

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Mateus Benedini de Oliveira Santiago Prates

**Análise de Indicadores Técnicos para
Negociação em Bolsa de Valores**

Uberlândia, Brasil

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Mateus Benedini de Oliveira Santiago Prates

**Análise de Indicadores Técnicos para Negociação em
Bolsa de Valores**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: André Ricardo Backes

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Faculdade de Ciência da Computação

Bacharelado em Sistemas de Informação

Uberlândia, Brasil

2021

Mateus Benedini de Oliveira Santiago Prates

Análise de Indicadores Técnicos para Negociação em Bolsa de Valores

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como requisito exigido parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Trabalho aprovado. Uberlândia, Brasil, 03 de novembro de 2021:

André Ricardo Backes
Orientador

Daniel Antônio Furtado
Professor convidado

Marcelo Zanchetta do Nascimento
Professor convidado

Uberlândia, Brasil
2021

Agradecimentos

Agradeço a minha família por todo apoio que me deram para concluir o curso. Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram crescer e melhorar meu desempenho no processo de formação ao longo do curso. Aos meus colegas, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado. A todos com quem convivi ao longo desses anos de curso, que de forma direta ou indireta tiveram impacto, não só na minha formação acadêmica, mas também na minha formação como pessoa.

“Se souber o que está fazendo, você não está jogando. Jogo é quando você põe dinheiro em um negócio e reza para que ele dê certo. O importante é usar conhecimento técnico, sabedoria e amor ao jogo para minimizar os riscos.” — Robert Kiyosaki

Resumo

Os investidores no mercado financeiro utilizam diversos recursos para ajudar na tomada de decisão. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento e a análise do desempenho dos indicadores técnicos — Médias móveis, MACD, Estocástico e Bandas de Bollinger — na tomada de decisão de compra e venda no mercado financeiro. Utilizando a plataforma *MetaTrader 5* foi possível desenvolver os algoritmos, simular o envio de ordens para a bolsa de valores e analisar o desempenho dos indicadores. Os testes foram realizados no Índice Bovespa durante o ano de 2019.

Palavras-chave: Análise Técnica, Mercado de Ações, Bolsa de Valores, Indicadores Técnicos.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Tendências dos preços	15
Figura 2 – Fases da Tendência Primária	16
Figura 3 – Reversão de Tendência	17
Figura 4 – Formação do Candlestick	17
Figura 5 – Gráfico de Candlestick	18
Figura 6 – Média Móvel Aritmética	19
Figura 7 – Média Móvel Ponderada	20
Figura 8 – Média Móvel Exponencial	20
Figura 9 – Exemplo do indicador MACD	21
Figura 10 – Indicador Estocástico	23
Figura 11 – Bandas de Bollinger	24
Figura 12 – Interface do MetaTrader 5	25
Figura 13 – Exemplo de Operações com Médias Móveis	28
Figura 14 – Sinais do modelo de cruzamento de médias móveis em MQL5	29
Figura 15 – Exemplo de Operações com MACD	30
Figura 16 – Sinais do modelo de cruzamento do MACD em MQL5	30
Figura 17 – Exemplo de Operações com Estocástico	31
Figura 18 – Sinais do modelo de rompimento do estocástico em MQL5	31
Figura 19 – Exemplo de Operações com Bandas de Bollinger	32
Figura 20 – Sinais do modelo do FFFD em MQL5	32
Figura 21 – Operações realizadas com o modelo de cruzamento de média móveis	34
Figura 22 – Rentabilidade do modelo de cruzamento de média móveis	35
Figura 23 – Operações realizadas no modelo de cruzamento do MACD	36
Figura 24 – Rentabilidade do modelo de cruzamento do MACD	37
Figura 25 – Operações realizadas com o modelo de rompimento do estocástico	38
Figura 26 – Rentabilidade com o modelo do rompimento do estocástico	39
Figura 27 – Operações realizadas com o modelo FFFD	40
Figura 28 – Rentabilidade do modelo FFFD	41

Lista de tabelas

Tabela 1 – Resultados do modelo de cruzamento de média móveis.	34
Tabela 2 – Médias dos resultados do modelo de cruzamento de média móveis.	35
Tabela 3 – Resultados do modelo de cruzamento do MACD.	36
Tabela 4 – Médias dos resultados do modelo de cruzamento do MACD.	37
Tabela 5 – Resultados do modelo de rompimento do estocástico.	38
Tabela 6 – Médias dos resultados do modelo de rompimento do estocástico.	39
Tabela 7 – Resultados do modelo Fechou Fora Fechou Dentro.	40
Tabela 8 – Médias dos resultados do modelo FFFD.	40
Tabela 9 – Comparação dos resultados.	41

Lista de abreviaturas e siglas

B3	Brasil, Bolsa, Balcão
CVM	Comissão de Valores Mobiliário
FFFD	Fechou Fora Fechou Dentro
IBOV	Índice Bovespa
MACD	Convergência-Divergência da Média Móvel
MMA	Média Móvel Aritmética
MMP	Média Móvel Ponderada
MME	Média Móvel Exponencial
MQL5	<i>MetaQuotes 5</i>
RSI	Índice de força relativa

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Motivação	12
1.2	Objetivos	13
1.3	Organização do trabalho	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Análise Técnica	14
2.1.1	Teoria de Dow	14
2.1.2	<i>Candlestick</i>	16
2.1.3	Gráficos de <i>Candlestick</i>	17
2.2	Indicadores Técnicos	18
2.2.1	Rastreadores de Tendência	18
2.2.1.1	Médias Móveis	18
2.2.1.2	Convergência-Divergência da Média Móvel (MACD)	20
2.2.2	Osciladores	21
2.2.2.1	Indicador Estocástico	22
2.2.2.2	Bandas de Bollinger	23
2.3	Índice Bovespa	24
2.4	MetaTrader 5	24
2.5	Trabalhos correlatos	25
3	DESENVOLVIMENTO	27
3.1	<i>MetaEditor</i>	27
3.2	<i>Strategy Tester</i>	27
3.3	Tipos de operações	27
3.4	Execuções das operações	27
3.5	Modelos Operacionais	28
3.5.1	Cruzamento de Médias Móveis	28
3.5.2	Cruzamento do MACD	29
3.5.3	Rompimento do Estocástico	30
3.5.4	Fechou Fora Fechou Dentro	31
3.6	Análise dos modelos operacionais	33
4	RESULTADOS	34
5	CONCLUSÃO	42

REFERÊNCIAS	43
--------------------------	-----------

1 Introdução

Análise técnica (AT) é a ciência que estuda o histórico comportamental dos negócios feitos entre participantes do mercado financeiro a fim de determinar possíveis comportamentos no futuro. O comportamento coletivo cria os padrões de preços no presente a partir da expectativa futura dos participantes do mercado (PLESSIS, 2020).

A análise técnica praticada atualmente teve seu início no final do século XIX, quando o americano Charles H. Dow criou o índice *Dow-Jones* para servir como indicador da tendência geral das ações americanas (NORONHA, 2009). Mesmo existindo há mais de cem anos, essa ciência se popularizou no final do século XX devido aos eventos do IBM PC e do *software* de AT. O surgimento de computadores pessoais contribuiu para a popularização da AT no mercado. Desde o surgimento até os dias atuais a AT vem sendo um dos meios de tomada de decisões em operações na bolsa de valores (PLESSIS, 2020).

Quando o assunto é tomada de decisões de operações financeiras existem duas grandes escolas: Escola da Análise Fundamentalista e a Escola da Análise Técnica. Atualmente é comum ver os defensores dessas escolas discutindo para saber qual é o melhor meio para tomar suas decisões. O mercado se move de acordo com a expectativa futura e as pessoas que seguem a análise fundamentalista tomam suas decisões a partir de fatos que já ocorreram, pois essa análise é feita através de dados publicados nos balanços das empresas. Esse embate entre pessoas com pensamentos diferentes fazem a bolsa de valores, porque para um negócio ocorrer, é necessário que tenha duas pessoas interessadas, uma compradora e outra vendedora. A bolsa de valores não existiria se todos seus participantes pensassem e agissem da mesma forma (GRANVILLE, 1987).

Atualmente, o Brasil possui apenas uma bolsa de valores, a B3. Os ativos financeiros listados na B3 são negociados de forma eletrônica através das corretoras de valores — empresas que fazem a intermediação entre as pessoas e a bolsa de valores. Para que não tenha fraude ou manipulação, a B3 e as corretoras são fiscalizadas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), órgão regulador vinculado ao Ministério da Economia (CVM, 2021).

A quantidade de pessoas que usaram a B3 para fazer operações cresceu seis vezes nos últimos dez anos, sendo que de maio de 2019 a outubro de 2020, o número de participantes saiu de 1 milhão para quase 3,2 milhões. Segundo a pesquisa, a maioria dos participantes começou a fazer suas operações com o interesse de aprender o funcionamento de outras modalidades de rentabilização de capital. Dois fatores importantes para esse interesse foi a queda na taxa de juros e o fácil acesso à informação (B3, 2020).

A negociação de ativos financeiros presentes na bolsa de valores são divididos

em duas filosofias diferentes: Especulação e Investimento. Porém, as duas possuem a rentabilização de capital como objetivo. A rentabilidade de capital dos especuladores vem do resultado da soma de seus negócios no curto e médio prazo, já a rentabilidade dos investidores provém de negócios visando o longo prazo. Na visão popular ser investidor é mais seguro, pois se trata de uma filosofia visando o longo prazo. Porém, isso não anula a possibilidade de ter um rendimento negativo. Independente da filosofia operacional, um negócio sempre será uma operação (GUNTHER, 2005).

A possibilidade de uma operação ter rendimento negativo é dada pelo fato de não controlarmos o comportamento dos participantes do mercado. Segundo Gunther (2005), o comportamento do ser humano não é previsível e não existe ninguém capaz de prever eventos humanos. A incerteza é a realidade do mercado que muitos ignoram. Antes de abrir suas operações, alguns operadores buscam uma “certeza”, pois não compreendem o conceito sobre os processos aleatórios que estão ligados à rentabilidade de capital. Não possuir noções básicas de probabilidade e aleatoriedade é uma deficiência de pessoas que realizam operações em bolsa de valores (ELDER, 2004).

Portanto, podemos perceber que a popularização de operações em bolsa de valores no país teve um grande aumento na última década. Como consequência, as pessoas começam a operar sem ter conhecimentos básicos para realizar qualquer operação em bolsa de valores.

1.1 Motivação

A análise técnica usa gráficos como principal ferramenta para tomada de decisões, os gráficos mais usados são os de Barras, de Linha, de Ponto-Figura e os de Velas — esse último é chamado popularmente como gráfico de *candlesticks*. Os gráficos são utilizados para analisar padrões de preço que ocorreram no passado com a finalidade de identificar possíveis comportamentos no presente (NORONHA, 2009). Esses padrões são feitos pelo comportamento humano e são resultados da emoção coletiva que oscila entre o medo e ganância. Através dos gráficos é possível identificar qual é a emoção coletiva predominante em um intervalo de tempo (BIGALOW, 2001).

O medo e a ganância das pessoas geram padrões gráficos, portanto ao identificar padrões no gráfico é possível rentabilizar o capital usando as emoções coletivas. Para que isso seja possível é necessário manter o lado racional para seguir religiosamente a estratégia preestabelecida a fim de evitar que a emoção coletiva influencie na tomada de decisão. Esse é o motivo pelo qual o controle emocional na tomada de decisão é essencial. A razão e as emoções criam uma grande divergência na tomada de decisão, seja por análise técnica ou fundamentalista (BIGALOW, 2001).

A motivação desse trabalho é contornar o conflito entre a razão e as emoções na

tomada de decisão. Para que isso seja possível será usado uma plataforma operacional que possibilita, a partir de regras preestabelecidas, a automatização da tomada de decisão. Basicamente uma plataforma operacional é o *software* que representa o preço em forma de gráfico possibilitando os analistas técnicos tomarem suas decisões. Um *software* que possui essa funcionabilidade é o *MetaTrader 5*, uma plataforma que permite o desenvolvimento de algoritmos operacionais através do *Expert Advisor*. Para fazer a programação dos algoritmos no *MetaTrader 5* é utilizado a linguagem *MetaQuotes 5* (MQL5), baseada na linguagem de programação C++ (METAQUOTES, 2021b).

1.2 Objetivos

Para Bigalow (2001), a maioria das pessoas comete os mesmos erros operacionais porque tomam suas decisões usando suas emoções e não a razão. A fim de contornar esse problema, este trabalho tem como objetivos gerais automatizar a tomada de decisão em operações na bolsa de valores e analisar os resultados gerados por essas operações. Apresentado os objetivos gerais pode-se estabelecer os objetivos específicos como:

- Desenvolver algoritmos na linguagem MQL5 que possam automatizar as tomadas de decisão.
- Testar os algoritmos na plataforma *MetaTrader 5* com o ativo Índice Bovespa no período entre Jan/19 e Dez/19.
- Coletar os dados gerados pelos testes a partir dos relatórios disponibilizados no *MetaTrader 5*.
- Analisar os dados sobre o desempenho dos algoritmos.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico e alguns trabalhos relacionados; O Capítulo 3 mostra as ferramentas utilizadas e a lógica dos algoritmos operacionais; No Capítulo 4 são apresentados os resultados gerados pelos algoritmos; por fim no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais relacionadas ao trabalho, que inclui a conclusão e as possibilidades de trabalhos futuros que possam aprimorar os algoritmos propostos.

2 Referencial Teórico

2.1 Análise Técnica

Noronha (2009) define análise técnica como a ciência que busca identificar padrões de preço, através de registros gráficos, a fim de projetar possíveis movimentos de preço no futuro. O fato dos padrões se repetirem vem da natureza humana em seguir tendências. As pessoas fazem a tendência do mercado, conseqüentemente, dependendo da expectativa da maioria o preço pode subir ou cair. Portanto, o estudo da análise técnica através de registros gráficos é o estudo do comportamento humano (PLESSIS, 2020).

2.1.1 Teoria de Dow

Os conceitos da Análise Técnica aplicados atualmente foram criados no final do século XIX, por Charles H. Dow, através de uma série de artigos publicados originalmente no *The Wall Street Journal*. Com o objetivo de ter uma referência sobre a tendência geral dos preços, Charles H. Dow junto com Edward Jones criaram alguns índices que representam o preço médio das ações americanas. A criação desses índices possibilitou que Dow identificasse padrões específicos de como o preço se comportava, dando origem a princípios. Após a morte de Dow, William P. Hamilton, editor do *The Wall Street Journal*, continuou escrevendo sobre os princípios e os nomeou como a Teoria de Dow (EDWARDS, 2007). A Teoria de Dow consiste em oito princípios, que segundo Noronha (2009) são:

- **Princípio I - Os Índices Descontam tudo:** Eventos externos influenciam a expectativa futura das pessoas, afetando a oferta e a demanda dos ativos, que por sua vez é refletida nos preços desses ativos.
- **Princípio II - O preço se movimenta em três tendências:**
 - **Tendência Primária:** São movimentos longos que duram geralmente um ano ou mais e resultam em grandes valorizações ou desvalorizações dos ativos.
 - **Tendência Secundária:** Normalmente esse tipo de tendência dura de três semanas a alguns meses. Podem ser interrupções na direção oposta da Tendência Primária. Essas interrupções são chamadas de correções de tendência.
 - **Tendência Terciária:** Movimentos curtos que duram de seis dias a três semanas e que o conjunto delas formam as Tendências Secundárias.

A Figura 1 é uma representação gráfica das três tendências.

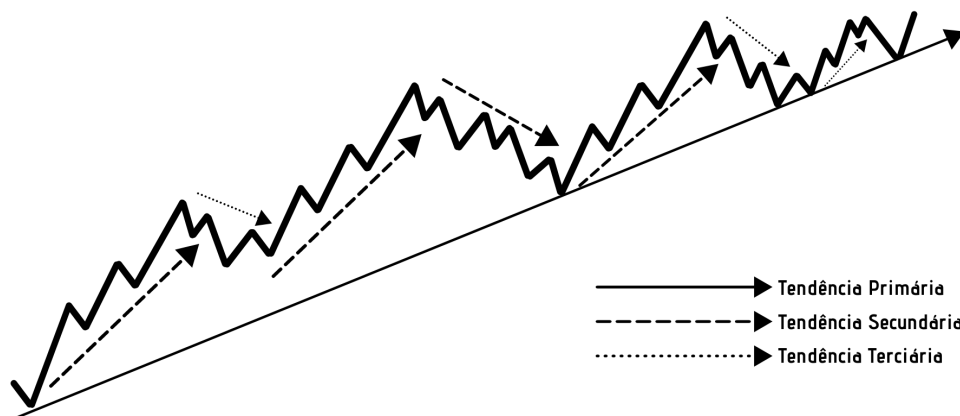


Figura 1 – Tendências dos preços.

• **Princípio III - As Tendências Primárias possuem três fases:**

– **Fases das Tendência Primária de Alta:**

1. **Acumulação:** Apesar da maioria das pessoas estarem angustiadas com o mercado de ações, algumas possuem a expectativa que a situação melhorará e começam a acumular ações comprando de pessoas desanimadas com o mercado.
2. **Avanço:** Com a escassez de oferta e o aumento da demanda, o preço das ações começam a subir. Esta é a fase que surgem os sinais técnicos.
3. **Euforia:** O avanço crescente dos preços das ações fazem as notícias financeiras parecerem favoráveis e o “público” em geral começa a comprar.

– **Fases das Tendência Primária de Baixa:**

1. **Distribuição:** Esta fase é caracterizada pela desaceleração da alta dos preços, pois acontece logo após da terceira fase da Tendência Primária de Alta. Nesta fase algumas pessoas acreditam que os preços estão altos demais e começam a vender suas ações para o “público” que começou a comprar no final da Tendência Primária de Alta.
2. **Pânico:** Com a desaceleração da alta dos preços surge a escassez da demanda, isso faz os preços das ações caírem. Com a queda generalizada dos preços, o “público” entra em pânico e vende suas ações.
3. **Desânimo:** As pessoas que mantiveram suas ações durante o Pânico ou que compraram durante achando que estavam muito baratas, começam a vender, pois as notícias são muito desanimadoras. A Tendência Primária de Baixa termina quando o mercado desconta todos fatos ruins que podem ser esperados.

As três fases das duas Tendências Primárias formam um ciclo de mercado, assim como é mostrado na Figura 2.

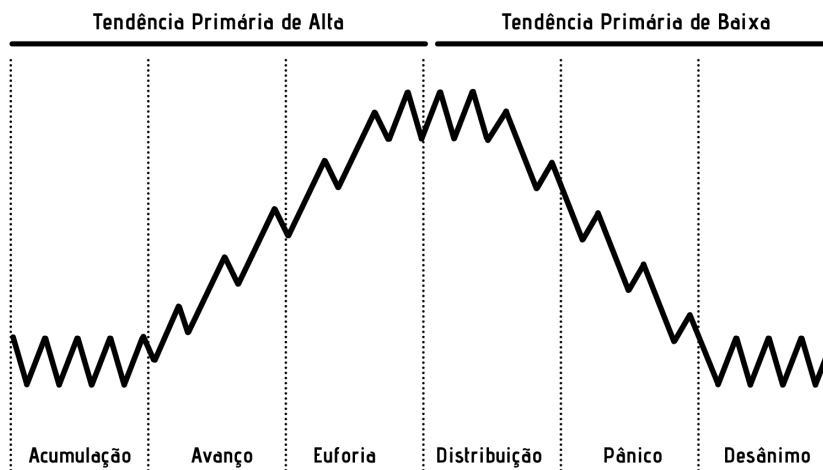


Figura 2 – Fases da Tendência Primária.

- **Princípio IV - Princípio da confirmação:** A tendência geral das ações deve ser confirmada pelo menos por dois índices.
- **Princípio V - O volume acompanha a tendência:** O volume dos negócios tende a se expandir, a medida em que os preços se movem a favor da tendência Primária predominante. Assim, em uma Tendência Primária de alta, movimentos de alta possuem mais volume do que as correções. Já em uma Tendência Primária de Baixa movimentos de baixa possuem mais volume do que as correções.
- **Princípio VI - Movimentos laterais podem substituir as Tendências Secundárias:** Movimentos laterais significam o equilíbrio entre as forças de oferta e demanda pelos ativos, podendo substituir a tendência Secundária.
- **Princípio VII - Análises são feitas a partir do preço de fechamento:** Os preços utilizados para análises, são os preços de fechamento, por exemplo, o último negócio feito no dia.
- **Princípio VIII - Toda tendência é válida até ser revertida:** Uma tendência de alta é caracterizada por topos e fundos ascendentes, enquanto a tendência de baixa é caracterizada por topos e fundos descendentes. A reversão de tendência ocorre a partir do momento que o preço falha em seguir esses padrões. A Figura 3 mostra como é a característica de uma reversão de tendência.

2.1.2 *Candlestick*

Segundo Noronha (2009), os *candlesticks* foram criados no Japão em meados do século XVIII por Munehisa Homma, para a negociação de arroz na bolsa de Sakata. O *candlestick* é uma estrutura que possui os dados de preço de abertura, de fechamento e os preços máximo e mínimo atingidos durante um período de negociação, que pode variar de

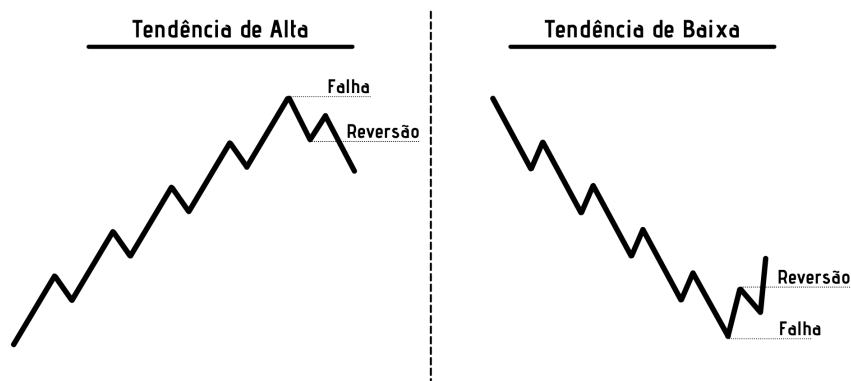


Figura 3 – Reversão de Tendência.

um minuto a um ano. A diferença entre os preços de abertura e de fechamento é chamado de corpo, que pode variar de cor dependendo das posições de abertura e de fechamento do *candlestick*. Se a abertura for maior que o fechamento o corpo é preto, porém, se a abertura for menor que o fechamento o corpo é branco. As linhas que estão fora do corpo representam as extremidades do movimento de preço durante um período de negociação e são chamadas de sombras, a sombra de cima é chamada de sombra superior e a de baixo de sombra inferior (BIGALOW, 2001). A Figura 4 exemplifica como é a formação dos *candlesticks*.

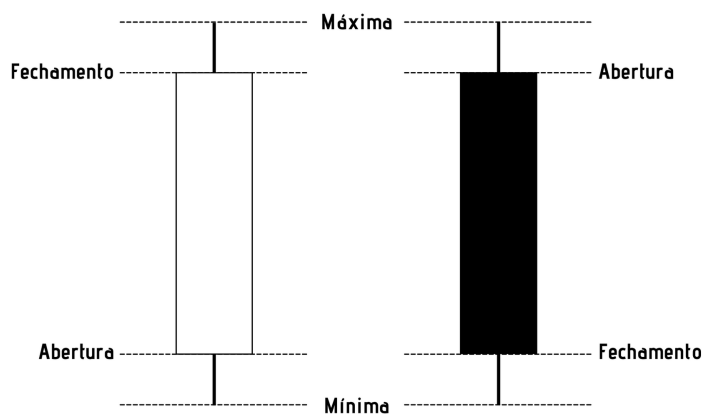


Figura 4 – Formação do Candlestick.

2.1.3 Gráficos de *Candlestick*

Para Bigalow (2001), a análise de gráficos de *candlesticks* é uma das mais eficazes na tomada de decisão no campo da análise técnica, pois com eles a mudança de comportamento coletivo fica mais evidente. Usando os *candlesticks* é possível analisar a probabilidade dos sinais que antecedem os movimentos de preço causados pelo comportamento coletivo.

O gráfico de *candlestick* é formado a partir da sequência de *candlesticks* do mesmo período, por exemplo, um gráfico diário é formado pela sequência de *candlesticks* do período de um dia. O gráfico define se o ativo está subindo ou caindo, o ativo sobe quando o preço de fechamento do dia atual é maior que o fechamento do período anterior, e cai quando o preço de fechamento é menor que o fechamento do dia anterior. A Figura 5 mostra a construção de gráfico de *candlestick*.

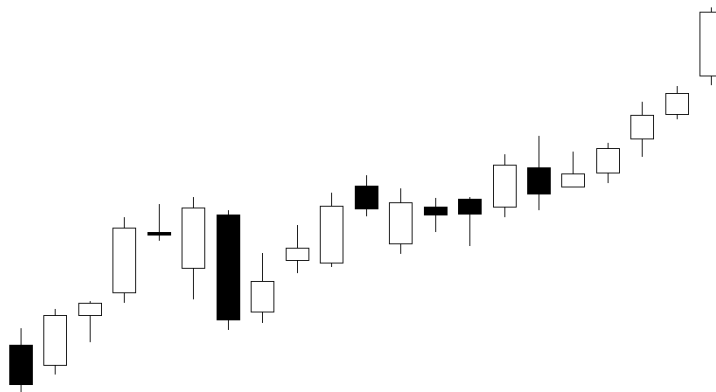


Figura 5 – Gráfico de *Candlestick* (fonte: [METATRADER](#)).

2.2 Indicadores Técnicos

Com a popularização de computadores para o uso pessoal no final do século XX, analistas técnicos começaram a desenvolver os indicadores baseados em cálculos matemáticos e estatísticos. O desenvolvimento dos indicadores técnicos facilitou o reconhecimento das tendências dos preços, pois eles fornecem uma visão mais profunda sobre o equilíbrio entre as forças de oferta e demanda. Os indicadores são divididos em dois grupos: rastreadores de tendência e osciladores. Os rastreadores de tendência funcionam melhor quando o preço está em tendência, já os osciladores são melhores quando o preço está oscilando em uma faixa de preço (NORONHA, 2009).

2.2.1 Rastreadores de Tendência

2.2.1.1 Médias Móveis

Richard Donchain, analista da *Merrill Lynch*, e o engenheiro J. M. Hurst, foram os pioneiros na utilização das médias móveis como ferramenta auxiliar na análise do mercado. Com sua fácil utilização, a média móvel se tornou um dos indicadores mais populares entre os analistas técnicos, formando a base da maioria dos sistemas operacionais rastreadores de tendência. A média móvel é calculada a partir de um dos dados do *candlestick* — abertura, máxima, mínima, fechamento. Por exemplo, uma média móvel de 20 períodos pode ser calculada a partir do preço de fechamento dos últimos 20 *candlesticks*. Deste

modo, o valor da média no período atual é a média do preço de fechamento dos últimos 20 *candlesticks* (NORONHA, 2009).

O objetivo de uma média móvel é rastrear a tendência dos preços em um determinado período. Por ser calculada a partir de dados do passado, a média móvel possui uma pequena defasagem quando os preços estão em tendência, esse é o motivo pelo qual este indicador é classificado como rastreador de tendência. A característica principal de uma média móvel é fazer com que o movimento do gráfico de preço fique suavizado, melhorando a identificação da tendência atual dos preços.

As médias móveis são classificadas em três tipos: Aritmética ou Simples, Geométrica ou Ponderada e Exponencial. Essas médias estão representadas, respectivamente, pelas Figuras 6, 7, 8 e suas equações são:

- Média Móvel Aritmética:

$$MMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (2.1)$$

Onde P_i é o preço de fechamento e n é o número de períodos.

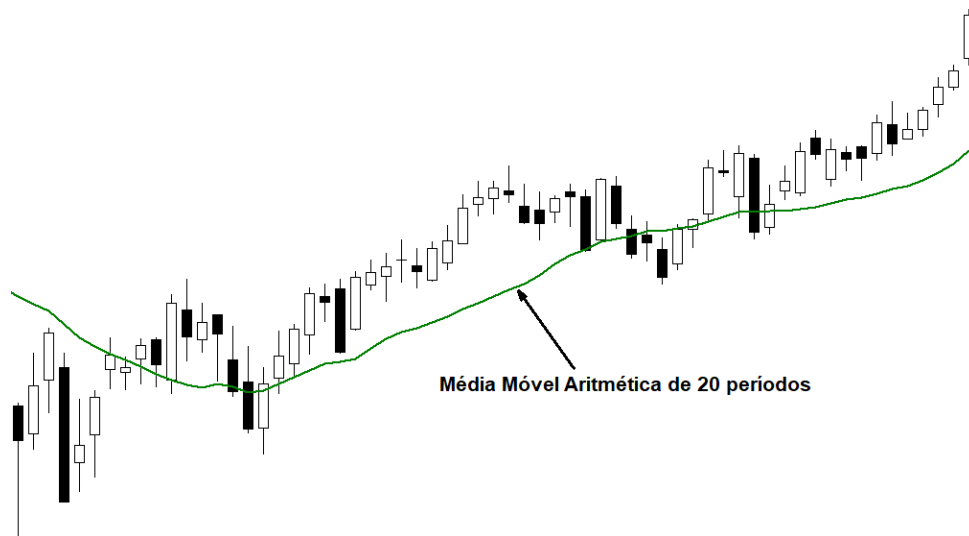


Figura 6 – Média Móvel Aritmética (fonte: METATRATER).

- Média Móvel Ponderada:

$$MMP = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (2.2)$$

Onde P_i é o preço de fechamento, x_i é a ponderação em cada fechamento e n é o número de períodos. A ponderação x_i é feita de trás para frente, dando mais peso para os fechamentos atuais.

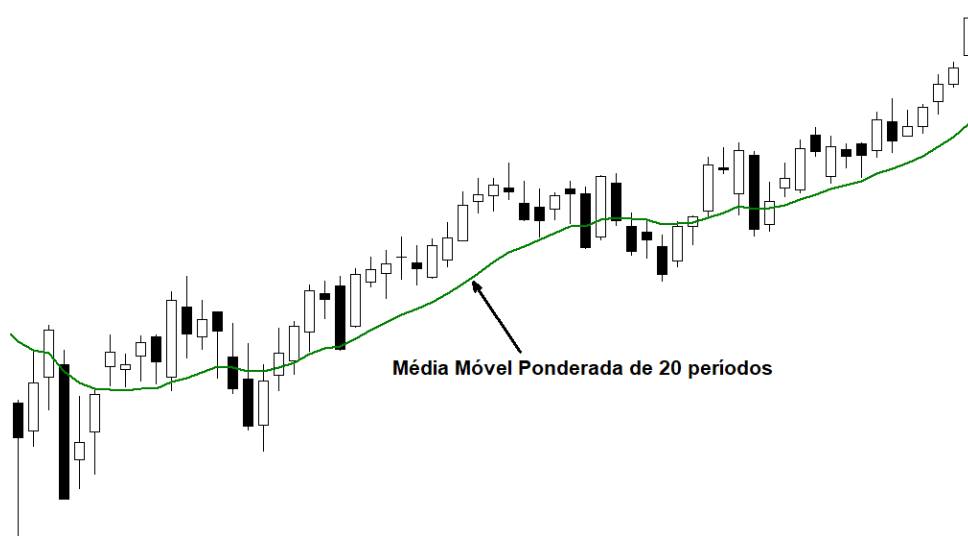


Figura 7 – Média Móvel Ponderada (fonte: [METATRATER](#)).

- Média Móvel Exponencial:

$$MME = P_{hoje} \cdot k + MME_{ontem} \cdot (1 - k) \quad (2.3)$$

Onde $k = \frac{2}{n+1}$, n é o número de períodos, P_{hoje} é o preço de fechamento atual e MME_{ontem} é a MME do período anterior.

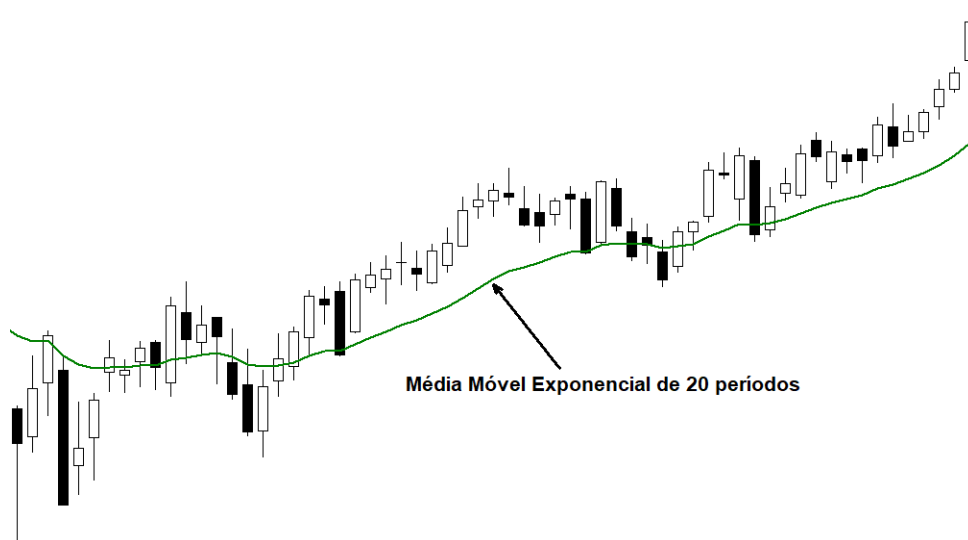


Figura 8 – Média Móvel Exponencial (fonte: [METATRATER](#)).

2.2.1.2 Convergência-Divergência da Média Móvel (MACD)

Criado em 1979 por Gerald Appel, analista e administrador de recursos em Nova York, o MACD é um indicador de rastreamento de tendência baseado na construção de três médias móveis exponenciais. Originalmente o MACD é constituído por duas linhas:

a Linha do MACD e a Linha do Sinal. A Linha do MACD é formada por duas médias móveis exponenciais, ela corresponde às mudanças de preço rápidas. A Linha do Sinal é formada por uma média móvel exponencial a partir da Linha do MACD, ela corresponde às mudanças de preço mais lentas. A Figura 9 mostra a construção do indicador MACD no gráfico. O cálculo do indicador é feito a partir dos seguintes passos, segundo [Noronha \(2009\)](#):

1. Calcule a MME de 12 períodos dos preços de fechamento.
2. Calcule a MME de 26 períodos dos preços de fechamento.
3. Subtraia a MME de 26 períodos da MME de 12 períodos. A linha resultante será a Linha do MACD.
4. Calcule a MME de 9 períodos da Linha do MACD. A linha resultante será a Linha do sinal.



Figura 9 – Exemplo do indicador MACD (fonte: [METATRATER](#)).

2.2.2 Osciladores

Estes indicadores são utilizados quando o ativo estiver oscilando em um intervalo de preço. Esta oscilação em determinada faixa de preço é a consequência do equilíbrio entre as forças de oferta e demanda. Neste cenário, indicadores rastreadores de tendência tendem a não ser eficientes, pois não existe tendência de preço. Por isso que, nesta situação os osciladores possuem melhor performance em relação aos rastreadores de tendência. Osciladores indicam se o ativo está sobrecomprado ou sobrevendido. Quando um oscilador indica que o ativo está sobrecomprado ou sobrevendido significa que, respectivamente, um nível muito alto ou muito baixo foi alcançado em relação aos preços registrados anteriormente ([NORONHA, 2009](#)).

2.2.2.1 Indicador Estocástico

Desenvolvido por George Lane em meados do século XX, o estocástico é um indicador baseado na relação entre os dados de preço de fechamento, máxima e mínima do *candlestick*. A medida que os ativo sobe, o preço de fechamento de cada *candlestick* tende a ficar mais próximo da máxima, e a medida que o ativo desce, o preço de fechamento tende se aproximar das mínimas. Este indicador é baseado, caso o ativo estiver em alta, na diferença entre os preços de fechamentos e as máximas atingidas em um determinado período. Se o ativo estiver em queda, é observada a diferença entre os preços de fechamento e as mínimas de um determinado período (BIGALOW, 2001). O estocástico consiste em duas linhas que rastreiam a relação entre o preço de fechamento e as máximas ou as mínimas, dependendo da tendência. A primeira linha é chamada de Estocástico Bruto ou $\%K$, é obtida usando a seguinte equação:

$$\%K = \frac{F_h - MI_n}{MA_n - MI_n} \cdot 100 \quad (2.4)$$

Onde F_h é o fechamento atual, n é o período de tempo selecionado, que geralmente é o intervalo de 5 *candlestick*, MA_n é a máxima atingida no período e MI_n é a mínima atingida no período de tempo selecionado.

A segunda linha denominada $\%D$ é uma Média Móvel Aritmética de três períodos da linha $\%K$.

$$\%D = \frac{\sum_{i=1}^3 \%K_i}{3} \quad (2.5)$$

Existem duas formas de calcular o indicador estocástico: a rápida e a lenta. A forma rápida consiste nas duas linhas, $\%K$ e $\%D$, traçadas no mesmo gráfico. Esta versão é muito sensível a mudanças de direções do preço, por isso muitos analistas técnicos utilizam a versão lenta do indicador, pois ela evita pequenas mudanças de direção. O cálculo da versão lenta usa a linha $\%D$ como o $\%K$ e uma média móvel de 3 períodos deste novo $\%K$ passa a ser o novo $\%D$ (NORONHA, 2009).

Por ser um indicador do grupo de osciladores, a variação das linhas do indicador estocástico ocorre no intervalo de 0 a 100. Dentro desse intervalo é representado através de duas linhas horizontais os níveis de mercado sobrecomprado e sobrevendido. Geralmente essas linhas são traçadas nos níveis 20 e 80, quando as duas linhas do indicador estão nesses níveis significa que o mercado está sobrecomprado ou sobrevendido, dependendo do caso. A representação gráfica desse indicador é mostrada na Figura 10.

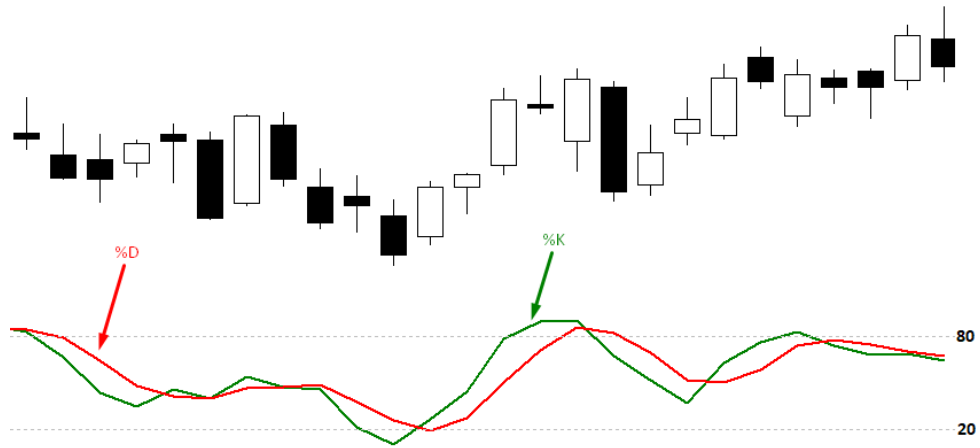


Figura 10 – Indicador Estocástico (fonte: METATRATER).

2.2.2.2 Bandas de Bollinger

Desenvolvida em 1983 por Jonh Bollinger, as Bandas de Bollinger tem como objetivo principal indicar se os preços estão relativamente muito altos ou muito baixos em relação aos registros anteriores.

As Bandas de Bollinger são formadas graficamente por três linhas. A linha central é representada por uma Média Móvel Aritmética de 20 períodos, as linhas superior e inferior, que formam as bandas, são o desvio padrão positivo e negativo de dois períodos a partir da média móvel de 20 períodos. A representação gráfica desse indicador é mostrada na Figura 11 e suas equações são:

- Linha central:

$$L_{central} = MMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (2.6)$$

Onde P é o preço de fechamento e n é o número de períodos.

- Linha superior:

$$L_{superior} = MMA + K \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - MMA)^2}{n}} \quad (2.7)$$

Onde K é o valor do desvio padrão acima da linha central e x_i representa o conjunto de dados históricos.

- Linha inferior:

$$L_{inferior} = MMA - K \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - MMA)^2}{n}} \quad (2.8)$$

Onde $-K$ é o valor do desvio padrão abaixo da linha central.

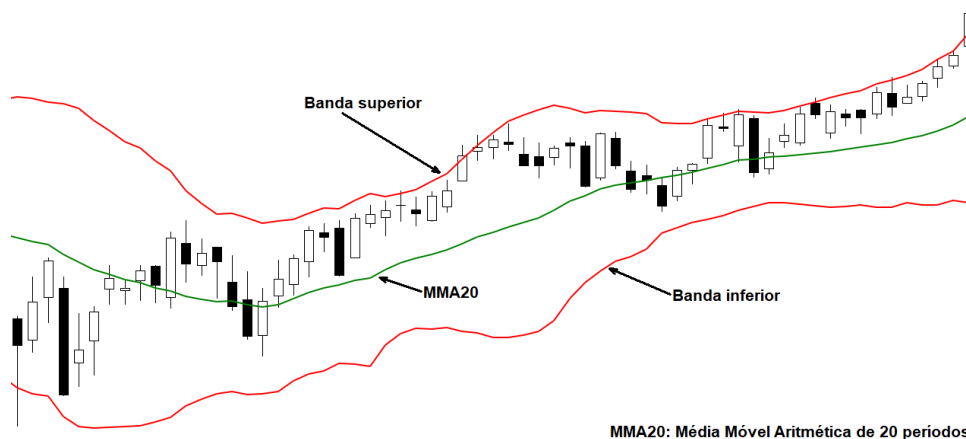


Figura 11 – Bandas de Bollinger (fonte: [METATRADER](#)).

2.3 Índice Bovespa

O Índice Bovespa (IBOV) é o principal índice da bolsa de valores brasileira, pois ele é composto pelas ações mais negociadas na bolsa de valores. O cálculo do IBOV é feito a partir da média ponderada dessas ações e o peso de cada ação é atribuído pelo valor de mercado das empresas negociadas (B3, 2020).

Uma das maneiras de negociar o IBOV é através de contratos no mercado futuro. O contrato futuro possibilita que as pessoas presentes no mercado negocie a partir das suas expectativas futuras do mercado de ações sem precisar negociar todas as ações que compõem o IBOV. A negociação do IBOV no mercado futuro é feita através de contratos e a variação é estabelecida em pontos. Cada ponto do índice equivale a R\$ 0,20, porém como a sua variação mínima é de 5 pontos, o movimento mínimo do índice é equivalente a R\$ 1,00. No mercado futuro existem dois tipos de contratos para negociar o índice, o contrato cheio e o minicontrato. O contrato cheio é mais negociado por instituições como bancos e fundos de investimentos, enquanto o minicontrato é mais negociado por pessoas físicas. A diferença entre esses dois tipos de contratos está no volume de negociação, pois o volume mínimo do contrato cheio equivale a 25 contratos do minicontrato, isso faz com que a variação mínima de 5 pontos seja R\$ 25,00. Já o volume mínimo do minicontrato é 1 contrato que equivale a R\$ 1,00 por 5 pontos.

2.4 MetaTrader 5

Desenvolvido pela empresa *MetaQuotes* e lançado em 2010, o *software MetaTrader 5* foi considerado um marco na história da empresa pela sua capacidade de oferecer negociações para quase todas corretoras de valores e mercado financeiros ao redor do mundo (METAQUOTES, 2021a).

Softwares de negociações de ativos, como o *MetaTrader 5*, são disponibilizados para o público através das corretoras de valores. O *MetaTrader 5*, assim como qualquer outra plataforma de negociação, possui a funcionalidade de fazer a plotagem de gráficos e indicadores técnicos em tempo real, permitindo a análise e o envio de ordens de compra e venda. A Figura 12 representa a interface do *MetaTrader 5*.

Outra funcionalidade desse *software* que chama atenção é o *Expert Advisors*, que permite o usuário fazer *backtests* — testar uma estratégia com dados passados — e automatizar estratégias operacionais através dos registros de preço. Estratégias operacionais são algoritmos de compra ou venda, que geralmente são programados a partir de indicadores técnicos. No *MetaTrader 5* a programação desses algoritmos é feita em MQL5, linguagem própria do *software*.

No mesmo ano de lançamento do *MetaTrader 5*, houve a criação de uma comunidade que reúne desenvolvedores de algoritmos em MQL5. Hoje a comunidade oferece serviços como a compra, venda e aluguel de algoritmos, além de uma base de artigos da linguagem ([METAQUOTES, 2021a](#)). A Figura 12 representa a interface do *MetaTrader 5*.

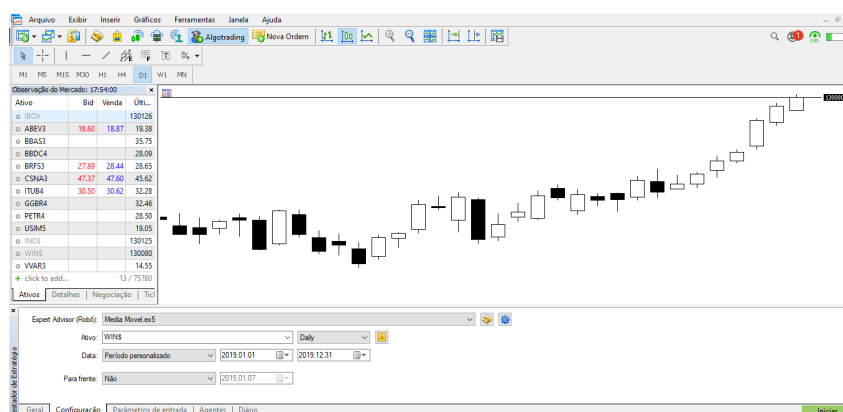


Figura 12 – Interface do *MetaTrader 5* (fonte: [METATRATER](#)).

2.5 Trabalhos correlatos

No mercado financeiro existem muitas variáveis que podem ser diferentes durante um período de teste. Isso faz com que seja possível explorar outras configurações de tomadas de decisão no mesmo período ou até mesmo uma configuração igual, mas em períodos diferentes. A diferença deste estudo com os estudos apresentados nesta seção será o tipo de indicadores e o período de testes, serão testados outros tipos de indicadores além dos indicadores descritos nesses estudos.

A fim de analisar a rentabilidade de um operacional baseado no indicador técnico Bandas de Bollinger, Gil Carneiro de Melo Neto em ([NETO, 2018](#)), entre setembro de

2016 e maio de 2018, realiza o estudo de uma estratégia operacional no Índice Bovespa que utiliza a configuração de uma média móvel de 20 períodos com o desvio padrão de 2 para as bandas. A simulação da estratégia operacional durante o período teve como resultado um lucro de 24,04% contra a valorização de 51,56% do Índice Bovespa.

O mesmo indicador, Banda de Bollinger, foi utilizado no trabalho (BARBACOV, 2019). Neste estudo, o autor fez a seleção dos 100 ativos que movimentaram um maior volume de capital em 2017. Após a seleção dos ativos foi realizado testes no período de 2017 e 2018 com combinação entre as médias móveis de 20, 30 e 40 períodos com os desvios padrões de 1, 2 e 3. A combinação que teve maior rentabilidade durante os dois anos foi a média móvel de 20 períodos com o desvio padrão de 3 para as bandas. Após a fase de testes o autor realizou o a simulação no período de 01/01/2019 até 18/11/2019 e obteve o lucro de 14,49%. Nesse período o Índice Bovespa teve uma rentabilidade de 24,41%

Em (CHAVES, 2017), o autor fez análise dos indicadores Bandas de Bollinger e MACD em ações que compunham o Índice Bovespa no ano de 2016. Durante esse período o indicador MACD em sua configuração original de três médias móveis exponenciais de 9, 12 e 26 períodos, teve o rendimento de -1,66%. Diferentemente do resultado do indicador MACD, o indicador Bandas de Bollinger teve o rendimento de 41,49% com a configuração padrão de uma média móvel de 20 períodos com o desvio padrão de 2 para as bandas. Durante o período desse estudo o Índice Bovespa teve uma rentabilidade de 38,93%

No artigo (SILVA et al., 2019) foi feita uma simulação pelo *MetaTrader 5* no mercado de cambial *Forex* com o ativo EUR/USD entre 01/01/2000 e 18/04/2018. O estudo avaliou o desempenho de um operacional baseado no indicador RSI (Índice de força relativa) para o período diário, de uma hora e de 30 minutos. No período diário o indicador realizou 520 operações com uma taxa de acerto de 42,3%, no período de uma hora foram 2118 operações com a taxa de acerto de 50,90%, para o período de 30 minutos foram 2443 operações, sendo 51,74% a taxa de acerto. A plataforma se mostrou eficiente e flexível, visto que foi analisado o mesmo ativo em diferentes períodos gráficos.

3 Desenvolvimento

3.1 *MetaEditor*

Para o desenvolvimento dos modelos operacionais propostos nesse trabalho foi utilizado a versão mais recente da ferramenta *MetaEditor*, um ambiente de desenvolvimento de estratégias de negociação automatizada integrado à plataforma *MetaTrader 5*. Com esta ferramenta foi possível realizar o desenvolvimento de indicadores técnicos e algoritmos de negociação. O *MetaEditor* foi projetado para trabalhar com os códigos fonte de programas que utilizam a linguagem MQL5. Esse fato foi decisivo para escolher a linguagem deste trabalho, pois a interação da ferramenta com a plataforma *MetaTrader 5* facilitou o desenvolvimento e os testes dos algoritmos.

3.2 *Strategy Tester*

Para testar os algoritmos desenvolvidos no *MetaEditor* foi utilizado o *Strategy Tester*, uma funcionalidade incluída *MetaTrader 5* que possibilitou fazer os testes e a avaliação dos algoritmos. Esta funcionalidade faz a interação entre o algoritmo com o histórico das cotações de ações. Isso permitiu realizar os testes com os algoritmos e ao final de cada teste o *Strategy Tester* gerou dois relatórios, um XML e o outro CSV, que possibilitaram extrair os dados das operações e da conta para fazer as avaliações.

3.3 Tipos de operações

As operações feitas no mercado financeiro são divididas em dois tipos, operações de compra e operações de venda. As operações de compra são mais populares entre as pessoas, pois é comum as pessoas associarem esse tipo de operação com a valorização dos seus ativos. Porém no mercado também é possível rentabilizar o capital com a desvalorização dos ativos. Isso só acontece por causa das operações de venda (BIGALOW, 2001). Isso permite rentabilizar o capital sem depender somente da valorização dos ativos. Com essa possibilidade foram utilizados esses tipos de operações nos testes realizados.

3.4 Execuções das operações

Para executar as operações foi utilizado um capital inicial fictício de R\$ 10.000,00 e um volume de 1 minicontrato do Índice Bovespa por operação. O período de execução dos algoritmos ocorreu durante o intervalo de Jan/19 a Dez/19. Para obter a rentabilidade

de cada modelo durante o período de execução foi feita a soma dos resultados de todas as operações.

3.5 Modelos Operacionais

Segundo [Noronha \(2009\)](#), um modelo operacional é o conjunto de regras usado para racionalizar a tomada de decisão. Quando o movimento do preço cumpre as regras preestabelecidas é gerado o sinal de compra ou de venda para abrir ou fechar uma operação. As regras de um modelo operacional podem ser desenvolvidas através de algoritmos com a função de automatizar a tomada de decisão.

Foram desenvolvidos quatro algoritmos baseados nos indicadores técnicos apresentados na seção 2.2, são eles: Cruzamento de Médias Móveis, Cruzamento do MACD, Rompimento do Estocástico e o Fechou Fora Fechou Dentro. O funcionamento desses algoritmos serão apresentados nas próximas seções.

3.5.1 Cruzamento de Médias Móveis

Este modelo operacional foi baseado no cruzamento de duas médias móveis. Para sinalizar compra ou venda, esse modelo depende da direção do cruzamento das médias móveis. A Figura 13 ilustra como é o funcionamento deste modelo operacional. Identificada pela linha verde na Figura 13, a média móvel aritmética de 50 períodos representa uma tendência longa e a linha vermelha, uma média móvel exponencial de 20 períodos, representa uma tendência curta. Foram escolhidos esses períodos para identificar as tendências de curto e médio prazo. Os períodos das médias foram escolhidos para O sinal de compra acontece quando a linha vermelha cruza a linha verde de baixo para cima, já o sinal de venda ocorre quando o cruzamento é feito de cima para baixo.

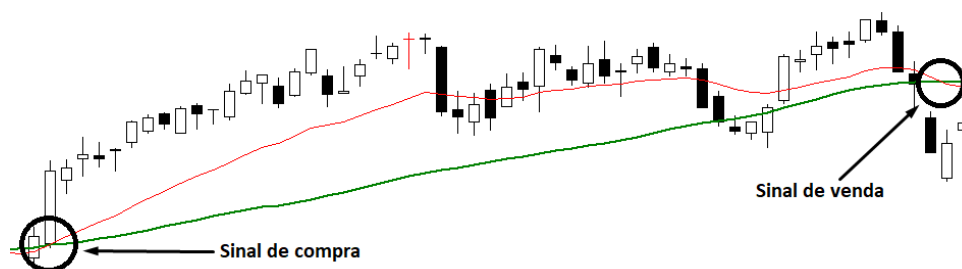


Figura 13 – Exemplo de Operações com médias móveis (fonte: [METATRADER](#)).

Para realizar o desenvolvimento do indicador foi usado a função `iMA()`, nativa da linguagem MQL5. Essa função retorna os valores da média móvel — aritmética, exponencial ou ponderada — do preço de fechamento e os armazenam em um `buffer` para que seja possível fazer a utilização e a visualização dos dados no gráfico. Após a construção

da média móvel aritmética de 50 períodos e da média móvel exponencial de 20 períodos foi necessário compara-las para identificar quando os sinais de compra ou de venda fossem gerados. Com a identificação dos sinais, as operações de compra ou de venda foram acionadas na abertura do *candlestick* seguinte.

A Figura 14 contém o trecho do código em MQL5 referente aos sinais gerados por esse modelo. As variáveis *mediaCurta* e *mediaLonga* são os *buffers* que correspondem respectivamente aos valores da média móvel exponencial de 20 períodos e da média móvel aritmética de 50 períodos. Os *buffers* utilizados nesse e nos outros códigos são uma estrutura de fila na qual a inserção de dados ocorre a partir da primeira posição. Isso foi feito para facilitar o desenvolvimento dos códigos, pois para fazer as comparações foi necessário armazenar somente os dados das três primeiras posições. Durante a execução o valor da primeira posição do *buffer* é variável, porque ainda não foi completado o período de um *candlestick*. Por esse motivo os códigos fizeram a comparação entre os valores da segunda com da terceira posição dos *buffers*.

```
89      //--- sinal de compra
90      if((mediaCurta[1] > mediaLonga[1]) && (mediaCurta[2] < mediaLonga[2]))
91      {
92          sinalCompra = true;
93      }
94
95      //--- sinal de venda
96      if((mediaCurta[1] < mediaLonga[1]) && (mediaCurta[2] > mediaLonga[2]))
97      {
98          sinalVenda = true;
99      }
```

Figura 14 – Sinais do modelo de cruzamento de médias móveis em MQL5.

3.5.2 Cruzamento do MACD

O modelo operacional do Cruzamento do MACD é semelhante ao modelo de Cruzamento de Médias Móveis, porém ao invés das médias móveis, ele foi feito com as linhas do indicador MACD. Nesse modelo, foram utilizados a subtração das médias móveis exponenciais de 12 e 26 períodos do preço de fechamento, para criação da Linha do MACD e a média móvel exponencial de 9 períodos da Linha do MACD, para criar a Linha do Sinal. Assim como o modelo de Cruzamento de médias, os sinais de compra e de venda são determinados a partir da direção do cruzamento dessas linhas. Os sinais de compra acontecem quando a Linha do MACD cruza a Linha do Sinal de baixo para cima, já os sinais de venda ocorrem quando a Linha do MACD cruza a Linha do Sinal de cima para baixo, da mesma forma que é exemplificado na Figura 15.

O desenvolvimento desse operacional utilizou a função *iMACD()*, nativa da linguagem MQL5, para construir o indicador MACD. Essa função faz o cálculos das médias do indicador e armazena o resultado em um *buffer* para que esses dados possam ser utilizados e mostrados no gráfico. A partir dos dados fornecidos pela função, foi feito a comparação

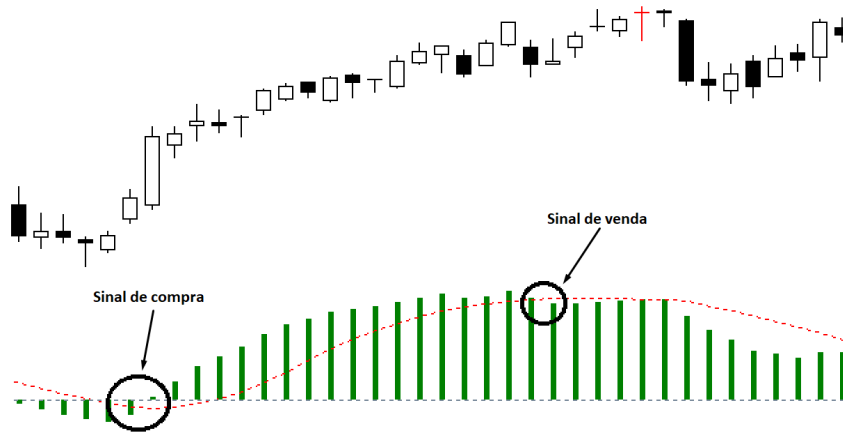


Figura 15 – Exemplo de Operações com MACD (fonte: [METATRADER](#)).

entre as linhas do indicador para identificar quando os sinais fossem gerados. Quando os sinais eram identificados, as operações de compra ou de venda eram executadas na abertura do *candlestick* seguinte.

A Figura 16 representa o trecho do código das regras que geraram os sinais de compra e venda desse modelo operacional. As variáveis *macd* e *senal* são *buffers* que possuem os valores da Linha do MACD e da Linha do Sinal, respectivamente. Para identificar o cruzamento entre essas linhas foi feita a comparação entre a segunda e a terceira posição dos *buffers*.

```

58      //--- sinal de compra
59      if((macd[1] > senal[1]) && (macd[2] < senal[2]))
60      {
61          sinalCompra = true;
62      }
63
64      //--- sinal de venda
65      if((macd[1] < senal[1]) && (macd[2] > senal[2]))
66      {
67          sinalVenda = true;
68      }

```

Figura 16 – Sinais do modelo de cruzamento do MACD em MQL5.

3.5.3 Rompimento do Estocástico

Esse é um modelo operacional baseado no rompimento de dois níveis do indicador estocástico, que estão representados na Figura 17 como os níveis 20 e 80. Os sinais de compra ou venda dependem de qual nível é rompido. Para evitar que os sinais fossem gerado por pequenas mudanças de preço, foi usado a versão lenta do indicador estocástico. O sinal de compra acontece quando a linha *%K* (representada pela linha verde na Figura 17) rompe o nível de 20 de baixo para cima. Já o sinal de venda ocorre quando a linha *%K* rompe o nível de 80 de cima para baixo.

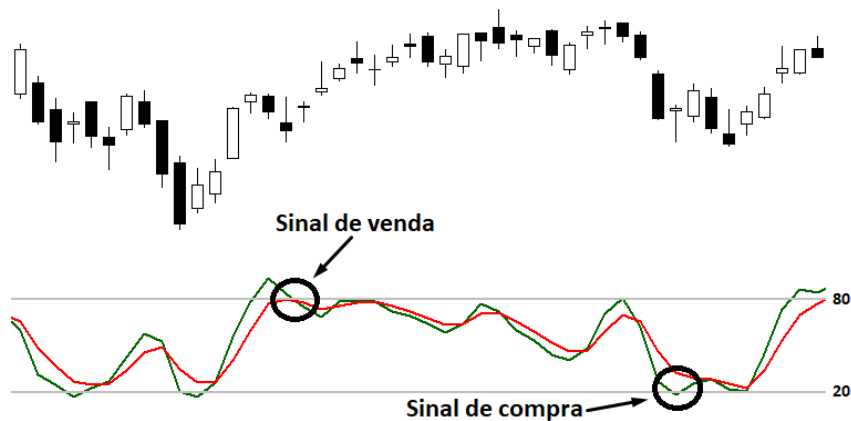


Figura 17 – Exemplo de Operações com Estocástico (fonte: [METATRADER](#)).

Para a implementação desse algoritmo foi utilizada a função `iStochastic()`, nativa da linguagem MQL5, para fazer a construção do indicador estocástico. Essa função retorna os valores da linha `%K` do indicador e os armazena em um `buffer` para que seja possível fazer a utilização e a visualização dos dados no gráfico. Após a leitura dos dados armazenados no `buffer`, foi necessário comparar a linha `%K` com os níveis 20 e 80 para identificar os sinais. Ao identificar o sinal, as operações de compra ou de venda eram executadas no preço de abertura do `candlestick` seguinte.

A Figura 18 contém o trecho do código em MQL5 referente aos sinais gerados por esse modelo. A variável `est` é o `buffer` que possui os valores da linha `%K`. Para identificar o rompimento dos níveis 20 e 80 foi feita a comparação dos valores da segunda e da terceira posição dos `buffers`.

```

61         //--- sinal de compra
62         if( (est[1] > 20) && (est[2] < 20))
63         {
64             sinalCompra = true;
65         }
66
67
68         //--- sinal de venda
69         if( (est[1] < 80) && (est[2] > 80))
70         {
71             sinalVenda = true;
72         }

```

Figura 18 – Sinais do modelo de rompimento do estocástico em MQL5.

3.5.4 Fechou Fora Fechou Dentro

O Fechou Fora Fechou Dentro (FFFD) é um operacional baseado no indicador Bandas de Bollinger que utilizou uma média móvel aritmética 20 de períodos com o duas vezes desvio padrão. Esse modelo fez a comparação entre o preço de fechamento de dois

candlesticks com as bandas do indicador para sinalizar suas operações. A ideia desse operacional é identificar as movimentações de preço que ocorreram fora do padrão usual.

Os sinais de compra ocorrem quando o valor da banda inferior é maior que o preço de fechamento de um *candlestick* e menor que preço de fechamento do *candlestick* seguinte. Já os sinais de venda acontecem quando o valor da banda superior é menor que o preço de fechamento de um *candlestick* e maior que preço de fechamento do *candlestick* seguinte. Assim como é exemplificado na Figura 19.

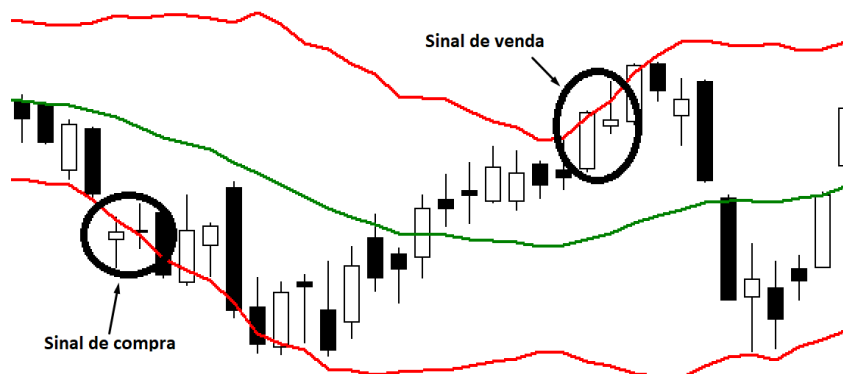


Figura 19 – Exemplo de Operações com Bandas de Bollinger (fonte: [METATRADER](#)).

O desenvolvimento desse modelo operacional usou a função *iBands()*, nativa da linguagem MQL5, que retorna os dados do indicador e os armazenam em um *buffer* para que eles possam ser utilizados. A partir desses dados foi possível realizar a comparação entre os valores das bandas do indicador com o preço de fechamento dos *candlesticks* para gerar os sinais. Assim que os sinais eram identificados as operações de compra ou de venda eram executadas na abertura do *candlestick* seguinte.

A Figura 20 representa o trecho do código das regras que geraram os sinais de compra e venda desse modelo operacional. As variáveis *candle*, *bandSup* e *bandInf* são *buffers* que guardam os valores dos *candlesticks*, da banda superior e da banda inferior, respectivamente. Diferente dos modelos anteriores, esse código precisou do preço de fechamento dos *candlesticks* para realizar as comparações, por isso que foi usado o atributo *close* da variável *candle*.

```

60      //--- sinal de compra
61      if((candle[2].close < bandInf[2]) && (candle[1].close > bandInf[1]))
62      {
63          sinalCompra = true;
64      }
65
66      //--- sinal de venda
67      if((candle[2].close > bandSup[2]) && (candle[1].close < bandSup[1]))
68      {
69          sinalVenda = true;
70      }

```

Figura 20 – Sinais do modelo do FFFD em MQL5.

3.6 Análise dos modelos operacionais

Para fazer a análise dos modelos operacionais foi coletado, através do *Strategy Tester*, os dados do tipo de operação, do resultado financeiro e do saldo da conta ao final de cada operação. Os dados dos resultados financeiros serviram para extrair a média operacional, a taxa de acerto e as médias de ganho e de perda do modelo. A média operacional é a média dos resultados de todas as operações executadas pelo modelo e a taxa de acerto é a porcentagem das operações ganhadoras no total das operações. Para calcular a rentabilidade dos modelos operacionais durante o período de teste foi usado os dados do saldo da conta.

Além do resultado financeiro, para analisar a eficácia dos modelos em acertar a direção do mercado, também foram coletados os dados referentes ao capital líquido da conta — a variação de capital que ocorre durante uma operação. Com esse dado foi possível identificar os fatores que levaram alguns modelos a terem uma baixa rentabilidade em comparação aos outros.

4 Resultados

Nesse capítulo são apresentados os resultados das implementações de cada modelo operacional descrito na seção 3.5. A apresentação desses resultados tem como objetivo analisar a rentabilidade dos modelos desenvolvidos. O primeiro resultado foi obtido com o modelo de cruzamento de médias móveis. Na Figura 21 é possível identificar as operações que foram executadas, pois elas estão representadas pelas linhas tracejadas que ligam os círculos opacos de cores verde e vermelha. Esses círculos representam o preço que as operações foram executadas. Já os círculos verdes e vermelhos transparentes indicam o cruzamento das médias móveis.



Figura 21 – Operações realizadas com o modelo de cruzamento de média móvel (fonte: METATRATER).

Os resultados dessas operações são apresentados na Tabela 1. Como pode ser observado, esse modelo executou 5 operações, sendo elas três operações de compra e duas de venda. Com ela também é possível observar que duas operações tiveram o resultado negativo e três operações tiveram um resultado positivo, com isso é possível afirmar que a taxa de acerto deste modelo durante o período de execução foi de 60%.

Tabela 1 – Resultados do modelo de cruzamento de média móvel.

Operações	Tipo	Financeiro (R\$)	Saldo (R\$)	Rentabilidade (%)
1 ^a	Compra	581,40	10.581,40	5,81
2 ^a	Venda	-431,60	10.149,20	1,49
3 ^a	Compra	540,40	10.690,20	6,90
4 ^a	Venda	-793,00	9.897,20	-1,03
5 ^a	Compra	1.787,60	11.684,80	16,85

A partir dos dados da Tabela 1 é possível calcular a média de rentabilidade que o modelo teve durante o período de teste, as médias de ganho e perda, e a média operacional,

que é a média de todas operações executadas por esse modelo, tais valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias dos resultados do modelo de cruzamento de média móveis.

M. operacional	M. de ganho	M. de perda	Rentabilidade Média
R\$ 336,96	R\$ 969,80	-R\$612,30	3,37%

Analisando a Tabela 2 é possível afirmar que durante o período de execução esse modelo operacional, na média, ganhou mais do que perdeu, pois seus ganhos conseguiram cobrir suas perdas resultando em uma rentabilidade média positiva.

A Figura 22 representa a curva de rentabilidade desse modelo durante o tempo de execução. Com ela é possível perceber que na maioria das vezes o capital líquido da conta oscilava positivamente após a abertura das operações, isso indica que o tipo de operação aberta estava certa em relação a movimentação do mercado, porém o saldo não o acompanhava, indicando que não existiu o fechamento da operação. Com isso é possível concluir que esse modelo operacional não conseguiu aproveitar as boas oportunidades do mercado para lucrar.

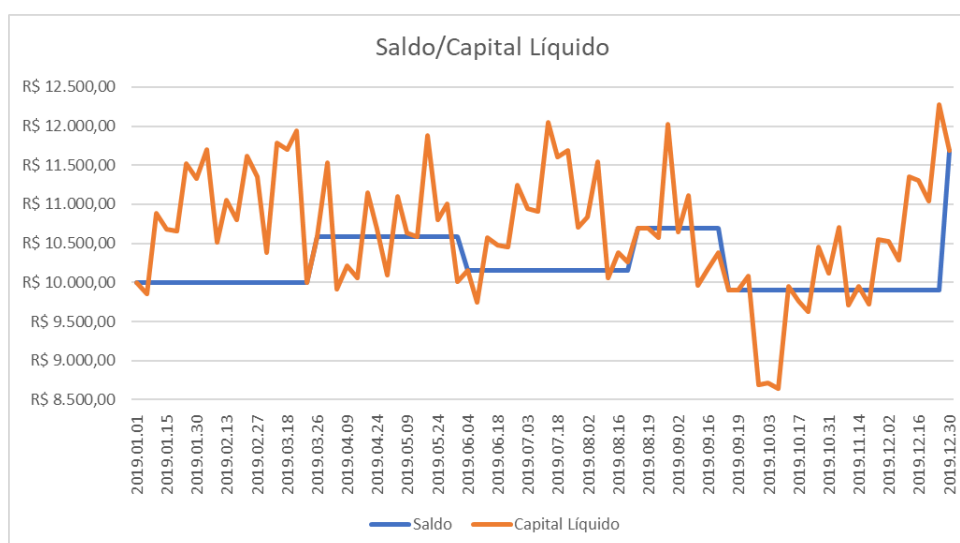


Figura 22 – Rentabilidade do o modelo de cruzamento de média móveis.

Esses fatores indicam que os modelos operacionais baseados no cruzamento de médias móveis podem ser eficazes para acertar a direção do preço, mas podem ser não eficientes quando precisam realizar o fechamento das operações. No entanto, isso já era esperado, pois as médias móveis são rastreadoras de tendência, ou seja, elas sempre possuirão uma defasagem em relação ao preço e isso é confirmado quando elas são usadas para gerar o sinal de fechamento das operações.

Em sequência, o próximo resultado obtido foi com o modelo do cruzamento do MACD. Na Figura 23 é possível identificar as operações que foram executadas com esse

modelo operacional. Assim como o modelo anterior, as operações estão respresentadas por meio das linhas tracejadas que ligam os círculos de cores verde e vermelha opacas. Já os círculos verdes e vermelhos transparentes indicam o cruzamento das linhas do MACD.

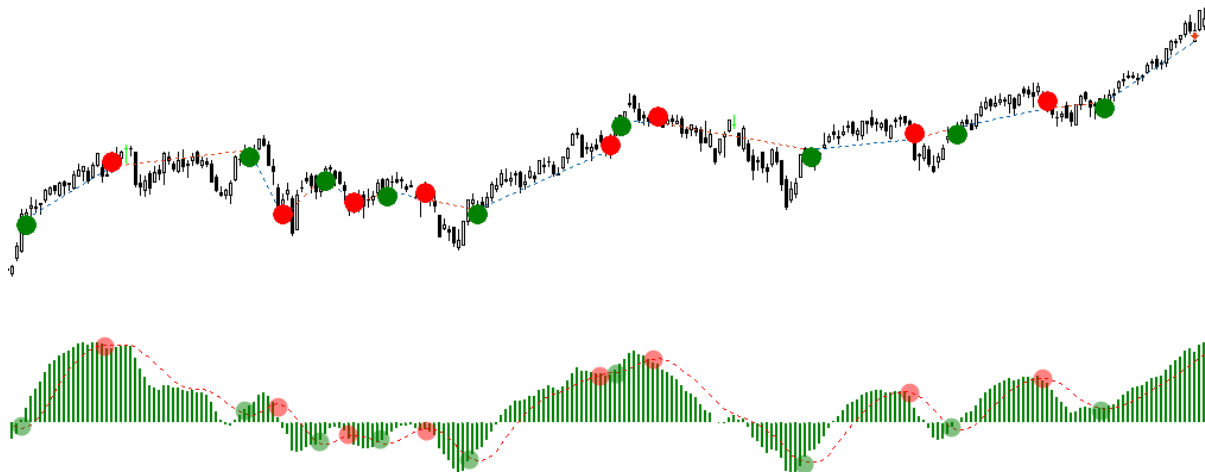


Figura 23 – Operações realizadas no modelo de cruzamento do MACD (fonte: [META-TRATER](#)).

A Tabela 3 apresenta quais foram os resultados obtidos por essas operações. Com ela é possível observar que foram executadas 17 operações, sendo elas nove operações de compra e oito de venda. Ela também mostra que esse modelo operacional teve sete operações positivas e dez negativas, indicando que a taxa de acerto foi de 41,18%.

Tabela 3 – Resultados do modelo de cruzamento do MACD.

Operações	Tipo	Resultado (R\$)	Saldo (R\$)	Rentabilidade (%)
1 ^a	Compra	1.206,60	11.206,60	12,06
2 ^a	Venda	-388,40	10.818,20	8,18
3 ^a	Compra	-1.574,80	9.243,40	-7,57
4 ^a	Venda	-1.009,20	8.234,20	-17,66
5 ^a	Compra	-722,00	7.512,20	-24,88
6 ^a	Venda	-363,00	7.149,20	-28,51
7 ^a	Compra	-234,60	6.914,60	-30,85
8 ^a	Venda	211,40	7.126,00	-28,74
9 ^a	Compra	1.385,80	8.511,80	-14,88
10 ^a	Venda	-671,20	7.840,60	-21,59
11 ^a	Compra	-41,20	7.799,40	-22,01
12 ^a	Venda	627,60	8.427,00	-15,73
13 ^a	Compra	243,00	8.670,00	-13,30
14 ^a	Venda	-271,20	8.398,80	-16,01
15 ^a	Compra	436,20	8.835,00	-11,65
16 ^a	Venda	-162,80	8.672,20	-13,28
17 ^a	Compra	1408,20	10.080,40	0,80

Com os dados apresentados na Tabela 3 é possível fazer o cálculo da rentabilidade

média que o modelo obteve durante a execução, das médias de ganho e perda, e da média operacional. Esses dados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Médias dos resultados do modelo de cruzamento do MACD.

M. operacional	M. de ganho	M. de perda	Rentabilidade Média
R\$ 4,73	R\$ 788,40	-R\$543,84	0,05%

Analisando a Tabela 4 é possível observar que semelhante as médias dos resultados do modelo operacional anterior, nesse os ganhos também conseguiram superar as perdas, porém a média operacional e a rentabilidade média foram menores. Observando a Figura 24 é possível notar que durante o primeiro semestre a maioria das operações resultaram em perdas comprometendo a rentabilidade do resto do ano.

Na Figura 24 também é possível notar que houve uma mudança de comportamento na dinâmica entre o mercado e o modelo operacional, pois no primeiro semestre maioria das operações geraram prejuízo, mas no segundo semestre houve uma lenta recuperação de capital.

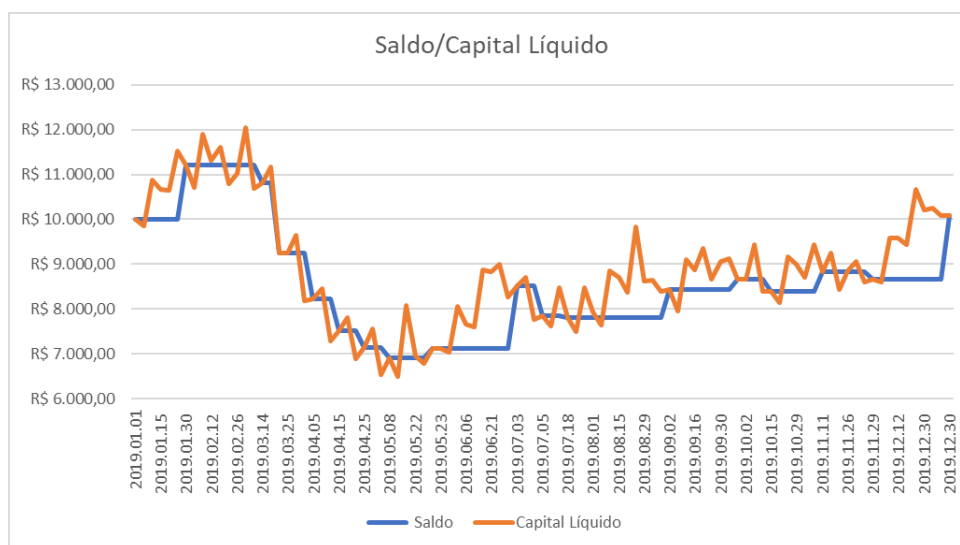


Figura 24 – Rentabilidade do modelo de Cruzamento do MACD.

Esses dois fatos mostram que a eficiência e a eficácia de um modelo operacional é relativa ao momento do mercado, pois executando o mesmo modelo em épocas diferentes os resultados variaram. Isso vai de encontro com a imprevisibilidade do comportamento humano descrita em Gunther (2005).

O próximo resultado foi obtido com o modelo do rompimento do estocástico. A representação gráfica das operações realizadas por esse modelo estão presentes na Figura 25. Assim como na representação gráfica dos modelos anteriores, as operações estão representadas por meio das linhas tracejadas que ligam os círculos de cores verde e vermelha opacas. Já os círculos verdes e vermelhos transparentes marcam o sinal que gerou as operações.

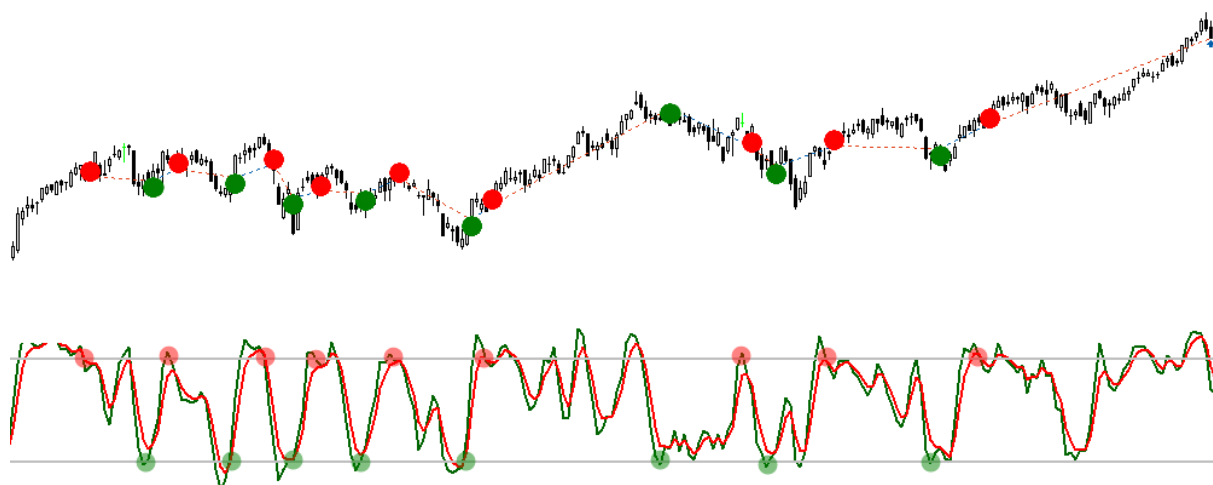


Figura 25 – Operações realizadas com o modelo de rompimento do estocástico (fonte: METATRADER).

A Tabela 5 apresenta quais foram os resultados dessas operações. Com essa tabela é possível identificar que o algoritmo realizou 17 operações, sendo nove operações de compra e oito de venda. Observando a Tabela 5 também é possível notar que quatorze operações foram positivas e três foram negativas, resultando em uma taxa de acerto de 82,35%.

Tabela 5 – Resultados do modelo de rompimento do estocástico.

Operações	Tipo	Resultado (R\$)	Saldo (R\$)	Rentabilidade (%)
1 ^a	Venda	123,40	10.123,40	1,23
2 ^a	Compra	267,40	10.390,80	3,91
3 ^a	Venda	194,60	10.585,40	5,85
4 ^a	Compra	304,80	10.890,20	8,90
5 ^a	Venda	770,20	11.660,40	16,60
6 ^a	Compra	173,60	11.834,00	18,34
7 ^a	Venda	72,80	11.906,80	19,06
8 ^a	Compra	347,80	12.254,60	22,54
9 ^a	Venda	953,00	13.207,60	32,07
10 ^a	Compra	329,20	13.536,80	35,36
11 ^a	Venda	-2.242,60	11.294,20	12,94
12 ^a	Compra	-884,20	10.410,00	4,10
13 ^a	Venda	460,80	10.870,80	8,70
14 ^a	Compra	483,00	11.353,80	13,53
15 ^a	Venda	63,00	11.416,80	14,16
16 ^a	Compra	567,40	11.984,20	19,84
17 ^a	Venda	-1.962,60	10.021,60	0,21

Com os dados da Tabela 5 é possível calcular a rentabilidade média que o modelo teve durante o período de execução, a média operacional, que é a média de todas operações executadas por esse modelo, e as médias de ganho e de perda, tais valores são apresentados

na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias dos resultados do modelo de rompimento do estocástico.

M. operacional	M. de ganho	M. de perda	Rentabilidade Média
R\$ 1,27	R\$ 365,07	-R\$1696,47	0,012%

Por meio da Tabela 6 é possível explicar porque esse modelo operacional com uma alta taxa de acerto teve uma baixa rentabilidade. Ao comparar a média de ganho com a média de perda, nota-se que os ganhos gerados por esse modelo não conseguiram superar as perdas. Observando a Figura 26, é possível visualizar graficamente a diferença entre o tamanho das operações de ganhos e de perdas. O resultado das poucas operações negativas foram capazes de perder a maioria do lucro obtido das operações positivas.

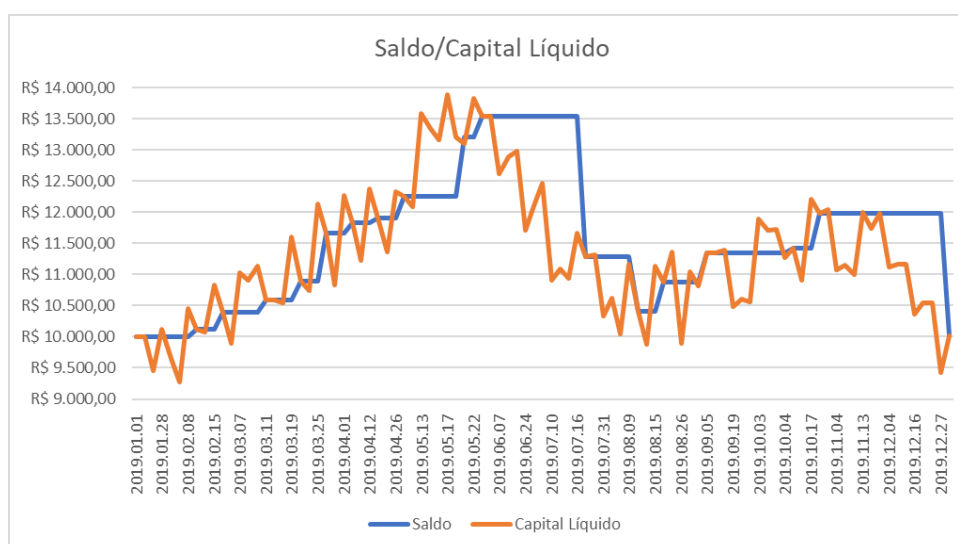


Figura 26 – Rentabilidade com o modelo do Rompimento do Estocástico.

Com essa taxa de acerto, pode-se considerar que esse modelo operacional se mostrou eficaz para acertar a direção do mercado, porém o fato dos ganhos serem menores que as perdas deixou esse modelo com uma rentabilidade baixa em comparação aos outros modelos. Isso indica que independentemente da taxa de acerto, para ter uma boa rentabilidade é necessário ter o controle das perdas.

O último resultado obtido foi utilizando o modelo operacional Fechou Fora Fechou Dentro. Na Figura 27 é possível identificar as operações que foram executadas com esse modelo. As operações estão representadas pelas linhas tracejadas que ligam os círculos de cores verde e vermelha opacas, já os círculos verde e vermelho transparentes marcam o sinal que gerou as operações.

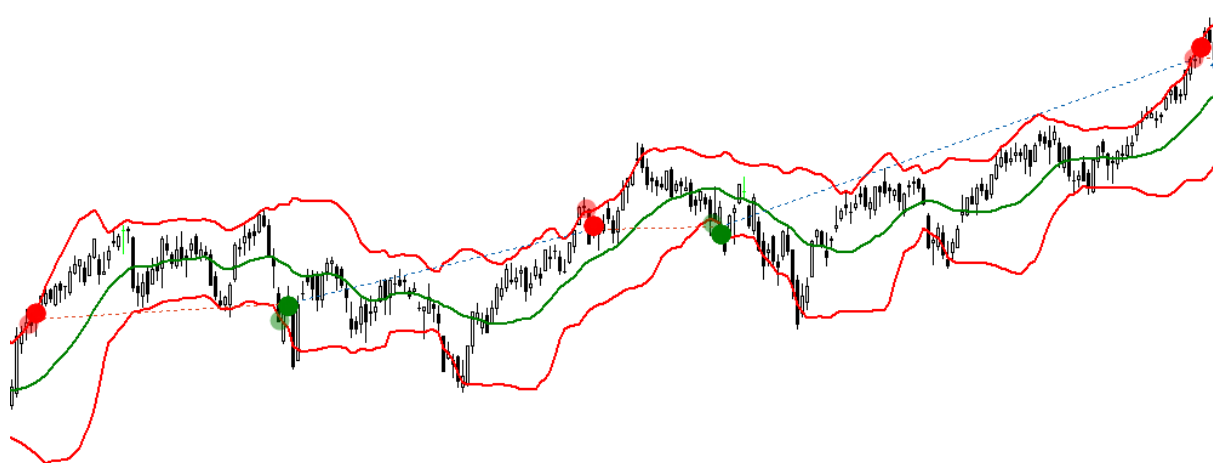


Figura 27 – Operações realizadas com o modelo FFFD (fonte: METATRATER).

A Tabela 7 apresenta quais foram os resultados obtidos por essas operações. Analisando essa tabela foi possível notar que esse modelo executou 5 operações, sendo duas operações de compra e três de venda. Ela também mostra que três operações tiveram o resultado positivo e duas negativas, resultando em uma taxa de acerto de 60%.

Tabela 7 – Resultados do modelo Fechou Fora Fechou Dentro.

Operações	Tipo	Financeiro (R\$)	Saldo (R\$)	Rentabilidade (%)
1 ^a	Venda	-229,20	9.770,80	-2,29
2 ^a	Compra	1.080,40	10.851,20	8,51
3 ^a	Venda	-24,00	10.827,20	8,27
4 ^a	Compra	2.486,80	13.314,00	33,31
5 ^a	Venda	38,80	13.352,80	33,52

Com os dados apresentados na Tabela 7 foi possível fazer a construção da Tabela 8, que contém dados os para realizar a análise desse modelo operacional. Esta tabela contém os dados da rentabilidade média que o modelo teve durante o período de execução, das médias de ganho e perda, e da média operacional, que é a média dos resultados de todas as operações executadas por esse modelo.

Tabela 8 – Médias dos resultados do modelo FFFD.

M. operacional	M. de ganho	M. de perda	Rentabilidade Média
R\$ 670,56	R\$ 1.202,00	-R\$126,60	6,70%

Analisando a Tabela 8 é possível observar que durante o período de testes, esse modelo operacional teve uma média de ganho aproximadamente dez vezes maior que a média de perda. Esse é o motivo pelo qual a sua rentabilidade foi superior aos demais modelos.

Observando a Figura 28 é possível notar que, mesmo que esse modelo operacional tenha acumulado a maior rentabilidade durante o período de execução, ele não foi eficaz

em acertar a direção do mercado, pois boa parte do tempo o capital líquido estava abaixo do saldo, indicando que o mercado estava contra o tipo de operação aberta. Porém, por sua rentabilidade ser alta em comparação aos demais modelos, ele se mostrou eficiente em fechar as operações.

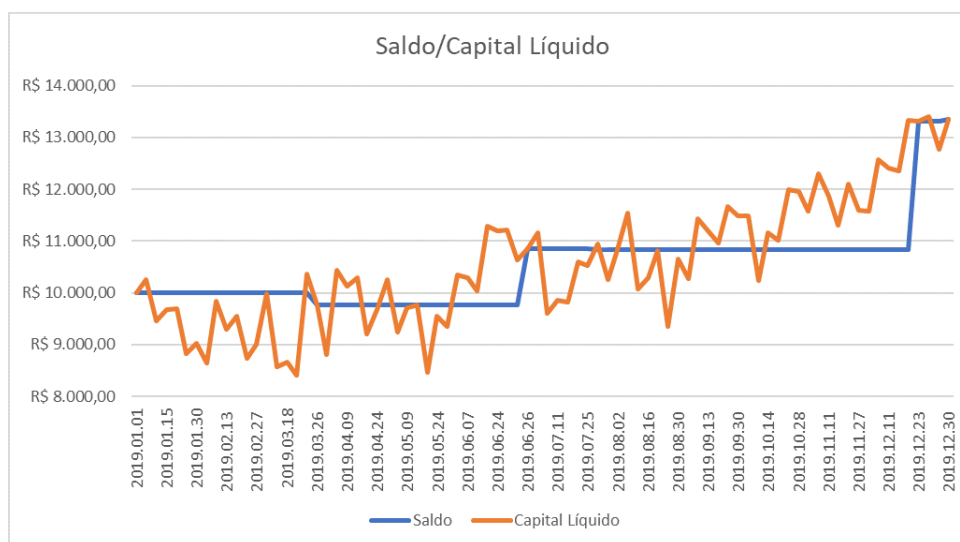


Figura 28 – Rentabilidade do modelo FFFD.

A Tabela 9 faz a comparação dos resultados dos modelos operacionais implementados neste trabalho. Com essa tabela é possível afirmar que uma alta taxa de acerto não garante que o modelo tenha uma alta rentabilidade, pois o modelo de rompimento do estocástico apresentou a maior taxa de acerto em comparação com os outros, porém sua rentabilidade foi a menor. Observando a tabela também é possível notar que mais operações não significa mais rentabilidade e sim mais risco, pois quanto maior for o número de operações mais exposto ao risco o modelo ficará.

Tabela 9 – Comparação dos resultados.

Modelo	Nº de operações	Taxa de acerto	Rentabilidade
Cruzamento de médias	5	60%	16,85%
Cruzamento do MACD	17	41,18%	0,80%
Rompimento do Estocástico	17	82,35%	0,21%
FFFD	5	60%	33,52%

Considerando que a rentabilidade do Índice Bovespa durante o período deste estudo foi de 31,58%, o único modelo operacional que conseguiu superar essa rentabilidade foi o Fechou Fora Fechou Dentro com uma rentabilidade de 33,52%.

5 Conclusão

Esse trabalho realizou o desenvolvimento e a análise do desempenho de quatro modelos operacionais. Os quatro modelos apresentaram uma rentabilidade positiva e com isso pode-se concluir que o uso de modelos operacionais automatizados é uma possibilidade para rentabilização de capital. Porém, deve-se ressaltar que, por mais que os modelos tiveram resultados positivos, durante a execução existiu o risco da perda de capital. Todas operações em bolsa de valores possuem um risco, pois a interação das pessoas no mercado não é previsível. Esse é o motivo pelo qual antes de automatizar operações e executá-las em conta real, elas precisam ser estudadas e testadas para analisar quais são as características do modelo utilizado.

Um fator importante que o estudo não levou em consideração foram os custos operacionais (Corretagem, Impostos, Taxas da bolsa). Eles podem interferir diretamente na rentabilidade de um modelo operacional.

Uma vez que as ordens de compra e venda foram automatizadas, a utilização de algoritmos na tomada de decisão em operações de bolsa de valores se mostrou eficaz para as pessoas que não conseguem controlar suas emoções diante da incerteza do mercado, pois após os códigos serem implementados não foi necessário interferir na tomada de decisão, mas isso não descarta a importância de estudar os métodos utilizados a fim entendê-los e aprimorá-los cada vez mais.

Como continuidade para esse trabalho sugere-se analisar os modelos operacionais em um intervalo de tempo maior, com isso será possível analisá-los em diversas situações que já aconteceram no mercado. Existe também a possibilidade de refazer esse estudo com tempos gráficos diferentes, como por exemplo na utilização em operações ao longo do dia — operações de curtíssimo prazo. Outra possibilidade para continuar o trabalho é a implementação de estratégias que utilizam o aprendizado de máquina. A junção da análise técnica com a análise fundamentalista em um modelo pode ser uma ideia para gerar bons resultados, pois junta o conhecimento das duas escolas presentes no mercado.

Os indicadores técnicos existem para auxiliar na tomada de decisão, porém o uso exagerado de indicadores em um modelo operacional pode vir a trazer resultados desastrosos, pois em algumas situações um indicador pode anular o sinal de outro e comprometer a estatística do modelo. Recomenda-se que o uso de indicadores técnicos seja feito atrelado à análise técnica, para entender em qual parte do ciclo de mercado que o preço se encontra.

Referências

- BARBACOVİ, R. C. *Sistema Automatizado para Operação em Bolsa de Valores*. Juiz de Fora, 2019. Citado na página 26.
- BIGALOW, S. W. *Operações lucrativas com candlestick*. New Jersey: John Wiley Sons, 2001. Citado 5 vezes nas páginas 12, 13, 17, 22 e 27.
- BRASIL, BOLSA, BALCÃO. *A descoberta da bolsa pelo investidor brasileiro: Quem são e como se comportam as mais de 2 milhões de pessoas que aplicaram parte de seus recursos em bolsa no último ano*. São Paulo, 2020. 28 p. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 24.
- CHAVES, J. P. B. Q. *Análise de Indicadores Técnicos para Tomada de Decisão no Mercado de Ações*. São Paulo, 2017. Citado na página 26.
- CVM. *Sobre a CVM*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/cvm/pt-br/aceso-a-informacao-cvm/institucional/sobre-a-cvm>>. Acesso em: 13 mai. 2021. Citado na página 11.
- EDWARDS, J. M. R. *Análise Técnicas das Tendências das Ações*. Rio de Janeiro: Editec, 2007. Citado na página 14.
- ELDER, A. *Como se transformar em um operador e investidor de sucesso*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2004. Citado na página 12.
- GRANVILLE, J. E. *Timing - A nova estratégia diária de maximização dos lucros no mercado de ações*. Rio de Janeiro: M. Noronha Editora, 1987. Citado na página 11.
- GUNTHER, M. *The Zurich Axioms*. Reino Unido: Harriman House Ltd, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 37.
- METAQUOTES. *MetaQuotes is a leading developer of software applications for financial markets*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://www.metatrader5.com/en/company>>. Acesso em: 19 mai. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- METAQUOTES. *MQL5 Language Reference for the MetaTrader 5 client terminal*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://www.mql5.com/files/pdf/mql5.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2021. Citado na página 13.
- METATRADER. *MetaTrader 5 Trading Platform*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://www.metatrader5.com/en/trading-platform>>. Acesso em: 6 jun. 2021. Citado 15 vezes nas páginas 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 38 e 40.
- NETO, G. C. de M. *O desempenho do método de análise técnica Bandas de Bollinger*. Uberlândia, 2018. Citado na página 25.
- NORONHA, M. *Análise técnica: teorias ferramentas estratégicas*. Rio de Janeiro: Editora de Livros Técnicos Ltda, 2009. Citado 9 vezes nas páginas 11, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 22 e 28.

PLESSIS, J. D. *O guia definitivo para o ponto e figura*. Rio de Janeiro: M. Noronha Editora, 2020. Citado 2 vezes nas páginas [11](#) e [14](#).

SILVA, A. M. M. da et al. *Mineração de dados para analisar estratégia de negociação para o mercado de câmbio*. Palmas, 2019. Citado na página [26](#).