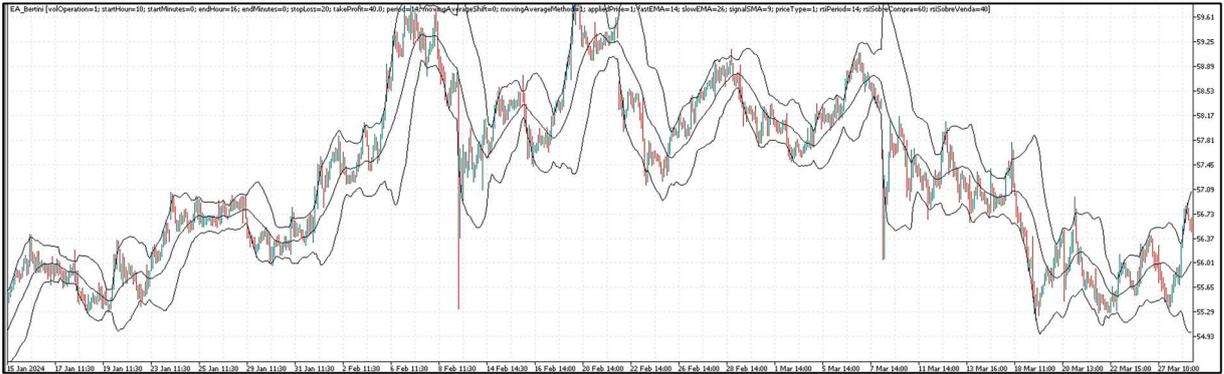
Este comportamento das BB, sugere maiores oportunidades de entradas e saídas de posições, sendo estas que ocorrem em maior quantidade no tempo gráfico de 30 minutos, o que é um aspecto importante para a estratégia selecionada porque é utilizado a grande volatilidade para que sejam realizadas entradas na qual o preço indica que será corrigido, gerando sinais fortes para que as operações possuam sucesso. Estas diferenças de volatilidade podem ser observadas nas Figuras 26 a 29. São comparados quatro tempos gráficos do mesmo período do indicador e mostram que o melhor tempo para a estratégia proposta é o tempo de 30 minutos.

Figura 26: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 5 minutos



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 27: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 30 minutos



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 28: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 1 Hora



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 29: Oscilação do Ativo BBAS3F no Gráfico de 1 Dia



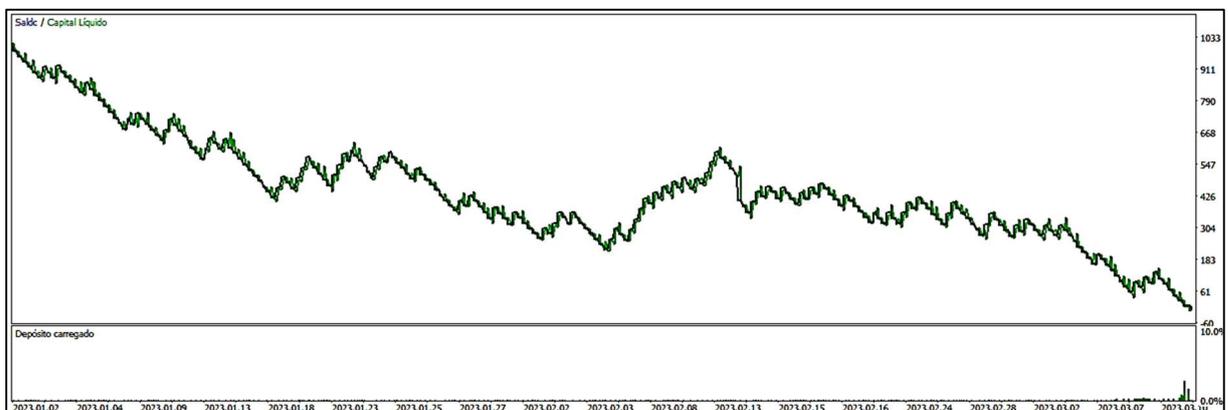
Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

4.4 Teste 1: desempenho do MME MACD e IFR individualmente

Para avaliar a eficácia da estratégia proposta, foram realizados *backtest* com os indicadores de forma individual, utilizando os mesmos dados históricos do ativo BBAS3F no período de 01/01/2023 a 31/12/2023, no tempo de 30 minutos (M30).

Os resultados dos *backtests* individuais são apresentados nas Figuras 30 a 35, que é incluído o gráfico de curva de capital e seu relatório geral. Essa análise permite a comparação do desempenho de cada indicador.

Figura 30: Gráfico da Curva de Capital do *Backtest* (MME)



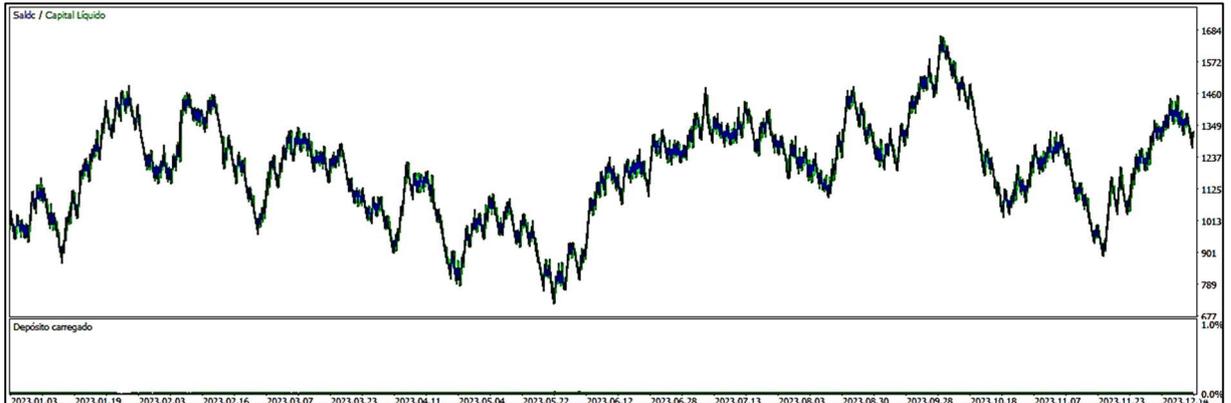
Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 31: Relatório Geral (MME)

Qualidade do histórico	96%	Ticks		460915	Ativos	1
Barras	759					
Depósito Inicial	1 000.00					
Lucro Líquido Total	-1 001.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	1 001.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	1 009.00	
Lucro Bruto	2 808.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	1 001.00 (100.10%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	1 023.00 (100.89%)	
Perda Bruta	-3 809.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	100.10% (1 001.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	100.89% (1 023.00)	
Fator de Lucro	0.74	Retorno Esperado (Payoff)	-4.04	Nível de Margem	555.56%	
Fator de Recuperação	-0.98	Índice de Sharpe	-5.00	Z-Pontuação	0.32 (25.10%)	
AHPR	0.9830 (-1.70%)	Correlação LR	-0.86	Resultado OnTester	0	
GHPR	0.9725 (-2.75%)	Erro Padrão LR	103.60			
Total de Negociações	248	Posições Vendidas (% de ganhos)	133 (27.07%)	Posições Compradas (% de ganhos)	115 (29.57%)	
Ofertas Total	496	Negociações com Lucro (% of total)	70 (28.23%)	Negociações com Perda (% of total)	178 (71.77%)	
		Maior lucro da negociação	47.00	perda na Negociação	-103.00	
		Média lucro da negociação	40.11	perda na Negociação	-21.40	
		Máximo ganhos consecutivos (\$)	4 (160.00)	perdas consecutivas (\$)	10 (-225.00)	
		Máxima lucro consecutivo (contagem)	160.00 (4)	perda consecutiva (contagem)	-230.00 (7)	
		Média ganhos consecutivos	1	perdas consecutivas	3	

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 32: Gráfico de Curva de Capital do *Backtest* (MACD)



Fonte: Capturado pelo autor, *Meta Trader*, 2024

Figura 33: Relatório Geral (MACD)

Qualidade do histórico	96%	Ticks	2339129	Ativos	1
Barras	3637				
Depósito Inicial	1 000.00				
Lucro Líquido Total	321.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	263.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	276.00
Lucro Bruto	15 515.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	757.00 (45.85%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	776.00 (46.55%)
Perda Bruta	-15 194.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	49.69% (728.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	51.51% (769.00)
Fator de Lucro	1.02	Retorno Esperado (Payoff)	0.29	Nível de Margem	344761.90%
Fator de Recuperação	0.41	Índice de Sharpe	0.64	Z-Pontuação	1.75 (91.99%)
AHPR	1.0006 (0.06%)	Correlação LR	0.23	Resultado OnTester	0
GHPR	1.0003 (0.03%)	Erro Padrão LR	163.83		
Total de Negociações	1100	Posições Vendidas (% e ganhos)	522 (33.91%)	Posições Compradas (% de ganhos)	578 (36.16%)
Ofertas Total	2200	Negociações com Lucro (% of total)	386 (35.09%)	Negociações com Perda (% of total)	714 (64.91%)
		Maior lucro da negociação	121.00	perda na Negociação	-75.00
		Média lucro da negociação	40.19	perda na Negociação	-21.28
		Máximo ganhos consecutivos (\$)	6 (242.00)	perdas consecutivas (\$)	14 (-311.00)
		Máxima lucro consecutivo (contagem)	242.00 (6)	perda consecutiva (contagem)	-311.00 (14)
		Média ganhos consecutivos	1	perdas consecutivas	3

Fonte: Capturado pelo autor, *Meta Trader*, 2024

Figura 34: Gráfico de Curva de Capital do *Backtest* (IFR)



Fonte: Capturado pelo autor, *Meta Trader*, 2024

Figura 35: Capturado pelo autor, Relatório Geral (IFR)

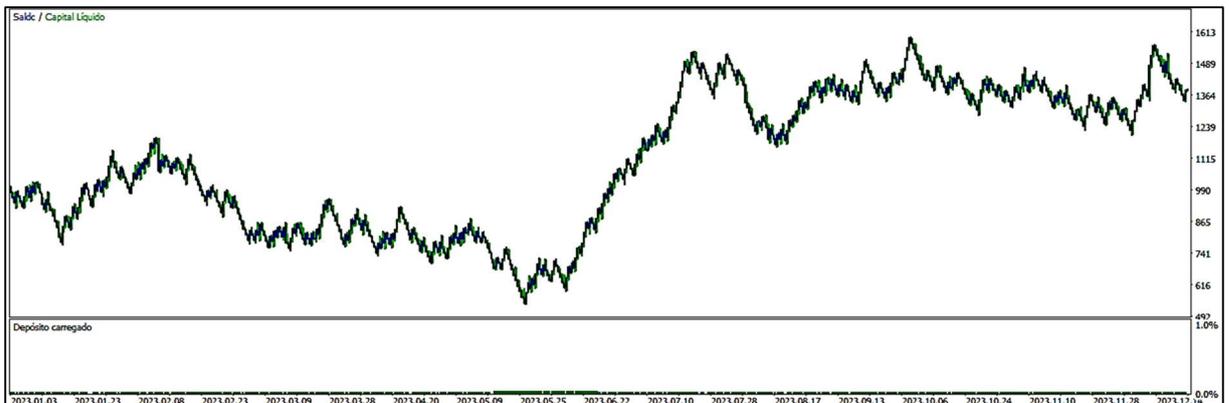
Qualidade do histórico	96%	<div style="width: 96%; height: 10px; background-color: #28a745;"></div>			
Barras	3637	Ticks	2339129	Ativos	1
Depósito Inicial	1 000.00				
Lucro Líquido Total	-641.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	837.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	847.00
Lucro Bruto	10 228.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	837.00 (83.70%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	861.00 (84.91%)
Perda Bruta	-10 869.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	83.70% (837.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	84.91% (861.00)
Fator de Lucro	0.94	Retorno Esperado (Payoff)	-0.84	Nível de Margem	63750.00%
Fator de Recuperação	-0.74	Índice de Sharpe	-1.32	Z-Pontuação	-0.76 (55.27%)
AHPR	1.0004 (0.04%)	Correlação LR	0.22	Resultado OnTester	0
GHPR	0.9987 (-0.13%)	Erro Padrão LR	199.67		
Total de Negociações	764	Posições Vendidas (% e ganhos)	449 (30.96%)	Posições Compradas (% de ganhos)	315 (35.87%)
Ofertas Total	1528	Negociações com Lucro (% of total)	252 (32.98%)	Negociações com Perda (% of total)	512 (67.02%)
		Maior lucro da negociação	76.00	perda na Negociação	-103.00
		Média lucro da negociação	40.59	perda na Negociação	-21.23
		Máximo ganhos consecutivos (\$)	6 (240.00)	perdas consecutivas (\$)	15 (-326.00)
		Máxima lucro consecutivo (contagem)	240.00 (6)	perda consecutiva (contagem)	-326.00 (15)
		Média ganhos consecutivos	2	perdas consecutivas	3

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

4.5 Teste 2: desempenho da integração de dois indicadores

Também foram realizados testes dos indicadores de forma agrupada, dois em dois, observado pelas Figuras 36 a 41 mostrando seus resultados e também curva de desempenho.

Figura 36: Gráfico de Curva do Backtest (MME e MACD)



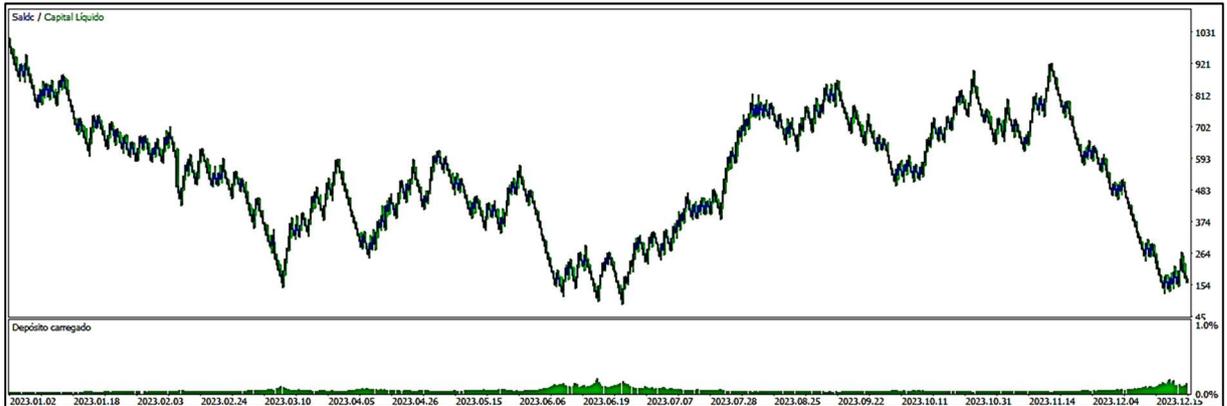
Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 37: Relatório Geral (MME e MACD)

Qualidade do histórico	96%	<div style="width: 96%; height: 10px; background-color: #28a745;"></div>			
Barras	3637	Ticks	2339129	Ativos	1
Depósito Inicial	1 000.00				
Lucro Líquido Total	387.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	454.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	456.00
Lucro Bruto	8 681.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	650.00 (54.35%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	660.00 (54.82%)
Perda Bruta	-8 294.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	54.35% (650.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	54.82% (660.00)
Fator de Lucro	1.05	Retorno Esperado (Payoff)	0.65	Nível de Margem	257826.09%
Fator de Recuperação	0.59	Índice de Sharpe	1.08	Z-Pontuação	1.66 (90.31%)
AHPR	1.0010 (0.10%)	Correlação LR	0.71	Resultado OnTester	0
GHPR	1.0005 (0.05%)	Erro Padrão LR	191.58		
Total de Negociações	598	Posições Vendidas (% e ganhos)	318 (35.85%)	Posições Compradas (% de ganhos)	280 (35.71%)
Ofertas Total	1196	Negociações com Lucro (% of total)	214 (35.79%)	Negociações com Perda (% of total)	384 (64.21%)
		Maior lucro da negociação	118.00	perda na Negociação	-109.00
		Média lucro da negociação	40.57	perda na Negociação	-21.60
		Máximo ganhos consecutivos (\$)	5 (200.00)	perdas consecutivas (\$)	10 (-214.00)
		Máxima lucro consecutivo (contagem)	200.00 (5)	perda consecutiva (contagem)	-241.00 (9)
		Média ganhos consecutivos	1	perdas consecutivas	3

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 38: Gráfico de Curva do *Backtest* (MME e IFR)



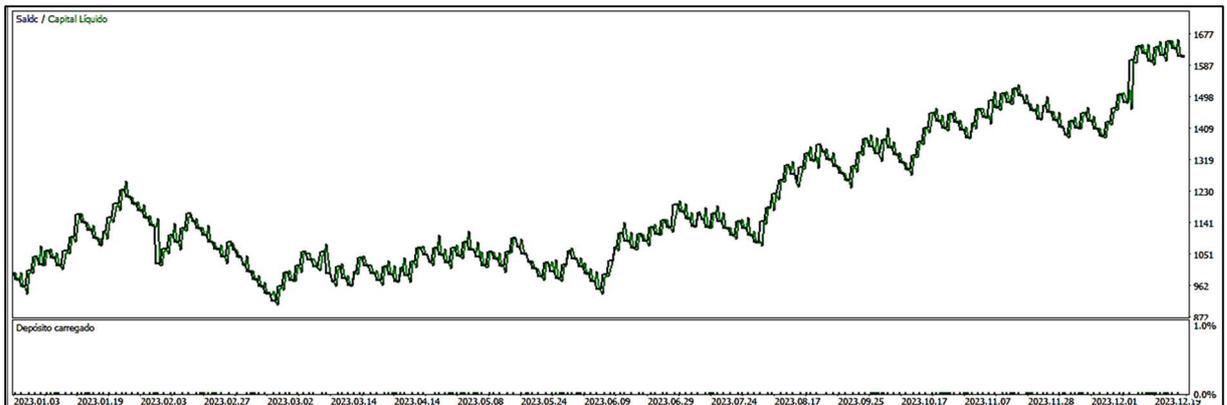
Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 39: Relatório Geral (MME e IFR)

Qualidade do histórico	96%	[Progresso]			
Barras	3637	Ticks	2339129	Ativos	1
Depósito Inicial	1 000.00				
Lucro Líquido Total	-832.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	896.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	909.00
Lucro Bruto	9 031.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	896.00 (89.60%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	923.00 (91.03%)
Perda Bruta	-9 863.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	89.60% (896.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	91.03% (923.00)
Fator de Lucro	0.92	Retorno Esperado (Payoff)	-1.21	Nível de Margem	39565.22%
Fator de Recuperação	-0.90	Índice de Sharpe	-1.94	Z-Pontuação	-0.35 (27.37%)
AHPR	1.0004 (0.04%)	Correlação LR	-0.01	Resultado OnTester	0
GHPR	0.9974 (-0.26%)	Erro Padrão LR	200.71		
Total de Negociações	687	Posições Vendidas (% e ganhos)	411 (30.41%)	Posições Compradas (% de ganhos)	276 (35.14%)
Ofertas Total	1374	Negociações com Lucro (% of total)	222 (32.31%)	Negociações com Perda (% of total)	465 (67.69%)
		Maior lucro da negociação	76.00	perda na Negociação	-103.00
		Média lucro da negociação	40.68	perda na Negociação	-21.21
		Máximo ganhos consecutivos (\$)	5 (203.00)	perdas consecutivas (\$)	15 (-326.00)
		Máxima lucro consecutivo (contagem)	203.00 (5)	perda consecutiva (contagem)	-326.00 (15)
		Média ganhos consecutivos	2	perdas consecutivas	3

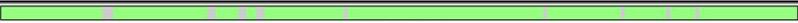
Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 40: Gráfico de Curva do *Backtest* (MACD e IFR)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 41: Relatório Geral (MACD e IFR)

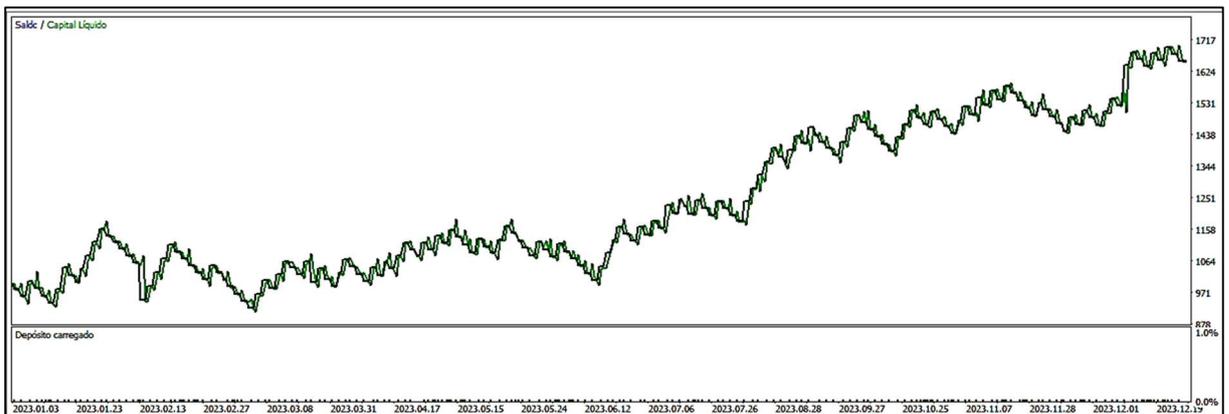
Qualidade do histórico	96%				
Barras	3637	Ticks	2339129	Ativos	1
Depósito Inicial	1 000.00				
Lucro Líquido Total	615.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	81.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	90.00
Lucro Bruto	3 298.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	316.00 (25.59%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	351.00 (27.84%)
Perda Bruta	-2 683.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	25.59% (316.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	27.84% (351.00)
Fator de Lucro	1.23	Retorno Esperado (Payoff)	3.08	Nível de Margem	408695.65%
Fator de Recuperação	1.75	Índice de Sharpe	4.70	Z-Pontuação	0.14 (11.13%)
AHPR	1.0028 (0.28%)	Correlação LR	0.82	Resultado OnTester	0
GHPR	1.0024 (0.24%)	Erro Padrão LR	108.40		
Total de Negociações	200	Posições Vendidas (% e ganhos)	125 (40.80%)	Posições Compradas (% de ganhos)	75 (37.33%)
Ofertas Total	400	Negociações com Lucro (% of total)	79 (39.50%)	Negociações com Perda (% of total)	121 (60.50%)
		Maior lucro da negociação	118.00	perda na Negociação	-109.00
		Média lucro da negociação	41.75	perda na Negociação	-22.17
		Máximo ganhos consecutivos (\$)	5 (217.00)	perdas consecutivas (\$)	8 (-166.00)
		Máxima lucro consecutivo (contagem)	217.00 (5)	perda consecutiva (contagem)	-210.00 (6)
		Média ganhos consecutivos	2	perdas consecutivas	2

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

4.6 Teste 3: desempenho da integração de três indicadores

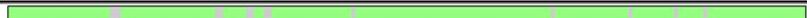
Por fim, a eficácia da estratégia proposta foi avaliada realizando *backtests* com a integração dos três indicadores juntos. Conforme ilustrado nas Figuras 42 a 43, é observada a curva de desempenho obtido com essa integração, juntamente com um relatório geral positivo para a estratégia.

Figura 42: Gráfico de Curva do Backtest (MME, MACD e IFR)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 43: Relatório Geral (MME, MACD e IFR)

Qualidade do histórico	96%				
Barras	3637	Ticks	2339129	Ativos	1
Depósito Inicial	1.000.00				
Lucro Líquido Total	655.00	Rebaixamento Absoluto do Saldo	74.00	Rebaixamento Absoluto do Capital Líquido	83.00
Lucro Bruto	2.982.00	Rebaixamento Máximo do Saldo	234.00 (20.17%)	Rebaixamento Máximo do Capital Líquido	269.00 (22.68%)
Perda Bruta	-2.327.00	Rebaixamento Relativo do Saldo	20.17% (234.00)	Rebaixamento Relativo do Capital Líquido	22.68% (269.00)
Fator de Lucro	1.28	Retorno Esperado (Payoff)	3.74	Nível de Margem	432608.70%
Fator de Recuperação	2.43	Índice de Sharpe	5.63	Z-Pontuação	0.65 (48.43%)
AHPR	1.0033 (0.33%)	Correlação LR	0.92	Resultado OnTester	0
GHPR	1.0029 (0.29%)	Erro Padrão LR	82.71		
Total de Negociações	175	Posições Vendidas (% e ganhos)	112 (41.07%)	Posições Compradas (% de ganhos)	63 (39.68%)
Ofertas Total	350	Negociações com Lucro (% of total)	71 (40.57%)	Negociações com Perda (% of total)	104 (59.43%)
	Maior	lucro da negociação	118.00	perda na Negociação	-109.00
	Média	lucro da negociação	42.00	perda na Negociação	-22.38
	Máximo	ganhos consecutivos (\$)	5 (217.00)	perdas consecutivas (\$)	6 (-210.00)
	Máxima	lucro consecutivo (contagem)	217.00 (5)	perda consecutiva (contagem)	-210.00 (6)
	Média	ganhos consecutivos	2	perdas consecutivas	2

Fonte: Capturado pelo autor, Meta *Trader*, 2024

As configurações da plataforma que foram utilizadas para as operações consistem nas seguintes configurações apresentadas a seguir e podem ser verificadas nas Figuras 44 e 45. na implementação da plataforma de negócios Meta *Trader*:

- Período: 01/01/2023 a 31/12/2023;
- Tempo Gráfico: 30 minutos (M30);
- Capital Inicial: R\$1.000,00;
- Latência: 28ms;
- Volume de Negociação: 1;
- Stop Loss: 20 (Pontos);
- Take Profit: 40 (Pontos);
- Horário de Início das Operações: 10:00;
- Horário Final das Operações: 16:00;
- Tipo de Média Móvel: Exponencial;
- Período Média Móvel: 14;
- Deslocamento da Média Móvel: 0;
- Média Móvel Aplicada ao Tipo de Preço: Fechamento;
- Período da Média Móvel do MACD: 14;
- Período da Média Móvel Lenta do MACD: 26;
- Período da Média Móvel do Histograma (Linha de Sinal MACD): 9;
- MACD Aplicado ao Tipo de Preço: Fechamento;
- Período IFR: 14;
- Sobre Compra IFR: 60;
- Sobre Venda IFR: 40.

Figura 44: Configurações do Teste

Expert Advisor (Robô): Advisors\EA_Bertini.ex5

Ativo: BBAS3F M30

Data: Período personalizado 2023.01.01 2023.12.31

Para frente: Não 2015.01.07

Latência: 28 ms emulam slippages e requotes ao executar transações

Modelagem: Cada tick lucro em pips para acelerar os cálculos

Depósito: 1000 USD 1:50 alavancagem

Otimização: Desabilitado modo visual com exibição de gráficos, de indicadores e de negociação

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Figura 45: Configurações dos indicadores e estratégia

EA_Bertini 1.00

Comum Parâmetros de entrada

Variável	Valor
01 Horário de Início das operações	10
01 Minutos de Início das Operações	0
01 Horário de Fim das operações	16
01 Minutos de Fim das operações	0
½ Volume de Negociação	1.0
½ Stop Loss em pontos para fechar a posi...	20.0
½ Take Profit em pontos para fechar a pos...	40.0
01 Período (MM)	14
01 Deslocamento (MM)	0
≡ Tipo (MM)	Exponential
≡ Preço aplicado (MM)	Close price
01 Período da MM (MACD)	14
01 Período da MM lenta (MACD)	26
01 Período da MM do histograma (Linha de ...	9
≡ Preço aplicado (MACD)	Close price
01 Período (IFR)	14
01 Sobre Compra (IFR)	60
01 Sobre Venda (IFR)	40

Abrir

Salvar

OK Cancelar Resetar

Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

Conforme é ilustrado na Figura 46, o capital inicial experimentou um crescimento líquido de R\$655,00 ao longo do ano de 2023. Nota-se que houve um momento de declínio no

mês de março onde o saldo total recuou para um valor inferior ao saldo inicial. Este recuo temporário pode ser atribuído a uma série de fatores que incluem a volatilidade e a ocorrência de eventos macroeconômicos no mês, fazendo com que as operações fossem influenciadas. Apesar disto, houve a recuperação e aumento gradual do saldo nos meses seguintes até o término do ciclo anual, refletindo a eficácia da estratégia que demonstra possuir potencial para recuperação e crescimento da carteira mesmo após períodos de baixa.

Figura 46: Evolução de Saldo Mensal (Estratégia)

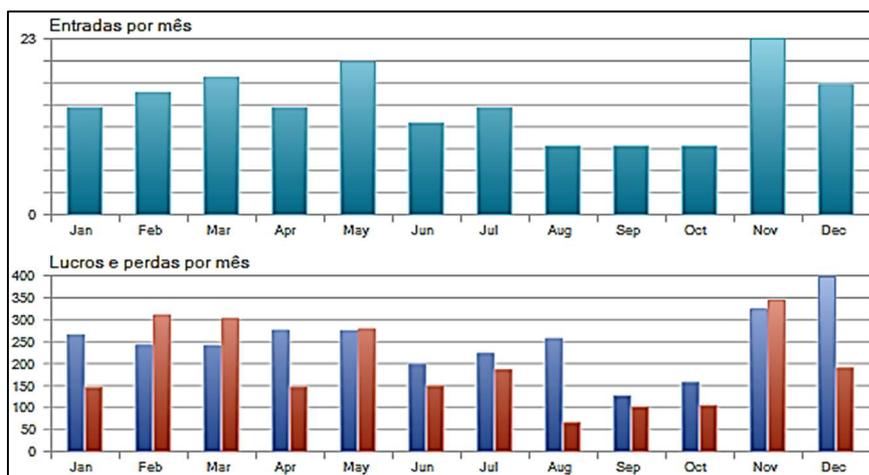


Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

4.6.1 Análise dos Resultados

Com base nos resultados objetivos e no gráfico de evolução do saldo apresentado pela Figura 47, é possível verificar a eficácia das operações para o ativo escolhido (BBAS3F) no tempo gráfico de 30 minutos, evidenciada pelo aumento gradual de saldo durante o período testado devido à grande volatilidade que este papel possui diariamente, o que abre diversas possibilidades de operações semanalmente.

Figura 47: Gráfico de Entradas e Lucro/Perda por Mês (MME, MACD e IFR)



Fonte: Capturado pelo autor, Meta Trader, 2024

4.7 Comparação dos resultados dos 3 testes

A análise dos resultados abrange a *performance* geral do EA em relação à rentabilidade obtida e a sua eficácia da estratégia configurada para um ativo com alta volatilidade. As Figuras 48, 49 e 50 apresentam o comparativo dos resultados gerais obtidos utilizando os indicadores de forma separadas e agrupadas, permitindo a melhor visualização dos resultados dos *backtest* que foram realizados.

Figura 48: Resultados Financeiros dos Indicadores Separados

	MME	MACD	IFR
Anual (2023)	-R\$ 1.000,00	R\$ 321,00	-R\$ 641,00

Fonte: Capturado pelo autor, 2024

Figura 49: Resultados Financeiros dos Indicadores Agrupados

	MME e MACD	MME e IFR	MACD e IFR
Anual (2023)	R\$ 387,00	-R\$ 832,00	R\$ 615,00

Fonte: Capturado pelo autor, 2024

Figura 50: Resultados Obtidos dos Indicadores da Estratégia Agrupados

	MME, MACD e IFR
Anual (2023)	R\$ 655,00

Fonte: Capturado pelo autor, 2024

As Figuras 48 a 50 ilustram a importância da combinação dos indicadores para se obter os melhores resultados. Conforme é possível observar, os indicadores, quando utilizados isoladamente, tendem a apresentar um desempenho inferior, pois não conseguem confirmar os sinais de forma confiável. Na Figura 48, é ilustrado que a junção de dois indicadores já proporciona uma melhora significativa em relação aos isolados, uma vez que um indicador complementa e confirma os sinais do outro. Finalmente, na Figura 50, a integração de três indicadores resulta no melhor desempenho, permitindo que a análise se torne mais eficaz devido à confirmação de três indicadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação de investimentos utilizando EAs é um tema de relevância para a atualidade, especialmente no contexto do mercado financeiro, que busca cada dia mais eficiência e precisão nas operações. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e testar um EA de investimento que utilizou indicadores técnicos para tomar a decisão de operações. Sua importância reside na possibilidade de maximizar lucros e minimizar riscos nos investimentos além de democratizar o acesso a estratégias de trading para investidores de diferentes perfis.

Os objetivos iniciais do trabalho foram alcançados de maneira satisfatória com o desenvolvimento do EA na plataforma *Meta Trader 5*, permitiu a criação de um sistema capaz de operar de forma autônoma, baseado em critérios bem definidos de análise técnica. Os resultados obtidos durante os testes demonstram que o EA é capaz de identificar oportunidades de compra e venda com precisão, respeitando os parâmetros de risco estabelecidos.

A metodologia adotada envolveu a criação, implementação e testes do EA em um ambiente de simulação com dados históricos, demonstrando-se adequada e eficaz mostrando que, com a análise dos resultados, é comprovada a viabilidade do uso de EAs para automatização de investimentos e colaborando com a literatura existente para o tema.

Durante o desenvolvimento e os testes, algumas correções de rota foram necessárias. Ajustes nos parâmetros dos indicadores e na lógica de decisão do EA foram implementados para melhorar a *performance* e garantir a consistência das operações. Essas modificações foram motivadas por observações dos resultados que indicaram a necessidade de refinamento para a adaptação correta às condições de mercado.

Os resultados obtidos são coerentes com outros trabalhos semelhantes, que também destaca a eficiência da automação de estratégias de trading com EAs podendo aumentar a precisão das operações e proporcionar melhores resultados financeiros (FERNANDES, 2023).

O aprendizado adquirido ao longo deste trabalho foi significativo. A experiência prática como o desenvolvimento e a implementação de um EA além do estudo sobre o funcionamento da plataforma, mercado e corretora, proporcionou um entendimento profundo sobre a dinâmica dos mercados financeiros e a aplicação de estratégias de operação na bolsa de valores.

As contribuições deste trabalho para a sociedade, ao demonstrar a viabilidade e a eficácia das EAs, promove a democratização do acesso a ferramentas avançadas de investimento, permitindo que um maior número de investidores possa se beneficiar de

estratégias automatizadas promovendo uma gestão de portfólio com maior disciplina e racionalidade.

Por fim, é destacado e oferecido uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área, contribuindo para a evolução do mercado financeiro ao trazer mais pessoas para investir como também capacitando esses para serem novos investidores e desenvolvedores da plataforma.

5.1 Sugestões de trabalhos futuros

A partir dos resultados e conclusões obtidas neste trabalho, as sugestões a seguir visam explorar novos horizontes, melhorando a eficácia do EA e adaptando-o a diferentes contextos e períodos do mercado.

A primeira sugestão de trabalho futuro é a implementação de *machine learning* para aprimorar a tomada de decisões do EA pois, ao integrar técnicas de aprendizado de máquina como redes neurais e algoritmos de regressão, o EA pode aprender com dados históricos e adaptar-se a novas condições de mercado de forma eficaz, aprimorando a sua precisão nas operações de compra e venda e também, na identificação de padrões complexos que não são facilmente detectáveis por métodos tradicionais de análise técnica.

Outra área de pesquisa que pode ser aprofundada é a diversificação dos ativos negociados pelo EA. Até o momento, foi testado principalmente com o ativo BBAS3F, mas, no entanto, testar e ajustar para operar com uma maior variedade de ativos como moedas, commodities e ações, pode aumentar a robustez e a estratégia desenvolvida, sendo capaz de aumentar até mesmo o resto financeiro das operações.

Finalmente, a integração de fatores fundamentais no processo de decisão do EA é uma sugestão relevante pois atualmente, o EA se baseia exclusivamente em indicadores técnicos para realizar suas operações. Ao incorporar análises fundamentais como notícias econômicas, balanços financeiros de empresas e indicadores macroeconômicos, pode proporcionar o aumento da eficácia das operações evitando ativos que serão afetados por notícias e balanços fiscais. Desta maneira, a combinação de análise técnica e fundamental pode resultar no aumento de robustez e acertabilidade conforme as mudanças de mercado ocorram.

REFERÊNCIAS

ADMIRALS. **O que é MQL5? | Guia Completo de Programação e Indicadores MQL5.** 2022. Disponível em: <https://admiralmarkets.com/pt/educacao/aprender-trading/software-trading/guia-completo-mql5>

B3 S.A. **Número de investidores na B3 cresce 34% em renda fixa e 23% em renda variável em 12 meses.** São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/numero-de-investidores-na-b3-cresce-34-em-renda-fixa-e-23-em-renda-variavel-em-12-meses.htm#:~:text=N%C3%BAmero%20total%20de%20investidores%20chega,em%20produtos%20de%20renda%20fixa. Acesso em: 15 nov. 2023.

FERNANDES, Steyner Felipe Rossi. **Utilização de robôs de investimento na bolsa de valores para operações de swing trade.** São Paulo, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3cbc6dd0-6a27-4681-8cb9-e09189512fb5/content>. Acesso em: 21 mai. 2024.

FERNANDES, Alexandre. **Estratégias Operacionais de Análise Técnica de Ações.** Rio de Janeiro: Alexandre Fernandes, 2014a.

FERNANDES, Alexandre. **Fundamentos de Análise Técnica de Ações.** Rio de Janeiro: Alexandre Fernandes, 2014b.

FERNANDES, Vitória. **Robôs que investem por você: entenda como funciona.** 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-money/2022/05/robos-que-investem-por-voce-entenda-como-funciona/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

INVESTING. **Gráfico de Ações em Tempo Real.** 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/charts/stocks-charts>. Acesso em: 16 nov. 2023.

LEMOS, F. **Análise técnica dos mercados financeiros.** 1.ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2015.

MODALMAIS. **MetaTrader 5: Robôs e Sinais de negociação, 2020.** Disponível em: <https://ajuda.modalmais.com.br/hc/pt-br/articles/7316656986643-MetaTrader-5-Rob%C3%B4s-e-Sinais-de-negocia%C3%A7%C3%A3o>

MORAES, André. **Se Afastando da Manada: Estratégias para vencer no Mercado de Ações.** São Paulo: Infomoney, 2016.

O'HARA, Maureen. **Market Microstructure Theory.** Cambridge, Mass., Blackwell Business, 1998.

PESENTE, Ronaldo. **Mercados Financeiros.** Salvador. UFBA, Faculdade de Ciências Contábeis, Superintendência de Educação a Distância, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/553591/2/eBook%20FCCC48-Mercados%20Financeiros.pdf>

PORTAL DO INVESTIDOR. **História do mercado de capitais**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/investidor/pt-br/investir/como-investir/conheca-o-mercado-de-capitais/historia-do-mercado-de-capitais>. Acesso em: 15 nov. 2023.

XP INVESTIMENTOS. **B3**: Renda fixa atrai 4 milhões de novos investidores em um ano; renda variável também cresce. Disponível em: <https://conteudos.xpi.com.br/conteudos-gerais/b3-renda-fixa-atrai-4-milhoes-de-novos-investidores-em-um-ano-renda-variavel-tambem-cresce/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

WASLAWICK, Raul. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

APÊNDICE A – CÓDIGO-FONTE DA EA

```

EA_Bertini.mq5 * X
1 //+-----+
2 //|                                     EA_Bertini.mq5 |
3 //|                                     Copyright 2024, MetaQuotes Ltd. |
4 //|                                     https://www.mql5.com |
5 //+-----+
6 #property copyright "Claudio Bertini Batista, Copyright 2024, MetaQuotes Ltd."
7 #property link      "https://www.mql5.com"
8 #property version   "1.00"
9 #property script_show_inputs
10 #include <Trade\Trade.mqh>
11
12 CTrade trade;
13
14 //+-----+
15 //| Variáveis e Importações |
16 //+-----+
17
18 //Configuração das Operações
19 input int startHour = 10; //Horário de Início das operações
20 input int startMinutes = 0; //Minutos de Início das Operações
21 input int endHour = 16; //Horário de Fim das operações
22 input int endMinutes = 0; //Minutos de Fim das operações
23
24 input double volOperacao = 1; //Volume de Negociação
25
26 input double stopLoss = 20; //Stop Loss em pontos para fechar a posição com perda
27 input double takeProfit = 40; //Take Profit em pontos para fechar a posição com lucro
28
29 int magicNum = 4876328; //Número identificador do EA
30
31 int lotDigitos = (int) - MathLog(SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_VOLUME_STEP)); //Quantidade de dígitos do lote de operação
32
33 MqlTick ultimoTick; //Armazena as informações da última atualização de preço
34
35 bool posAberta; //Valor do tipo booleano para marcar se há uma posição aberta no momento
36
37 //Média Móvel (MM)
38 int mm_handle; //MM
39 input int periodo = 14; //Período (MM)
40 input int deslocamentoMM = 0; //Deslocamento (MM)
41 input ENUM_MA_METHOD tipoMM = MODE_EMA; //Tipo (MM)
42 input ENUM_APPLIED_PRICE precoAplicado = PRICE_CLOSE; //Preço aplicado (MM)
43
44 //Convergência e Divergência de Médias Móveis (MACD)
45 int macd_handle; //MACD
46 input int emaRapida = 14; //Período da MM (MACD)
47 input int emaLenta = 26; //Período da MM lenta (MACD)
48 input int smaSinal = 9; //Período da MM do histograma (Linha de Sinal - MACD)
49 input ENUM_APPLIED_PRICE priceType = PRICE_CLOSE; //Preço aplicado (MACD)
50
51 //Índice de Força Relativa (IFR)
52 int rsi_handle; //IFR
53 input int rsiPeriodo = 14; //Período (IFR)
54 input int rsiSobreCompra = 60; //Sobre Compra (IFR)
55 input int rsiSobreVenda = 40; //Sobre Venda (IFR)
56

```

```

EA_Bertini.mq5 * X
57 //+-----+
58 //| Expert initialization function |
59 //+-----+
60 int OnInit() {
61     trade.SetTypeFilling(ORDER_FILLING_IOC); //Define tipo de preenchimento como IOC
62     trade.SetDeviationInPoints(50); //Define desvio máximo de preço em 50 pontos
63     trade.SetExpertMagicNumber(magicNum); //Define número mágico do Expert Advisor
64     int lotDigits = (int) - MathLog10(SymbolInfoDouble(_Symbol,SYMBOL_VOLUME_STEP)); //Calcula dígitos decimais do tamanho do lote.
65
66     /**Inicializa a Média Móvel (MM)***
67     mm_handle = iMA(_Symbol, _Period, periodo, deslocamentoMM, tipoMM, precoAplicado);
68
69     if(mm_handle == INVALID_HANDLE) {
70         Alert("Erro ao inicializar o indicador MM! Código de Erro: " + IntegerToString(GetLastError()));
71         return(INIT_FAILED);
72     }
73
74     /**Inicializa a Convergência e Divergência de Médias Móveis (MACD)***
75     macd_handle = iMACD(_Symbol, _Period, emaRapida, emaLenta, smaSinal, PRICE_CLOSE);
76
77     if(macd_handle == INVALID_HANDLE) {
78         Print("Erro ao inicializar o indicador MACD! Código de Erro: " + IntegerToString(GetLastError()));
79         return(INIT_FAILED);
80     }
81
82     /**Inicializa o Índice de Força Relativa (IFR)***
83     rsi_handle = iRSI(_Symbol, _Period, rsiPeriodo, PRICE_CLOSE);
84
85     if(rsi_handle == INVALID_HANDLE) {
86         Print("Erro ao inicializar o indicador IFR! Código de Erro: " + IntegerToString(GetLastError()));
87         return(INIT_FAILED);
88     }
89
90     //Retorna sucesso
91     return(INIT_SUCCEEDED);
92 }
93
94 //+-----+
95 //| Expert deinitialization function |
96 //+-----+
97 void OnDeinit(const int reason) {
98     //Finaliza o indicador Média Móvel
99     IndicatorRelease(mm_handle);
100
101     //Finaliza o indicador MACD
102     IndicatorRelease(macd_handle);
103
104     //Finaliza o indicador do IFR
105     IndicatorRelease(rsi_handle);
106 }
107

```

```

EA_Bertini.mq5 * X
108 //+-----+
109 //| Expert tick function |
110 //+-----+
111 MqlRates candle[]; //Variável do tipo dados de gráfico
112
113 void OnTick() {
114     MqlDateTime dt;
115     TimeCurrent(dt);
116     double bid = SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_BID);
117     double ask = SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_ASK);
118
119     posAberta = false;
120     for(int i = PositionsTotal() -1; i >= 0; i--) {
121         string symbol = PositionGetSymbol(i);
122         ulong magic = PositionGetInteger(POSITION_MAGIC);
123         if(symbol == _Symbol && magic == magicNum) {
124             posAberta = true;
125             break;
126         }
127     }
128
129     if(!SymbolInfoTick(_Symbol, ultimoTick)) {
130         Alert("Erro ao obter as informações de preço: ", GetLastError());
131         return;
132     }
133
134     //Verifica se o horário atual é menor que o horário inicial das operações
135     if(StringToInteger(dt.hour) < startHour && StringToInteger(dt.min) < startMinutes) {
136         return;
137     }
138
139     //Verifica se o horário atual é maior ou igual que o horário final das operações
140     if(StringToInteger(dt.hour) >= endHour && StringToInteger(dt.min) > endMinutes) {
141         return;
142     }
143
144     //Copia os dados das últimas 10 velas para o array candle
145     CopyRates(_Symbol, _Period, 0, 20, candle);
146     double normalizedLots = NormalizeDouble(volOperacao, lotDigitos);
147
148     //Verifica se há posições abertas
149     if (!posAberta) {
150         string mm = mm_indicator();
151         string macd = macd_indicator();
152         string ifr = ifr_indicator();
153
154         if(mm == "error" || macd == "error" || ifr == "error") {
155             Print("Erro ao copiar o buffer dos indicadores.");
156             return;
157         }
158
159         if(mm == "buy" && macd == "buy" && ifr == "buy" && isNewBar()) {
160             if(trade.Buy(normalizedLots, Symbol(), ask, (ask - stopLoss * _Point), (ask + takeProfit * _Point), "Compra")) {}
161             else {
162                 Print("Falha ao realizar a compra, código de erro: ", GetLastError());
163             }
164         } else if(mm == "sell" && macd == "sell" && ifr == "sell" && isNewBar()) {
165             if(trade.Sell(normalizedLots, Symbol(), bid, (bid + stopLoss * _Point), (bid - takeProfit * _Point), "Venda")){}
166             else {

```

```

EA_Bertini.mq5* X
166     else {
167         Print("Falha ao realizar a venda, código de erro: ", GetLastError());
168     }
169 }
170 }
171 }
172 }
173 }
174 //+-----+
175
176 //Função para validar se o tick informado é de uma nova vela
177 bool isNewBar() {
178     static datetime last_time = 0;
179
180     datetime lastbar_time = (datetime) SeriesInfoInteger(_Symbol, _Period, SERIES_LASTBAR_DATE);
181
182     if(last_time == 0) {
183         last_time = lastbar_time;
184         return(false);
185     }
186
187     if(last_time != lastbar_time) {
188         last_time = lastbar_time;
189         return(true);
190     }
191
192     return(false);
193 }
194
195 //Função para Média Móvel
196 string mm_indicator() {
197     double ma_values[1]; // Array para armazenar o valor da média móvel
198
199     // Obtém o valor atual da média móvel exponencial
200     if(CopyBuffer(mm_handle, 0, 0, 1, ma_values) <= 0) {
201         Print("Erro ao copiar o buffer da média móvel.");
202         return "error";
203     }
204
205     //Compara o preço de fechamento atual com a média móvel configurada
206     if(candle[0].close > ma_values[0]) {
207         //Preço de fechamento está acima da EMA, indicando uma possível entrada de compra
208         return "buy";
209     } else if(candle[0].close < ma_values[0]) {
210         //Preço de fechamento está abaixo da EMA, indicando uma possível entrada de venda
211         return "sell";
212     }
213
214     return "null";
215 }
216
217 //Função para MACD
218 string macd_indicator() {
219     double macd_main[1], macd_signal[1];
220
221     // Obtém o valor atual do MACD e da linha de sinal
222     if(CopyBuffer(macd_handle, 0, 0, 1, macd_main) <= 0 || CopyBuffer(macd_handle, 1, 0, 1, macd_signal) <= 0) {
223         Print("Erro ao obter valores do MACD.");
224         return "error";

```

```

EA_Bertini.mq5 * X
224     return "error";
225 }
226
227 //Gera sinais de compra ou venda baseado no cruzamento do MACD e linha de sinal
228 if(macd_main[0] > macd_signal[0]) {
229     //Print("Sinal de COMPRA: MACD cruzou acima da linha de sinal.");
230     return "buy";
231 } else if(macd_main[0] < macd_signal[0]) {
232     //Print("Sinal de VENDA: MACD cruzou abaixo da linha de sinal.");
233     return "sell";
234 }
235
236 return "null";
237 }
238
239 //Função para IFR
240 string ifr_indicator() {
241     double rsi_values[1];
242
243     //Obtém o valor atual do IFR
244     if(CopyBuffer(rsi_handle, 0, 0, 1, rsi_values) <= 0) {
245         Print("Erro ao obter valor do IFR.");
246         return "error";
247     }
248
249     //Gera sinais de compra ou venda baseado no valor do IFR
250     if(rsi_values[0] > rsiSobreCompra) {
251         return "sell";
252     } else if(rsi_values[0] < rsiSobreVenda) {
253         return "buy";
254     }
255
256     return "null";
257 }
258
259 //+-----+
260 //|
261 //+-----+
262 void closeOrders()
263 {
264     for(int i=0; i< PositionsTotal(); i++)
265     {
266         trade.PositionClose(PositionGetSymbol(i));
267     }
268 }
269
270
271 //+-----+
272 //|
273 //+-----+
274 void cancelOrders()
275 {
276     for(int i=0; i<OrdersTotal(); i++)
277     {
278         ulong orderTicket = OrderGetTicket(i);
279
280         trade.OrderDelete(orderTicket);
281     }
282 }

```



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 ● Setor Universitário
Caixa Postal 86 ● CEP 74605-010
Goiânia ● Goiás ● Brasil
Fone: (62) 3946.1000
www.pucgoias.edu.br ● reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante **CLAUDIO BERTINI BATISTA**
do Curso de **CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**, matrícula **20192002800044**,
telefone: **xxx** e-mail **20192002800044@pucgo.edu.br**, na qualidade de titular dos
direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor),
autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
**DESENVOLVIMENTO DE ROBO PARA AUTOMAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA BOLSA DE VALORES UTILIZANDO
INDICADORES TECNICOS**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5
(cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial
de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da
produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 26 de junho de 2024.

Assinatura do(s) autor(es): 

Documento assinado digitalmente
CLAUDIO BERTINI BATISTA
Data: 25/06/2024 09:19:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome completo do autor: **CLAUDIO BERTINI BATISTA**

Assinatura do professor-orientador: 

Documento assinado digitalmente
ANGELICA DA SILVA NUNES
Data: 24/06/2024 16:48:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome completo do professor-orientador: **ANGELICA DA SILVA NUNES**