



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA APLICADA**

**TACIANO LOPES DE AMORIM**

**ESTRATÉGIAS PARA COMPRA E VENDA DE  
AÇÕES UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
PARA OTIMIZAR GANHOS E MINIMIZAR PERDAS**

**RECIFE - PE**

**2024**

**TACIANO LOPES DE AMORIM**

**ESTRATÉGIAS PARA COMPRA E VENDA DE  
AÇÕES UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
PARA OTIMIZAR GANHOS E MINIMIZAR PERDAS**

Dissertação submetida à Coordenação do  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Aplicada da Universidade Federal Rural  
de Pernambuco, como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do grau de Mestre.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Gustavo Rau de Almeida Callou**

**RECIFE - PE**

**2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

T118e Amorim, Taciano Lopes de Amorim  
Estratégias para compra e venda de ações utilizando inteligencia artificial para otimizar ganhos e minimizar perdas /  
Taciano Lopes de Amorim Amorim. - 2024.  
172 f. : il.

Orientador: Gustavo Rau de Almeida Callou.  
Inclui referências e apêndice(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2024.

1. Inteligência Artificial. 2. Ações. 3. Análise de tendência. 4. Volume. 5. Stop. I. Callou, Gustavo Rau de Almeida, orient. II. Título

CDD

---

TACIANO LOPES DE AMORIM

# ESTRATÉGIAS PARA COMPRA E VENDA DE AÇÕES UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA OTIMIZAR GANHOS E MINIMIZAR PERDAS

Dissertação submetida à Coordenação do  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Aplicada da Universidade Federal Rural  
de Pernambuco, como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em: 31 de Maio de 2024.

## BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Gustavo Rau de Almeida Callou (Orientador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Computação

---

Prof. Dr. Pablo Sampaio  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Computação

---

Prof. Dr. Luiz Maia  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Economia

*Este trabalho é dedicado a minha família e amigos.*

# Agradecimentos

Ao meu Deus, por todas as bênçãos que tem derramado na minha vida. Assim como, toda a orientação dada pelo Espírito Santo. Pois, creio que tudo é Dele, para Ele e Nele tudo subsiste.

Aos meus pais, Antonio e Maria Amorim, pelo amor, conselhos e incentivos que sempre me ofereceram.

A minha esposa Cirleide e aos meus filhos Lucas e Letícia por toda a paciência e ajuda durante esse período de estudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo Callou, pelo apoio e orientação durante toda a pesquisa, paciência, confiança e ensinamentos.

Agradeço o apoio e colaboração do colega Anderson Sena que faz parte do PeDAL (*Performance Evaluation and Data Analysis Lab*) sempre dispostos a ajudar e trocar conhecimentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Informática Aplicada, por possibilitar a realização deste trabalho.

Se queres prever o futuro, estude o passado.

(Confúcio)

## Resumo

O mercado de ações apresenta grandes desafios para quem deseja obter lucros operando nele. Isso ocorre devido à imprevisibilidade do mercado financeiro, onde notícias sobre política, guerras, surgimento de novas doenças, entre outros eventos, acabam por ter um impacto significativo no preço dos ativos. Devido a essa incerteza, as ordens de compra e venda muitas vezes são realizadas com base em emoções humanas. Essas decisões, tomadas sem embasamento técnico ou mesmo a partir de análises errôneas, podem resultar em perdas no capital investido. Portanto, contar com um sistema capaz de fornecer indicações seguras para essas ordens possibilita a mitigação dos riscos envolvidos nessas transações. Assim, a cada dia, mais pesquisadores vêm estudando e aplicando o uso de Inteligência Artificial (IA) com o objetivo de prever a movimentação da tendência dos preços dos ativos, buscando assim obter resultados positivos com mais segurança. Nesse contexto, a utilização de modelos preditivos e confiáveis em conjunto com a análise de tendência visa auxiliar na tomada de decisões, buscando atenuar perdas e maximizar os lucros. A rede *Long Short Term Memory* (LSTM), que é uma Rede neural recorrente (RNN), vem sendo amplamente utilizada em pesquisas e tem apresentado resultados relevantes na previsão da tendência dos preços. Este estudo propõe três estratégias que identificam o momento mais propício para comprar, vender ou manter uma posição. A primeira é a Estratégia Baseada na Análise da Tendência (EBAT) dos preços de fechamento de um ativo. Para isto, faz uso de uma rede LSTM para prever os preços futuros e com base nos valores prospectados realiza uma análise da tendência identificada para avaliar a direção do mercado. A segunda é a Estratégia Baseada na Análise da Tendência com o uso do Indicador de Volume (EBAT-IV) de negociações, para confirmar o movimento da tendência dos preços. Já a terceira é a Estratégia Baseada na Análise da Tendência utilizando técnicas de Gerenciamento de Risco (EBAT-GR), como o *Stop Loss* e o *Stop Gain*, para mitigar perdas e maximizar ganhos. Para demonstrar a eficácia dos modelos e das estratégias propostas, foram realizados estudos de caso. Os resultados indicam que a estratégia utilizando o indicador de volume, superou os retornos obtidos pela estratégia de *Buy and Hold* (B&H) no mesmo período simulado.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Ações. Análise de tendência. Volume. Stop.

# Abstract

The stock market presents significant challenges for those seeking profits through trading. This is due to the unpredictability of the financial market, where news about politics, wars, emergence of new diseases, among other events, often have a significant impact on asset prices. Because of this uncertainty, buying and selling orders are often executed based on human emotions. These decisions, made without technical basis or even from erroneous analyses, can lead to losses in invested capital. Therefore, relying on a system capable of providing reliable indications for these orders allows for the mitigation of risks involved in such transactions. Thus, researchers are increasingly studying and applying the use of Artificial Intelligence (AI) to predict asset price trends, aiming to achieve positive results with greater certainty. In this context, the use of predictive and reliable models combined with trend analysis aims to assist in decision-making, aiming to reduce losses and maximize profits. The Long Short Term Memory (LSTM) network, a type of Recurrent Neural Network (RNN), has been widely used in research and has shown significant results in predicting price trends. This study proposes three strategies that identify the most opportune moment to buy, sell, or hold a position. The first is the Trend Analysis-Based Strategy (EBAT) using closing prices of an asset. It utilizes an LSTM network to predict future prices and based on projected values, conducts an analysis of identified trends to evaluate market direction. The second is the Trend Analysis-Based Strategy with the use of Volume Indicator (EBAT-IV) in trades to confirm price trend movements. The third is the Trend Analysis-Based Strategy using Risk Management Techniques (EBAT-GR), such as Stop Loss and Stop Gain, to mitigate losses and maximize gains. Case studies were conducted to demonstrate the effectiveness of the proposed models and strategies. Results indicate that the strategy using the volume indicator outperformed the returns obtained by the Buy and Hold (B&H) strategy in the same simulated period.

**Keywords:** Artificial Intelligence. Stocks. Trend Analysis. Volume. Stop.

## Lista de Figuras

Figura 1 – Gráfico da oscilação dos preços diários da ação da Petrobras - PETR4 .	33
Figura 2 – Gráfico apresentando o volume de transações realizadas por dia . . . . .	37
Figura 3 – Tendências de alta, de baixa e lateral . . . . .	38
Figura 4 – Rede Neural Profunda (Deep Learning) . . . . .	43
Figura 5 – Modelo de uma RNN . . . . .	43
Figura 6 – Representação de uma célula LSTM . . . . .	44
Figura 7 – Página principal do site . . . . .	46
Figura 8 – Dataset retornado pela api yfinance . . . . .	47
Figura 9 – Etapas envolvidas . . . . .	50
Figura 10 – Dataset retornado pela API . . . . .	51
Figura 11 – Dataset tratado . . . . .	51
Figura 12 – Etapas realizadas na avaliação dos dados processados para o dia de referência . . . . .	53
Figura 13 – Fluxo para compra ou venda de uma ação . . . . .	53
Figura 14 – Critérios para confirmação de tendência de alta ou de baixa pelo volume.	55
Figura 15 – Fluxo para compra ou venda de uma ação . . . . .	56
Figura 16 – Fluxo para compra ou venda de uma ação . . . . .	57
Figura 17 – Configuração do modelo LSTM. . . . .	62
Figura 18 – Dataset das ações envolvidas na pesquisa. . . . .	64
Figura 19 – Validação dos treinamentos dos modelos. . . . .	65
Figura 20 – Camadas utilizadas no setup da rede LSTM. . . . .	69
Figura 21 – Dataset das ações envolvidas na pesquisa. . . . .	70
Figura 22 – Evolução do treinamento comparando o valor obtido na função de perda durante o treinamento (loss) com o valor obtido na validação ( $val_{loss}$ ).	73
Figura 23 – Previsões realizadas na fase de testes do modelo. . . . .	73
Figura 24 – Lucratividade acumulada para cada ação na execução da estratégia proposta. . . . .	77
Figura 25 – Lucratividade acumulada para cada ação na execução da estratégia com avaliação da tendência do volume. . . . .	79
Figura 26 – Lucro acumulado para cada ação durante a após simulação . . . . .	82

Figura 27 – Tela principal de sistema. . . . .	93
Figura 28 – Tela de atualização ou treinamento dos modelos. . . . .	94
Figura 29 – Tela de filtro - opção avaliação de compra. . . . .	95
Figura 30 – Tela que mostra as possíveis indicações para a compra do ativo. . . . .	96
Figura 31 – Tela de filtro - opção avaliação de venda ou permanência. . . . .	96

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Trabalhos Relacionados . . . . .	29
Tabela 2 – Modelo para comparação dos resultados . . . . .	60
Tabela 3 – Formação da carteira de ações. . . . .	62
Tabela 4 – Valores obtidos durante os testes dos modelos. . . . .	64
Tabela 5 – Valores previstos para as ações. . . . .	66
Tabela 6 – Métricas obtidas na validação da predição de valores futuros. . . . .	66
Tabela 7 – Ações existentes na carteira proposta. . . . .	68
Tabela 8 – Valores obtidos durante os testes dos modelos. . . . .	71
Tabela 9 – Valores previstos para as ações dos dias 21, 22 e 23/06/2023. . . . .	74
Tabela 10 – Métricas obtidas na previsão dos valores para os dias 21, 22 e 23/06/2023. . . . .	74
Tabela 11 – Informações das operações de compra e venda utilizando a estratégia de B&H. . . . .	75
Tabela 12 – Resultados obtidos com a estratégia de B&H ao final do período. . . . .	75
Tabela 13 – Informações das operações de compra e venda utilizando a estratégia proposta. . . . .	76
Tabela 14 – Comparação resultado carteira da estratégia proposta com a da B&H. . . . .	76
Tabela 15 – Capital acumulado após realização da simulação. . . . .	78
Tabela 16 – Comparação dos resultados da carteira entre a estratégia proposta neste estudo e a de B&H. . . . .	79
Tabela 17 – Capital acumulado por ação após realização da simulação. . . . .	81
Tabela 18 – Comparação dos resultados da carteira entre a estratégia proposta neste estudo e a de B&H. . . . .	81
Tabela 19 – Resultado das carteiras para as estratégias . . . . .	83

## Lista de Algoritmos

- 1 Algoritmo utilizado para executar a simulação da estratégia que recebe como entrada o código da ação (`codigo_acao`), o modelo treinado para a ação (`modelo_treinado`), o período utilizado na simulação (`periodo_utilizado`), bem como se será avaliado o indicador de volume (`utilizara_confirmacao_volume`) e se será considerado o gerenciamento de risco (`utilizara_gerenciamento_risco`). . . . . 54
- 2 Algoritmo, correspondente a função `api.realiza_compra_venda`, utilizado para determinar se é apropriado comprar, vender ou manter uma ação. Recebe como entrada o código da ação (`acao`), a data de referência (`data_ref`), a lista de preços utilizados na avaliação (`lista_preco_tendencia`), bem como se será avaliado o indicador de volume (`is_indicador_volume`) e se será considerado o gerenciamento de risco (`is_gerenciamento_risco`). . . . . 55
- 3 Algoritmo que realiza o cálculo da quantidade de cota. Método: `api.calcula_qtde_cotas(acumulado, preco_acao)` . . . . . 58
- 4 Algoritmo que realiza o cálculo da lucratividade de uma operação. Método: `api.calcula_lucratividade(qtde_cotas, preco_acao)` . . . . . 58
- 5 Algoritmo que realiza o cálculo da lucratividade de uma operação de *BH*. Método: `api.calcula_lucratividade( qtde_cotas, preco_acao_inicial, preco_acao_final )` . . . . . 59

## Lista de Siglas

AM	<i>Aprendizado de Máquina</i>
ARIMA	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
AT	<i>Análise de tendência</i>
B&H	<i>Buy and Hold</i>
B3	<i>Brasil, Bolsa e Balcão</i>
CNN	<i>Convolutional Neural Networks</i>
Copom	<i>Comitê de Política Monetária</i>
FGC	<i>Fundo Garantidor de Créditos</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
k-NN	<i>k-Nearest Neighbor (Regra dos k-Vizinhos mais próximo)</i>
LSTM	<i>Long Short Term Memory</i>
MAE	<i>Mean Absolute Error</i>
MAPE	<i>Erro Percentual Médio Absoluto</i>
MCNN-TC	<i>Multichannel CNN Trading Classifier</i>
MFI	<i>Money Flow Index</i>
OBV	<i>On Balance Volume</i>
PSO	<i>Particle Swarm Optimization (Otimização por Enxame de Partículas)</i>
RFR	<i>Random Forest Regressor</i>
RMSE	<i>Mean Squared Error</i>
RNA	<i>Rede Neural Artificial</i>
RNN	<i>Recurrent Neural Network</i>
RNR	<i>Rede Neural Recorrente</i>
RSI	<i>Relative String Index</i>
SAD	<i>Sistema de Apoio à Decisão</i>
SMA	<i>Simple Moving Average</i>
ST	<i>Série Temporal</i>

SVM	<i>Support Vector Machine</i>
SVR	<i>Support Vector Regression</i>
XCS	<i>eXtended Classifier Systems</i>

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>18</b>
1.1	Motivação e Justificativa	20
1.2	Objetivos	21
1.2.1	Objetivos Específicos	21
1.3	Estrutura do Trabalho	22
<b>2</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>30</b>
3.1	Mercado Financeiro	30
3.1.1	Bolsa de valores	31
3.2	Mercado de Ações	31
3.2.1	Ações	32
3.3	Estratégias de negociação	32
3.3.1	Análise Fundamentalista (AF)	33
3.3.2	Análise Técnica	34
3.3.2.1	Indicador técnico	35
3.3.2.1.1	Volume	36
3.3.2.2	Gerenciamento de risco ( <i>Stop Loss</i> e <i>Stop Gain</i> )	37
3.3.2.3	Análise de tendência	38
3.3.3	Buy and Hold	38
3.4	Inteligência Artificial	39
3.4.1	Aprendizado de Máquina	40
3.4.1.1	Aprendizagem supervisionada	41
3.4.1.2	Aprendizagem não supervisionada	41
3.4.1.3	Aprendizagem por reforço	42
3.4.2	Aprendizagem profunda	42
3.4.3	Redes Neurais Recorrentes	43
3.4.4	Memória de Curto Longo Prazo (LSTM)	44
3.5	Medidas de Avaliação	45
3.5.1	RMSE	45
3.5.2	MAPE	45

3.6	Ferramentas . . . . .	46
3.6.1	YFinance . . . . .	46
3.6.2	MinMaxScaler . . . . .	47
3.6.3	Desvio Padrão . . . . .	48
<b>4</b>	<b>Metodologia . . . . .</b>	<b>49</b>
4.1	Abordagem geral . . . . .	49
4.2	Seleção dos ativos . . . . .	49
4.3	Coleta, tratamento e separação dos dados . . . . .	50
4.4	Treinamento e teste do modelo . . . . .	52
4.5	Execução das estratégias . . . . .	52
4.5.1	Execução da Estratégia Baseada na Análise de Tendência (EBAT)	53
4.5.2	Execução da estratégia baseada na análise de tendência e indicador de volume(EBAT-IV) . . . . .	54
4.5.3	Execução da estratégia baseada na análise de tendência e gerenciamento de risco (EBAT-GR) . . . . .	56
4.5.4	Cálculo das cotas de aquisição de uma ação . . . . .	57
4.6	Apresentação e avaliação dos rendimentos . . . . .	59
4.6.1	Coleta dos resultados relativo a estratégia de <i>B&amp;H</i> . . . . .	59
4.6.2	Coleta dos resultados obtidos pelas estratégias . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Estudos de Caso . . . . .</b>	<b>61</b>
5.1	Estudo de Caso I . . . . .	61
5.1.1	Seleção dos ativos . . . . .	61
5.1.2	Coleta, tratamento e separação dos dados . . . . .	62
5.1.3	Treinamento e teste do modelo . . . . .	62
5.1.4	Resultados . . . . .	63
5.2	Estudo de Caso II . . . . .	68
5.2.1	Seleção dos ativos . . . . .	68
5.2.2	Coleta, tratamento e separação dos dados . . . . .	68
5.2.3	Treinamento e teste do modelo . . . . .	69
5.2.4	Execução das estratégias . . . . .	71
5.2.5	Resultados . . . . .	72
5.3	Estudo de Caso III . . . . .	76

5.3.1	Experimento . . . . .	76
5.3.2	Resultados . . . . .	78
5.4	Estudo de Caso IV . . . . .	80
5.4.1	Experimento . . . . .	80
5.4.2	Resultados . . . . .	80
5.5	Conclusão dos estudos de caso . . . . .	83
<b>6</b>	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>84</b>
6.1	Contribuições . . . . .	85
6.2	Limitações . . . . .	86
6.3	Trabalhos Futuros . . . . .	86
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE . . . . .</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE A APÊNDICE A – Pedal investments . . . . .</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE B APÊNDICE B – Pedal investments (código fonte) . . . . .</b>	<b>97</b>
B.1	view.py . . . . .	102
B.2	predict.py . . . . .	107
B.3	index.html . . . . .	119
B.4	form <sub>filter</sub> .html . . . . .	128
B.5	train.html . . . . .	136
B.6	dash_predict_value.html . . . . .	143
B.7	dash_predict_profitability.html . . . . .	157
B.8	utils.js . . . . .	172
B.9	styles.css . . . . .	172

# 1 Introdução

O mercado de ações está em evidência no Brasil, e a cada ano que passa o número de investidores interessados nesse mercado vem crescendo. Segundo a *B<sup>3</sup>* ([B3e, 2022](#)), o número de investidores pessoa física com ativos em renda variável cresceu 35% entre o 3º trimestre de 2021 e igual período no ano de 2022. Outra pesquisa realizada pela *B<sup>3</sup>* mostrou que o número de investidores em renda variável cresceu 23% em 12 meses, levando em consideração os dados coletados no final do primeiro trimestre de 2023 ([B3f, 2023](#)). Segundo ([MOURA, 2023](#)), grande parte deste crescimento vem da facilidade de poder se realizar essas operações no conforto do lar, e com a esperança de se poder melhorar a qualidade de vida.

Esse relevante avanço está relacionado às facilidades proporcionadas pela tecnologia que facilitou a entrada no mercado de várias corretoras, financeiras e *fintechs*. Isso acabou por proporcionar um maior acesso ao mercado, fazendo com que ficasse acessível a uma grande parte da população. O acesso a plataformas de negociação e de estudos fornecidos por grandes *players* do mercado também ajudaram nesse crescimento. Todavia, essa revolução na facilidade de operar no mercado de ações, assim como o acesso a todo esse conhecimento, trouxe também uma grande preocupação para investidores inexperientes. Por exemplo, além dos golpes existentes no mercado, existe também o fator risco do investimento que por si só pode conseguir derreter todo um patrimônio de um investidor que venha a ter uma operação desfavorável ([JUNIOR, 2022](#)).

Além de todas as facilidades citadas anteriormente, pode-se destacar também a disponibilização de várias informações relativas ao mercado de ações que teve um aumento significativo. Essa grande massa de dados disponível dificulta ainda mais a tarefa de interpretá-los, de avaliar os seus impactos, e de apurar o que já foi internalizado pelos mercados. A análise desses dados pode ser considerada uma tarefa complexa, e caso não sejam bem avaliada, podem acabar por elevar consideravelmente os riscos existentes nas operações ([JUNIOR, 2022](#); [GAMBOGI, 2013](#)). Segundo ([SHAH; ISAH; ZULKERNINE, 2019](#)), esses riscos são reflexos da variação de preços que são influenciados por uma gama dispersa de diferentes fatores. ([NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA, 2022](#)) ressalta que, devido a essa incerteza, não é possível realizar a prospecção dos lucros ao final de uma negociação de compra e venda de um ativo.

A previsão dos preços futuros das ações observando os dados históricos é uma técnica utilizada para minimizar riscos existentes em uma transação. No entanto, a complexidade do mercado torna essa previsão uma tarefa desafiadora. (DAMETTO, 2018) defende que não é possível realizar a previsão do valor de um ativo tomando como base somente o seu valor histórico. Porém, (NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA, 2022; SOUTO et al., 2021; ALVES; BRAZ, 2023) conseguiram obter resultados interessantes em suas pesquisas envolvendo predição de preço futuro de ativos.

Segundo (CARDOSO, 2023), os riscos envolvidos nessas operações podem diminuir quando se é adotada alguma estratégia para as operações de compra e venda de ações a partir de uma análise criteriosa e bem definida. (PACCE, 2017) descreve que é possível utilizar a análise técnica para dar subsídios ao investidor através da identificação de tendências dos preços baseando-se na "*Teoria de Dow*". Essa teoria foi criada por Charles Dow no começo do século XX, e visa identificar as tendências significativas de alta ou de baixa no mercado.

O movimento dos preços, como mencionado por Dow, auxilia na identificação das tendências do mercado e, a partir dessa identificação, é possível compreender os movimentos por trás da precificação de um ativo. Os princípios da Teoria de Dow baseiam-se em estudos sobre as tendências estabelecidas pelo mercado, considerando eventos passados, ou seja, os preços de fechamento anteriores, o volume de negociação e os padrões gráficos (TORO, 2024).

A utilização da identificação das tendências do mercado, aliada à avaliação do volume de negociações realizadas, auxilia na determinação das tendências de movimento de alta ou baixa dos preços de fechamento (Yahoo! Finance, 2024). Além dessa análise, é possível empregar o gerenciamento de risco para mitigar perdas e maximizar os lucros (BRASILEIRO, 2013).

O uso de Inteligência Artificial (IA) em conjunto com a análise técnica, que se baseia na Teoria de Dow, pode fornecer informações que auxiliam na tomada de decisão. Segundo (SANTOS; IGARASHI; IGARASHI, 2023), a IA já está sendo amplamente utilizada em diversas áreas e tem se mostrado bastante útil. Na área financeira, tem ajudado investidores a obterem lucros com segurança em seus investimentos.

A utilização da rede LSTM, uma rede neural recorrente, como ferramenta para realizar previsões dos preços de fechamento usados na avaliação da tendência dos preços,

está se tornando cada vez mais comum. De acordo com (LEANDRO et al., 2021; SOUTO et al., 2021), as previsões realizadas apresentam uma boa acurácia. Isso é reforçado pela constatação de (NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA, 2022), que avaliou o uso do LSTM como positivo para identificação da tendência dos preços.

Considerando o exposto, o uso da rede LSTM para realizar a previsão dos preços de fechamento das ações negociadas, juntamente com os preços reais, permitirá identificar a direção do mercado com base na amostra recebida, possibilitando antecipar o comportamento dos preços futuros das ações. Com essa informação, é possível identificar o momento ideal para comprar ou vender o ativo, buscando minimizar os riscos envolvidos nas transações existentes no mercado de ações.

### 1.1 Motivação e Justificativa

Existe um grande interesse, tanto por parte de pesquisadores quanto de investidores e analistas financeiros, em ter acesso a ferramentas que possam auxiliar na tomada de decisão durante as operações realizadas no mercado de ações. Vários trabalhos têm abordado esse tema (NASCIMENTO; JALE; FERREIRA, 2021; SANTOS; SCHAAL; GOULART, 2024; BRASILEIRO, 2013 e MOURA, 2023) observando, por exemplo, o grande volume de dados disponíveis relacionados às transações realizadas no mercado financeiro.

O uso de IA nesse grande volume de dados disponíveis para treinar modelos preditivos possibilita o desenvolvimento de ferramentas que podem auxiliar na tomada de decisão durante as operações de compra e venda de ações. Os autores em (LEANDRO et al., 2021) desenvolveram modelos preditivos baseados na rede LSTM para prever o preço de fechamento das ações negociadas na B3, obtendo resultados promissores.

Diversas proposições de estratégias (MACHADO et al., 2022 e NASCIMENTO; COSTA; BIANCHI, 2020) ou modelos preditivos ( BATHLA, 2020, MOURA, 2023 e (ALVES; BRAZ, 2023) têm sido desenvolvidas com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão durante transações realizadas no mercado de ações. Muitas dessas estratégias utilizam Inteligência Artificial para melhorar os índices de acerto nas operações e, conseqüentemente, maximizar o retorno obtido (PACCE, 2017 BRASILEIRO, 2013 NASCIMENTO; COSTA; BIANCHI, 2020).

Outro aspecto importante é o desafio de prever o movimento do mercado, onde as variações nos preços das ações representam um fator de risco para os investidores, e as incertezas geralmente não garantem resultados positivos nas negociações. No entanto, para mitigar esses riscos, é possível recorrer à análise técnica, que permite identificar as tendências de preço.

Este trabalho visa utilizar IA, fazendo uso da rede LSTM, para prever os preços, juntamente com a identificação da tendência dos preços, a fim de identificar o melhor momento para realizar operações de compra ou venda de ativos. A estratégia abordada será auxiliada pela utilização do histórico do volume de transações do ativo, para confirmar ou não a formação de uma tendência, e ou pelo gerenciamento de risco, visando minimizar as perdas e maximizar os lucros.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é propor estratégias para auxiliar investidores iniciantes na tomada de decisão durante as operações de compra e venda de ações, visando reduzir os riscos envolvidos e maximizar os lucros obtidos. Estas estratégias fazem uso das previsões realizadas pela rede LSTM, combinadas com a análise do movimento dos preços, indicador de volume e gerenciamento de risco.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

De forma mais específica, os objetivos deste trabalho são:

- Propor um modelo que utiliza a rede LSTM para prever os preços de fechamento das ações;
- Propor a utilização da análise técnica para prever a tendência (de alta, de baixa ou lateralidade) dos preços das ações;
- Propor uma estratégia baseada na previsão dos preços de fechamento e na análise da tendência dos preços;
- Propor uma estratégia baseada na previsão dos preços de fechamento, na análise da tendência dos preços e a utilização do indicador de volume;
- Propor uma estratégia baseada na previsão dos preços de fechamento, na análise da

tendência dos preços e a utilização do gerenciamento de risco;

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

Além desta introdução, esta dissertação é composta e organizada da seguinte maneira. O Capítulo 2 mostra os trabalhos relacionados a esta pesquisa, apresentando estudos relacionados ao treinamento de modelos de IA e estratégias relacionadas com a compra e venda de ativos. O Capítulo 3 mostra os conceitos necessários para o entendimento deste trabalho, tais como, mercado financeiro, bolsa de valores, mercado de ações, estratégias de negociação, e inteligência artificial. Posteriormente, o Capítulo 4 apresenta a metodologia aplicada para o desenvolvimento dessa pesquisa. Em sequência, o Capítulo 5 mostra a aplicação das estratégias estudadas neste estudo. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões e as limitações sobre o trabalho desenvolvido, e mostra possíveis direcionamentos da pesquisa para trabalhos futuros.

## 2 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta os trabalhos relacionados à aplicação de IA no mercado financeiro e, em seguida, realiza uma comparação dos trabalhos encontrados na literatura em relação ao que é proposto nesta dissertação. Desta forma, fica mais claro as contribuições desta pesquisa.

O acesso aos dados do setor financeiro tem impulsionado o crescimento da utilização da inteligência artificial para lidar com uma quantidade enorme de dados gerados em tempo real. Com esse volume expressivo de dados disponíveis, as soluções desenvolvidas utilizando inteligência artificial passaram a ganhar um maior respaldo devido à sua capacidade de oferecer aplicações com o objetivo de prevenir fraudes, extrair informações relevantes para análises diversas, tratar dados, gerar previsões e acompanhar as tendências de mercado (RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023).

Os autores em (NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA, 2022) utilizaram 3 modelos de predição: ARIMA, PROPHET e LSTM. Esses modelos utilizaram como entrada o mesmo período para treinamento, correspondente de 19/01/2017 a 16/06/2021, e o período de 17/06/2021 a 19/01/2022 para validação do modelo. A série temporal continha 1.243 amostras, sendo 995(80%) amostras para teste e 248 (20%) amostras para validação. Os ativos utilizados na pesquisa foram: BOVA11, ITUB4 e PETR4. Os modelos foram treinados e previsões dos preços de fechamento dos ativos para 30, 60 e 90 dias foram estimados. A partir dos resultados obtidos, observou-se que, dos 3 modelos desenvolvidos, o LSTM, além de apresentar o menor erro nas previsões realizadas, também foi o que conseguiu prever melhor a tendência.

Em (SOUTO et al., 2021), os autores realizaram a predição do valor do preço de fechamento da ação VALE3 utilizando três modelos de redes neurais LSTM: *Vanilla LSTM*, *Stacked LSTM* e *Convolutional LSTM*. Esse estudo utilizou os dados extraídos entre janeiro de 2014 até maio de 2021, totalizando 1.828 observações contidas na série temporal, sendo 1.207 para treino e 621 para testes. A técnica de *rolling-origin* foi utilizada para melhorar a predição. Essa técnica consiste em decompor a série dos dados em janelas móveis de treino e teste, nas quais a origem da predição é atualizada continuamente. Como conclusões, pode-se destacar que o *Convolutional LSTM* apresentou os melhores resultados considerando a métrica *Symmetric mean absolute percentage error* (sMAPE), com um

erro de 1.65%.

Os autores (LEANDRO et al., 2021) conduziram um estudo utilizando LSTM para realizar a predição dos preços de fechamento dos ativos envolvidos. Nesse estudo, o indicador *true range* foi utilizado para calcular a amplitude da variação e, assim, pode-se computar o valor de  $r$  para o gráfico *renko*. A ferramenta *MetaTrader 5* foi utilizada para importar as ações a partir do gráfico *renko* selecionado. Como base para a série temporal, foram coletados os valores entre janeiro de 2019 e julho de 2021, utilizando 30% dos dados para treinamento e 70% para teste. Os seguintes ativos foram analisados: GOLL4, CSNA3, ELET3, B3SA3, PETR4 e VALE3. A proposta apresentou resultados interessantes em todos os ativos avaliados, sendo os resultados comparados com a técnica de *buy and hold*.

Em (ROONDIWALA; PATEL; VARMA, 2017), foi proposto um modelo baseado em LSTM para prever a pontuação do *NIFTY 50*, um índice de referência do mercado de ações indiano. Foram coletados 5 anos de dados históricos e usados para fins de treinamento e validação do modelo. Esses dados vão de 01/01/2011 a 31/12/2016, totalizando 1.180 amostras para fins de treinamento e 132 amostras para validação do modelo. Para analisar a eficiência do modelo, utilizou-se o erro quadrático médio (RMSE, do inglês de *Root Mean Squared Error*), onde foi possível observar que o uso do LSTM pode auxiliar investidores, analistas ou qualquer pessoa interessada em investir no mercado de ações, proporcionando um bom conhecimento da situação futura.

BATHLA, 2020) utilizou os modelos LSTM e o *Support Vector Regression (SVR)* para realizar a predição dos índices *NSE*, *BSE*, *NASDAQ*, *NYSE*, *SP 500* e *Dow Jones Industrial Average*. Após as predições, observou-se que, através dos resultados do cálculo do *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, o LSTM obteve um desempenho melhor na precisão de previsão do que o SVR.

Em (PACCE, 2017), foi proposta uma estratégia de negociação baseada em *eXtended Classifier Systems (XCS)* e programação genética em conjunto com a utilização de indicadores técnicos do mercado de capitais. Foram utilizados os valores dos ativos existentes entre janeiro de 2014 e janeiro de 2017 para a ação PETR4. A arquitetura do sistema negociador utiliza a programação genética para evoluir os classificadores para que se adéquem ao ambiente existente no mercado. Nessa estratégia, o XCS realiza o aprendizado do sistema a partir dos índices aplicados e, assim, pode-se realizar as indicações de "Compra", "Manter posição atual" ou de "Venda". O sistema foi desenvolvido utilizando

a plataforma *MetaTrader 5*. Os resultados obtidos foram comparados com a estratégia *Buy-and-Hold*, e pode-se perceber resultados médios 55% superiores nos 3 anos analisados.

O autor (BRASILEIRO, 2013) propôs um sistema automático de negociação de ações no mercado utilizando ferramentas de análise técnica, classificadores K-NN e A-k-NN, algoritmos de inteligência coletiva *Particle Swarm Optimization* (PSO) e *Artificial Bee Colony* (ABC). Além disso, esse trabalho também fez o gerenciamento de riscos através da definições dos *stops*. Esse trabalho foi desenvolvido levando em consideração a pesquisa realizada em (TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2010). Nesse experimento, o autor utilizou as cotações diárias de 15 ações que fazem parte do índice Ibovespa entre os anos de 1998 e 2009. Para a validação dos dados, adotado-se o *walk-forward* utilizando 3 anos para treinamento e um para validação. Os resultados apresentados demonstraram que pelo menos uma das estratégias utilizadas foi superior à estratégia *buy-and-hold* em todas as ações analisadas. Já comparando com o trabalho de (TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2010), o resultado foi bastante superior, conseguindo apresentar um lucro de 30.578,39% com a estratégia A-k-NN-M-ABC, enquanto que o trabalho referenciado apresentou 511,35% de lucro.

(MOURA, 2023) desenvolveu um modelo de rede neural profunda para prever os preços de fechamento de ações negociadas na bolsa de valores brasileira (B<sup>3</sup>). Dentre os ativos analisados estão a VALE3 e o ITUB4. Os dados foram obtidos a partir do portal *Yahoo Finance*, levando em consideração o período de janeiro de 2010 a setembro de 2022. Os dados foram divididos em conjuntos de treinamento (60%), validação (10%) e teste (30%). O experimento foi realizado levando em consideração inicialmente três execuções parciais representados pelos períodos "Resultados Pré-pandemia (2019)", "Resultados Durante a Pandemia (janeiro/2020 a agosto/2021)" e "Resultados Pós-pandemia (setembro/2021 a setembro/2022)". Além disso, também foi analisado um período levando em consideração todas essas fases, e denominado por "Resultados gerais (2019 a setembro/2022)". As métricas utilizadas para verificar a qualidade das previsões foram a RMSE e a *Mean Absolute Error* (MAE). Para o gerenciamento de risco foi utilizado o *stop loss* com um limite máximo de perda em 50%. Os resultados demonstraram que o somatório das simulações parciais realizadas para as estratégias "Sem *Stop loss*" e "50% *Stop Loss*", assim como a avaliação do lucro obtido utilizando *Buy and Hold* ficaram próximos do obtido pela simulação geral. Avaliando os resultados da simulação geral, foi possível

notar que a estratégia “Sem *Stop Loss*” conseguiu superar em até 15,69% a lucratividade alcançada utilizando a estratégia B&H. Já a estratégia “50% *Stop Loss*” apresentou um resultado muito inferior ao alcançado pela estratégia “Sem *Stop Loss*” nos cenários de alta volatilidade.

Os autores (ALVES; BRAZ, 2023) desenvolveram modelos preditivos com base na rede neural Long Short-Term Memory (LSTM) para prever o preço de fechamento da ação e, em seguida, os autores também analisaram a tendência dos preços de fechamento. Os valores históricos foram coletados do site *Yahoo Finance* para o período entre maio de 2013 e maio 2023. Esses períodos foram utilizados para treinamento e para teste. Para avaliar os resultados dos modelos foram utilizadas as seguintes métricas: Acurácia, Precisão, *Recall*, *F1 Score* e AUCS core. Como comparativo, foi desenvolvido um algoritmo de *baseline* para comparação usando um algoritmo mais simples. Os resultados obtidos mostraram que o modelo LSTM apresentou resultados melhores em relação ao *baseline*.

Em (BARBOZA; GARRUTI; SILVA, 2021), os autores analisaram a qualidade das previsões realizadas para 15 minutos à frente na tendência (subir ou cair) do preço da ação da Petrobras, com histórico extraído entre 2014 e 2020. Sendo separados em 75% dos dados para treino e 25% para teste. Para avaliar a qualidade das previsões foram utilizadas as métricas *Accuracy*, *Precision*, *Recall* e *F1-Score*. Os resultados identificaram que o modelo LSTM apresentou uma maior eficácia quando se é utilizado para prever as tendências de queda. Os resultados obtidos também foram comparados com outros trabalhos, tendo se saído melhor do que o trabalho proposto em (NELSON; PEREIRA; OLIVEIRA, 2017).

(MACHADO et al., 2022) utilizaram o modelo baseado na rede LSTM para prever o preço de fechamento das ações ITSA4, OIBR3, PETR4 e VIIA3. Foi utilizada a série temporal entre 27/06/2012 e 20/08/2021 como base do treinamento, teste e aplicação das estratégias. As estratégias são baseadas em limiares calculados para compra e venda nos seguintes percentuais, respectivamente, 0% - 0%, 2,5% - 1,25 e 5% - 2,5%. As estratégias trabalhadas no artigo não apresentaram lucros significativos, podendo perder para investimentos em renda fixa ou investimentos baseados na taxa SELIC.

Os autores (BANIK et al., 2022) criaram um sistema de apoio à decisão com o objetivo de prever com precisão os preços futuros das ações utilizando a rede LSTM. Como contribuição além do sistema de apoio foi desenvolvido também uma nova pontuação de

sucesso com base em indicadores técnicos *Money Flow Index* (MFI) e *Relative Strength Index* RSI. Além disso, esse artigo também gerou um relatório de análise de investimento baseado na pontuação de sucesso definida. Para isto, foram utilizados os dados entre 01/01/2020 e 31/07/2020 das negociações realizadas na Bolsa Nacional de Valores da Índia.

Os autores ([NASCIMENTO; COSTA; BIANCHI, 2020](#)) propuseram um método para prever os melhores momentos de compra e venda para o mercado de ações chamado MCNN-TC. Para isto, foram avaliados os ativos BOVA11, ITUB4, PETR4 e VALE3 negociados na B<sup>3</sup>. Os dados foram coletados do *Yahoo Finance* no período entre 02/12/2008 e 31/12/2018. Toda a amostra é rotulada como comprar, vender ou manter de acordo com o algoritmo utilizado para gerar os parâmetros para orientar a marcação. Os resultados foram comparados com a técnica de B&H e CNN-TA de trabalhados em ([SEZER; OZBAYOGLU, 2018](#)). O modelo definido apresentou um desempenho melhor do que o utilizado como referência.

Os autores ([ELLIOT; HSU, 2017](#)) apresentaram os seguintes modelos para prever o preço das ações: *Baseline Model*, *Linear Model*, *Generalized Linear Model*(GLM) e *Recurrent Neural Network* (RNN) onde usou a rede LSTM. Os modelos foram testados com os preços de fechamento diários do índice S&P 500. Também foram examinadas 5 técnicas comumente usadas na negociação utilizando algoritmos no setor financeiro. O resultado da pesquisa identificou que os modelos linear, *Generalized linear model* (GLM) e RNN não conseguiram melhorar a previsão em relação ao modelo definido como *Baseline Model* baseado no modelo *martingale*. Como referência para avaliar a qualidade das predições foi utilizado o RMSE.

([SANTOS; SCHAAL; GOULART, 2024](#)) propuseram utilizar indicadores técnicos de mercado defasados para minimizar os riscos durante operações realizadas no Brasil. Para isto, foram criados dois modelos baseado na rede neural artificial(RNA) utilizando apenas indicadores da Telefônica Brasil (VIVT3) e outro para a *China Telecom Corp Ltd* (0728.HK). O modelo 1 utilizou apenas as informações da VIVT3 para treinamento e realização da estratégia de compra e venda. O modelo 2 além de utilizar os dados da VIVT3 também usou os dados da 0728.HK no treinamento do modelo. A estratégia utilizada para realizar as operações de compra e venda das ações foi guiada pela avaliação dos indicadores OBV, RSI e SMA para cada modelo. Como resultado foi possível verificar

a utilização de informações de bolsas de outros países que podem servir para auxiliar na tomada de decisão.

A Tabela 1 resume uma comparação dos trabalhos relacionados em sete aspectos: Técnica utilizada para predição, se realiza predição dos preços futuros, se realiza a avaliação da tendência dos preços, se realiza a avaliação da tendência do volume se utiliza algum gerenciamento de risco, se propôs alguma estratégia de negociação e qual índice utilizou como referência para validar a estratégia ou a qualidade da predição.

Os trabalhos [NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA\(2022\)](#), [SOUTO et al.\(2021\)](#), [LEANDRO et al.\(2021\)](#), [ROONDIWALA; PATEL; VARMA\(2017\)](#), [BATHLA\(2020\)](#), [MOURA\(2023\)](#), [ALVES; BRAZ\(2023\)](#), [BARBOZA; GARRUTI; SILVA\(2021\)](#), [ELLIOT; HSU\(2017\)](#), [MACHADO et al.\(2022\)](#) e [BANIK et al.\(2022\)](#) realizaram treinamento de modelos preditivos objetivando a realização de previsões que foram validadas utilizando métricas conhecidas obtendo retorno interessante. Já [PACCE\(2017\)](#), [BRASILEIRO\(2013\)](#) e [NASCIMENTO; COSTA; BIANCHI\(2020\)](#) utilizaram classificadores. [NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA\(2022\)](#), [ROONDIWALA; PATEL; VARMA\(2017\)](#), [BATHLA\(2020\)](#), [PACCE\(2017\)](#), [ALVES; BRAZ\(2023\)](#) e [MACHADO et al.\(2022\)](#) realizam a avaliação da tendência dos preços dos ativos envolvidos na pesquisa enquanto [BRASILEIRO\(2013\)](#) e [MOURA\(2023\)](#) realizam apenas a avaliação de tendência do volume das transações. No entanto, [LEANDRO et al.\(2021\)](#) e [SANTOS; SCHAAL; GOULART\(2024\)](#) foram os que realizaram tanto a avaliação de tendência dos preços quanto utilizaram o indicador de volume para realizar a confirmação da tendência. [PACCE\(2017\)](#), [BRASILEIRO\(2013\)](#) e [MOURA\(2023\)](#) foram os únicos que propuseram um estratégia de negociação de ativos e utilizaram alguma técnica de gerenciamento de risco. Já [MACHADO et al.\(2022\)](#) e [NASCIMENTO; COSTA; BIANCHI\(2020\)](#) apenas propuseram uma estratégia de negociação. [SANTOS; SCHAAL; GOULART\(2024\)](#) trabalhou quase todas as características excetuando o gerenciamento de risco.

Nesse sentido, esta pesquisa se torna relevante, pois reúne todas as características observadas em todos os trabalhos avaliados. Ao analisar a Tabela 1, é possível notar as lacunas existentes nos demais trabalhos citados. Desta forma, desenvolve uma estratégia baseada na análise da tendência dos preços previstos por um modelo treinado pela rede LSTM, utilizando apenas três valores para avaliar as tendências dos preços. Destes valores, dois são reais e um é previsto. Entre os trabalhos avaliados, [MACHADO et al.\(2022\)](#)

utilizou cinco dias de valores reais e um dia para o valor prospectado, obtendo lucros aceitáveis em comparação com a estratégia de *Buy and Hold*. Espera-se obter resultados similares ao utilizar uma quantidade menor de valores para avaliar a direção do mercado, com o subsídio do uso de todos os aspectos identificados nesta avaliação.

Tabela 1 – Trabalhos Relacionados

Estudo	Técnica utilizada	Realiza predição	Avalia tendência do preço	Avalia tendência do volume	Gerenciamento de risco	Estratégia de negociação	Índice referência
NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA(2022)	ARIMA, PROPHET e LSTM	X	X				Valor da ação
SOUTO et al.(2021)	LSTM	X					Valor da ação
LEANDRO et al.(2021)	LSTM	X	X	X		X	B&H
ROONDIWALA; PATEL; VARMA(2017)	LSTM	X	X				Valor da ação
BATHLA(2020)	LSTM e SVR	X	X				Valor da ação
PACCE(2017)	Programação genética e XCS		X		X	X	Valor da ação
BRASILEIRO(2013)	RFR			X	X	X	Valor da ação
MOURA(2023)	LSTM	X		X	X	X	B&H
ALVES; BRAZ(2023)	LSTM	X	X				Algoritmo proposto
BARBOZA; GARRUTI; SILVA(2021)	LSTM e Random Walk	X					Random Walk
MACHADO et al.(2022)	LSTM	X	X			X	B&H e BOVA11
BANIK et al.(2022)	LSTM	X					Valor da ação
NASCIMENTO; COSTA; BIANCHI(2020)	MCNN-TC					X	B&H e CNN-TA
ELLIOT; HSU(2017)	Martigale, LM, GLM e RNN-LSTM	X					Valor da ação
SANTOS; SCHAAL; GOULART(2024)	RNA	X	X	X		X	Valor da ação
Esta Pesquisa	LSTM	X	X	X	X	X	B&H

Fonte: O autor

## 3 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta os conceitos teóricos necessários para um melhor entendimento da pesquisa realizada nesse trabalho. Portanto, o capítulo inicia com uma explicação conceitual sobre os mercados financeiro e de ações. Em seguida, são explicadas as estratégias de negociação utilizadas no mercado. Posteriormente, são explicadas redes neurais recorrentes, seus pontos-chaves e o porquê da escolha de utilizá-las. Por fim, são apresentadas algumas ferramentas utilizadas no trabalho.

### 3.1 Mercado Financeiro

O mercado financeiro é o espaço em que ocorrem as negociações de ações, commodities, moedas, títulos, mercadorias entre outros bens e ativos que tenham algum valor financeiro. Normalmente, cada país tem o seu ambiente financeiro onde os ativos ou bens são negociados. Um dos maiores representantes do mercado financeiro do planeta é a bolsa de valores de *New York* (NYSE), que tem uma movimentação diária de negociações na casa dos trilhões de dólares (REIS, Tiago, 2023).

No Brasil, essa representação está sob a responsabilidade da B<sup>3</sup> sediada em São Paulo. A B<sup>3</sup> integra os índices Ibovespa, IBrX-50, IBrX e Itag, entre outros (B3a, 2024). Tem movimentação diária de negociações na casa dos bilhões de dólares (B3b, 2024).

Em uma economia de livre mercado a função do mercado financeiro é fornecer um ambiente onde compradores e vendedores possam realizar a troca de bens sem grandes intervenções externas. Normalmente as partes envolvidas nesse mercado estão divididas em credores (ou investidores), que fornecem o capital, e os captadores (ou mutuários), que captam os recursos em troca de juros ou parte dos lucros do negócio com os novos acionistas (REIS, Tiago, 2023).

Segundo (PACTUAL, BTG, 2023), o mercado financeiro pode ser dividido da seguinte forma:

- Mercado aberto: cuida das negociações das ações oferecidas por empresas com capital aberto na bolsa de valores.
- Mercado de câmbio: é a plataforma de negociação de moedas estrangeiras.
- Mercado de crédito: cuida dos empréstimos bancários.

### 3.1.1 Bolsa de valores

De acordo com o dicionário **Dicio**, a bolsa de valores é um "*centro de negociação de ações de empresas com capital aberto, aquelas cujos títulos financeiros dos associados podem ser comprados por qualquer pessoa.*" ([BOLSA DE VALORES, 2024](#)). Na Bolsa de valores são negociadas as ações de empresas. Para uma empresa se encontrar habilitada a negociar as suas ações na bolsa, em primeiro lugar ela deve abrir o seu capital. No entanto, ainda existem uma série de regras a serem cumpridas. No final de todo o processo, a empresa passará a ser uma instituição anônima, sendo gerida pelo grupo que possuir a maior quantidade de ações ([BRUM, 2006](#)).

Segundo ([CHEEMA, Ramish, 2023](#)), as bolsas de valores existentes nos países movimentam bilhões de dólares. Sendo as cinco primeiras:

1. **NYSE** (New York Stock Exchange) com capitalização de mercado de US\$ 22.649 bilhões;
2. **Nasdaq** (National Association of Securities Dealers Automated Quotations Stock Market) com capitalização de mercado de US\$ 18.003 bilhões;
3. **XSHG** (Shanghai Stock Exchange) com capitalização de mercado de US\$ 7.265 bilhões;
4. **EPA:ENX.PA** (Euronext N.V.) com capitalização de mercado de US\$ 6.626 bilhões;
5. **XJPX** (Japan Exchange Group, Inc.) com capitalização de mercado de US\$ 5.650 bilhões.

No Brasil, existe a B<sup>3</sup> (Brasil, Bolsa, Balcão), que está sediada em São Paulo. A B<sup>3</sup> é autorregulada e está sob a supervisão da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), utilizando como indicador de referência a Ibovespa. No mundo, está situada na 20<sup>a</sup> posição com capitalização de mercado de US\$ 915 bilhões ([CHEEMA, Ramish, 2023 B3b, 2024](#)).

## 3.2 Mercado de Ações

O mercado de ações permite que a menor parcela do capital de uma empresa possa ser adquirida por qualquer pessoa. Quem compra essa ação passa a ser sócio da empresa compartilhando os direitos e deveres. Os donos das ações podem receber: dividendos (parcela do lucro líquido de uma empresa que é compartilhada), juros sobre capital (maneira alternativa das empresas distribuírem ganhos) ou bonificação (benefícios esporádicos). Os

valores pagos são divididos entre todos os que possuem os títulos de forma proporcional (Infomoney, 2024).

Resumindo o conceito, (BB, 2024) define o mercado de ações como "segmento do mercado de capitais em que ocorre a compra e a venda de ações das sociedades anônimas, e que tem como principal função proporcionar liquidez aos títulos emitidos pelas companhias abertas".

### 3.2.1 Ações

A ação é um certificado que indica que o proprietário tem uma fração de uma empresa. Ao adquirir esse certificado, passa-se a ser considerado como coproprietário do negócio ou sócio. Se a empresa não realizar novas emissões de ações e outra pessoa quiser ser acionista do empreendimento, terá que comprar algum certificado emitido anteriormente (ELDER, 2006).

As ações são emitidas por empresas que desejam captar recursos do mercado objetivando a execução de algum projeto de expansão ou reestruturação. Elas são consideradas títulos de renda variável e não contam com a garantia do FGC (BB, 2024). Um acionista (detentor da ação) tem o direito a uma parte dos ativos e ganhos da empresa.

Quando as perspectivas de um negócio são positivas, os agentes envolvidos no mercado ofertam valores para comprarem essas ações, empurrando o preço para cima. Se, ao contrário, constatarem que o negócio não é promissor, as ações serão vendidas, puxando o preço para baixo (ELDER, 2006). Na Figura 1, pode-se visualizar a oscilação existente nos preços diários da ação da Petrobras. Essa variação ocorre devido a frequente mudança de sentimento relacionado ao futuro da empresa (B3c, 2024).

### 3.3 Estratégias de negociação

Realizar operações de compra e venda de ações na bolsa de valores não é questão de sorte para obter lucros ou de azar quando ocorrem perdas. Esse tipo de negociação requer conhecimento para evitar a perda de patrimônio (NEVES, 2019).

Apesar de ser impossível de se prever o mercado, existem várias ferramentas e estratégias que podem auxiliar na tomada de decisão. O investidor pode utilizar a Análise

Figura 1 – Gráfico da oscilação dos preços diários da ação da Petrobras - PETR4



Fonte: (B3c, 2024)

Técnica (AT), que visa estudar os movimentos do mercado, principalmente através de uso de gráficos, a Análise Fundamentalista (AF) que estuda toda a economia de um país e os dados reais da empresa ou a estratégia de *Buy and Hold*, que realiza a aquisição de títulos, e os segura até que esses ativos se valorizem com o tempo (NEVES, 2019).

### 3.3.1 Análise Fundamentalista (AF)

A análise fundamentalista é uma estratégia bastante utilizada que analisa a situação financeira e econômica de uma dada empresa com objetivo de identificar o valor real do ativo. Essa análise visa diminuir os riscos envolvidos nas transações financeiras ao se realizar um estudo da real condição da empresa (PENTEADO, 2003).

A avaliação da empresa tem como objetivo o de estabelecer o seu valor justo. Para isso, diversos fatores são levados em consideração como a situação macroeconômica para tentar identificar o grau de interferência que pode existir nos negócios ou no mercado da empresa (DEBASTIANI; RUSSO, 2008 CORRETORA, 2015). Segundo (DEBASTIANI; RUSSO, 2008), os indicadores macroeconômicos avaliados durante uma análise de uma empresa por um investidor, são:

- **Índices de inflação:** representa o termômetro da economia de uma país;
- **Taxas de juros:** é uma ferramenta utilizada para determinar o nível de atividade

de um país. No Brasil, o Copom é o responsável por estabelecer essas diretrizes de política monetária;

- **Risco país:** é um índice calculado pelo banco JP Morgan, que é utilizado para medir o grau de risco da economia de um país;
- **Balanco de pagamentos:** o investidor utiliza esse balanço para monitorar a atividade do país no contexto internacional;
- **Commodities:** são produtos com pequeno grau de industrialização ou em seu estado bruto negociados na bolsa de valores.

([PENTEADO, 2003](#)) descreve em seu trabalho que investidores que utilizam análise fundamentalista no mercado de ações dependem de dados estatísticos. Eles realizam análise de vários relatórios de auditorias, balanços, demonstrativos de resultados, políticas da empresa, entre outros. Todas essas informações são utilizadas para avaliar se a ação está sendo negociada abaixo de suas estimativas de valor. Caso esteja, a operação indicada é de compra.

### 3.3.2 Análise Técnica

A Análise Técnica, também conhecida como Análise Gráfica, é um método muito usado por profissionais do mercado financeiro na tentativa de, através do uso de gráficos, prever o caminho dos preços e do fluxo de um determinado ativo financeiro. Esse método permite tomar decisões rápidas baseadas nos movimentos realizados pelos preços. Essas decisões podem resultar em lucro ou em prejuízo em questões de segundos ([PINTO, 2020](#)).

Análise Técnica é o estudo da movimentação do mercado financeiro através do uso de gráfico com objetivo de prever tendências futuras de preços ([MURPHY, 1999](#)). A movimentação do mercado pode ser observada levando em consideração duas variáveis principais, o volume negociado e o preço da ação ([BRASILEIRO, 2013](#)).

Ao contrário da análise técnica, que se baseia em gráficos e padrões de preços, a análise fundamentalista leva em consideração o cenário macroeconômico, indicadores financeiros, desempenho da empresa, entre outros. As duas técnicas utilizam abordagem diferentes para a obtenção de lucro ([TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2010](#) [PagBank, 2023](#)).

Segundo ([PENTEADO, 2003](#)), os gráficos de preços das ações refletem as inúmeras influências que os ativos têm do ser humano, como: passividade, malícia, ingenuidade, medo,

ganância, desejo, estimativa de lucro, astúcia, falsidade, manipulação, ciclos econômicos e entre outros. A visão da análise técnica parte de três princípios:

- O preço desconta tudo o que acontece no mercado;
- Os preços se movimentam em tendências;
- O futuro reflete o passado.

No primeiro princípio da AT, não interessa realizar a avaliação de mercado, da situação macroeconômica, da situação da empresa, da política e entre outros fatores. Isso ocorre, pois essa análise considera que os preços já refletem todos esses fatores. Por esse motivo, a AT consegue prever a tendência do preço de um ativo, sem importar a razão que o provoca (CAPRIATA, 2022). Assim, o que torna-se importante na avaliação da identificação do momento em que se deve comprar ou vender é entender como os preços se movimentam.

Em relação ao segundo princípio, tem-se que o movimento dos preços reflete a percepção negativa ou positiva dos investidores em relação ao mercado. As oscilações existentes nos preços dos ativos durante um período caminham seguindo uma tendência e, assim, são nesses momentos que aparecem as melhores oportunidades para comprar ou vender um ativo (BRASILEIRO, 2013).

O terceiro princípio considera que os agentes envolvidos no mercado financeiro seguem o mesmo comportamento durante perdas e lucros. Esse comportamento apresenta determinados padrões que se repetem ao longo do tempo. Logo, esses movimentos do passado podem ocorrer no futuro, aumentando a previsibilidade do mercado (BRASILEIRO, 2013).

### 3.3.2.1 Indicador técnico

Indicadores técnicos são ferramentas utilizadas na análise técnica para auxiliar os investidores na tomada de decisão. Os indicadores, em forma de gráficos, são muito úteis para identificar tendências, reversões de tendência, resistência, níveis de suporte e entre outras informações relevantes (RIBEIRO; CORREA, 2021).

Esses indicadores podem ser obtidos utilizando cálculos simples ou complexos. Por exemplo, o indicador da média móvel simples, que é um dos indicadores mais utilizados, apresenta uma fórmula simples, conforme pode ser visto na Equação (3.1).

Os indicadores podem ser obtidos por meio de cálculos simples ou complexos. Por exemplo, o indicador da média móvel simples, um dos indicadores mais utilizados, apresenta uma fórmula simples, como demonstrado na Equação (3.1), onde  $A_n$  é o preço de um ativo no período  $n$ , e  $n$  é o número do total de períodos analisados.

$$SMA = (A_1 + A_2 + \dots + A_n)/n \quad (3.1)$$

Os indicadores podem ser classificados como osciladores ou rastreadores. Os considerados osciladores ajudam na identificação do momento em que, por exemplo, o mercado está sem tendência, utilizando os níveis de suporte e resistência. Já os rastreadores identificam as tendências do mercado utilizando o resultado das médias móveis (BRASILEIRO, 2013).

Existem vários indicadores em uso no mercado financeiro, dos quais é possível citar os mais conhecidos (RIBEIRO; CORREA, 2021; BRASILEIRO, 2013): Banda de *Bollinger*, médias móveis, índice de força relativa, entre outros. Apesar de existirem vários indicadores, neste trabalho são utilizados apenas os indicadores de análise de tendências dos preços e volume de transações.

#### 3.3.2.1.1 Volume

O volume de transações existente por dia no mercado de ações é bastante elevado. Essa informação pode representar o número de transações ocorridas ou o valor em moeda movimentada nas transações (Yahoo! Finance, 2024). A Figura 2 mostra um gráfico que exibe, além das variações dos preços de fechamento da ação Vale.S.A, exibe também o volume negociado no período.

Os investidores utilizam essa informação para determinar a liquidez de um papel e tomar decisões estratégicas. Essa informação pode ser observada na barra de volume que geralmente encontra-se embaixo dos gráficos. Elas demonstram quantas ações foram negociadas por período (dias, semanas, meses), além de ilustrarem as principais tendências (TORO, 2022).

Outra ideia existente na AT é que o volume precede o preço, afinal, o volume financeiro deve acompanhar a tendência. Isso porque quando ele está diminuindo numa tendência de alta, geralmente o movimento altista está terminando (TORO, 2022).

Figura 2 – Gráfico apresentando o volume de transações realizadas por dia



Fonte: (Yahoo! Finance, 2024)

### 3.3.2.2 Gerenciamento de risco (*Stop Loss* e *Stop Gain*)

As operações realizadas no mercado de ações apresentam um nível bastante elevado de incerteza. Desta forma, o gerenciamento de risco torna-se uma ferramenta bastante relevante para os operadores que desejam proteger o seu capital das perdas que possam ocorrer com a desvalorização do ativo. Esse gerenciamento também tem como objetivo o de proteger os ganhos aferidos. Vale destacar que a recuperação das perdas existentes exige um grau de acerto bastante elevado. Por exemplo, para um perda de 50% do patrimônio, o investidor terá que conseguir um ganho de 100% sobre o patrimônio restante (BRASILEIRO, 2013). O gerenciamento de risco bem configurado ajuda a proteger os ganhos e o capital das perdas que possam ocorrer com a desvalorização do ativo devido a alta volatilidade existente no mercado de ações. Este recurso é bastante utilizado no mercado de ações (XP, 2022).

Os *stops* são utilizados para gerenciar as perdas e os ganhos. Os dois mecanismos mais conhecidos de parada são o *stop loss* e o *stop gain*. No *stop loss*, é definido até quanto se pode ter prejuízo. Já no *stop gain*, é definido um objetivo de lucro, e a ação é vendida quando o objetivo é alcançado (BRASILEIRO, 2013 e XP, 2022).

O valor da ação no momento da compra é utilizado como referência para se definir o objetivo (ganhos esperados) e o limite de perda suportado. O objetivo, utilizado na

Figura 3 – Tendências de alta, de baixa e lateral



Fonte: (BRASILEIRO, 2013)

operação *stop gain*, corresponde ao somatório do valor do ativo com o valor calculado para o stop. Já o limite de perda suportado, utilizado na operação *stop loss*, é o resultado da subtração entre o valor do ativo e o valor do *stop loss* (XP, 2022).

### 3.3.2.3 Análise de tendência

A análise de tendências tem o suporte da teoria de *Charles Dow*. Essa teoria tem como principal fundamento o estudo das tendências originadas nas movimentações dos preços dos ativos no mercado financeiro. Nessas movimentações podem ser identificados uma tendência de alta, quando a força compradora é maior que a dos vendedores, e a tendência de baixa, quando os vendedores conseguem se sobrepôr aos compradores. Existe também a tendência lateral, quando existe um equilíbrio nas ações dos compradores e vendedores (BRASILEIRO, 2013). A Figura 3 apresenta exemplos das tendências de alta, de baixa e lateral.

A Análise de tendência tenta identificar e avaliar a direção em que um mercado ou segmento está se movendo. Para isto, utiliza os dados históricos de preços como base para a avaliação (ALVES; BRAZ, 2023).

### 3.3.3 Buy and Hold

*Buy and Hold* que na tradução literal significa comprar (*buy*) e segurar (*hold*) é uma das estratégias comumente utilizadas no mercado financeiro. Ela consiste na compra de um ativo e na permanência por um longo tempo, mesmo levando em consideração as características de volatilidade do mercado em períodos curtos, pois no longo prazo os mercados tendem a ter uma boa taxa de retorno (NEVES, 2019).

Benjamin Graham foi um dos principais precursores do *buy and hold*. Atualmente, *Warren Buffett* é um dos investidores de maior sucesso a utilizar essa estratégia. Junto com *Charlie Munger*, na década de 50, aprimoraram a estratégia tendo como a principal mudança a compra de ações de empresas de alta qualidade que estavam desvalorizadas (MODALMAIS, 2023).

### 3.4 Inteligência Artificial

Inteligência Artificial (IA) é um ramo de estudo de computação que trata da automação de comportamento inteligente. A evolução dessa área ocorreu naturalmente a partir da busca de como um ser humano pensa e age. Com a evolução da neurociência e da computação, a IA começou a aprofundar e conseguir avanços nos estudos nessas duas áreas (VASCO, 2020).

Na década de 50, *Alan Turing* apresentou os princípios iniciais de uma IA propondo a seguinte questão "*As máquinas podem pensar?*". Para tentar responder a este questionamento, ele propôs o chamado teste de *Turing* que tinha como objetivo o de testar a capacidade de um computador em reproduzir o comportamento equivalente a de um ser humano. O teste é composto por três agentes: (i) um jogador humano que entra em uma conversa, utilizando linguagem natural, com (ii) outro humano e (iii) uma máquina projetada para produzir respostas indistinguíveis de outro ser humano. Esses três agentes se encontram separados, e o agente interrogador tem que identificar entre os outros dois participantes quem é o computador (TURING, 2009; TURING, 2021).

Atualmente, a IA está cada vez mais em evidência, sendo capaz de auxiliar na automatização de tarefas, fornecer análise de dados, prospectar cenários e processar um grande volume de dados. Um ramo que a IA está ganhando cada vez mais espaço é no de economia. É possível encontrar também IA aplicada em aplicativos de música, na rede social, no GPS do seu carro, entre outros (RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023); (VASCO, 2020) destaca vários subcampos de pesquisas existentes para a IA, tais como:

- Processamento de linguagem natural(PLN): é utilizado para estudar a comunicação humana por métodos computacionais;
- Representação de conhecimento: é utilizado para armazenar o que a IA aprende;
- Raciocínio automatizado: é utilizado para usar informações armazenadas para

responder perguntas e tirar novas conclusões;

- **Aprendizado de máquina:** é utilizado para melhorar o desempenho em uma tarefa utilizando dados com base na sua experiência;
- **Visão computacional:** é utilizado para reconhecer objetos através de análise de imagem ou vídeo;
- **Robótica:** é utilizado para manipular objetos e conseguir se movimentar.

Vale destacar que o sistema financeiro é uma área da economia que tem absorvido soluções utilizando aprendizagem de máquina. Vários sistemas já utilizam esse subcampo da Inteligência Artificial, podendo serem destacadas as seguintes aplicações ([RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023](#)):

- **Sistema de crédito:** aprimoramento dos modelos de avaliação de crédito, gerenciamento de empréstimos, seguros, entre outros;
- **Relacionamento com o cliente:** oferta de serviços personalizados, modelos com mais eficiência na checagem da identidade, entre outros;
- **Cibersegurança e conformidade regulatória:** aprimoramento dos modelos de detecção de fraudes, avaliação de risco, entre outros;
- **Investimento:** otimização das análises, automação de operações, entre outros.

A utilização da IA na previsão de valores usando séries temporais tem sido bastante utilizada, uma vez que os resultados obtidos são relevantes. A capacidade de prever o comportamento futuro dos preços torna possível a sua utilização para auxiliar os agentes financeiros envolvidos no mercado de ações nas operações de tomadas de decisões ([NASCIMENTO; SANTOS; FERREIRA, 2022](#), [SOUTO et al., 2021](#), [ROONDIWALA; PATEL; VARMA, 2017](#) [LEANDRO et al., 2021](#), [MACHADO et al., 2022](#) e [BRASILEIRO, 2013](#)).

### 3.4.1 Aprendizado de Máquina

Segundo ([OLIVEIRA, 2018](#)), o aprendizado de máquina envolve um algoritmo que ajusta os seus parâmetros internos com base em dados de execuções anteriores, buscando melhorar os resultados a cada nova execução. Este campo de pesquisa da IA está relacionado à criação de programas de computadores capazes de aprender e aprimorar-se automaticamente em uma dada tarefa com base em experiências. Os algoritmos de

aprendizado de máquina têm a capacidade de identificar padrões em conjuntos de dados e otimizar seu desempenho por meio desses padrões (VASCO, 2020).

A partir de 2011, houve um grande avanço no campo do aprendizado de máquina, impulsionado por um aumento significativo nos investimentos em inovação e no aprimoramento da capacidade dos algoritmos de realizar previsões com base em dados disponíveis. Desde então, os resultados da inteligência artificial por meio de aprendizado estatístico têm sido intensificados com o desenvolvimento de diferentes técnicas e modelos estatísticos (RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023). Segundo (Data Science Academy a, 2022; RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023) as técnicas de IA comumente utilizadas podem ser agrupadas em três tipos:

- aprendizagem supervisionada,
- aprendizagem não supervisionada, e
- aprendizagem por reforço.

#### **3.4.1.1 Aprendizagem supervisionada**

Essa técnica utiliza um conjunto de dados rotulados para realizar o treinamento do modelo, permitindo que ele aprenda e melhore sua precisão ao longo do tempo. Um exemplo de aplicação é o desenvolvimento de um modelo com a capacidade de projetar receitas para um negócio (Data Science Academy a, 2022; RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023).

A rotulagem de dados ocorre na fase de pré-processamento ao desenvolver um modelo de aprendizado de máquina (ML). Nessa etapa, os dados brutos são identificados e recebem um ou mais rótulos que especificam seu contexto para os modelos de aprendizado de máquina, permitindo que esses modelos façam as previsões (RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023).

#### **3.4.1.2 Aprendizagem não supervisionada**

Nessa técnica, utilizam-se os dados oferecidos ao algoritmo que não são rotulados. O programa procura padrões e similaridades entre os dados, assim como pode encontrar tendências que não estão sendo processadas explicitamente. Um exemplo de aplicação é a

indicação de novos produtos baseados no padrão de comportamento dos clientes ([Data Science Academy a, 2022](#); [RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023](#)).

### 3.4.1.3 Aprendizagem por reforço

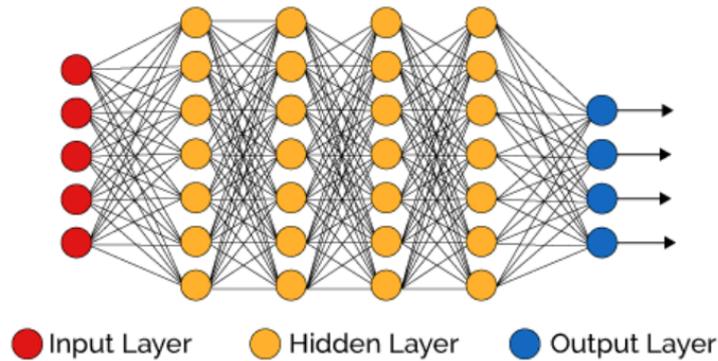
Essa técnica realiza o treinamento do algoritmo por meio de tentativa e erro em tarefas que exigem ações sequenciais para determinar a melhor ação. Para isso, é estabelecido um sistema de recompensa, fornecendo reforços numéricos a cada passo para indicar o desempenho do sistema. Os modelos podem ser treinados, por exemplo, para jogar ou treinar veículos autônomos para dirigir ([Data Science Academy a, 2022](#); [RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023](#)).

### 3.4.2 Aprendizagem profunda

A aprendizagem profunda consistem em uma família de técnicas baseadas no conceito de redes neurais artificiais. Essa técnica foi inspirada no funcionamento dos neurônios e envolve o treinamento do modelo com grandes quantidades de dados. Exemplo de aplicação dessa técnica podem ser na automatização de tarefas, realização de análises complexas ou na realização de previsões ([RAGAZZO; TOLENTINO; CATALDO, 2023](#)). Com relação às previsões, ([MOURA, 2023](#)) desenvolveu um modelo de rede neural profunda para prever os preços de fechamento das ações, obtendo bons resultados.

Essa técnica utiliza várias camadas, onde a primeira camada em uma rede é chamada de camada de entrada, e a última é denominada camada de saída. Todas as camadas entre elas são consideradas como camadas ocultas. Cada camada possui um algoritmo simples que contém um tipo de função de ativação. A informação é passada através de cada camada na rede, onde a saída da camada anterior serve como entrada para a próxima ([Data Science Academy c, 2022](#)). A Figura 4, mostra uma representação de uma rede neural com as camadas de entrada em vermelho, as camadas ocultas em amarelo e as camadas de saída em azul.

Figura 4 – Rede Neural Profunda (Deep Learning)



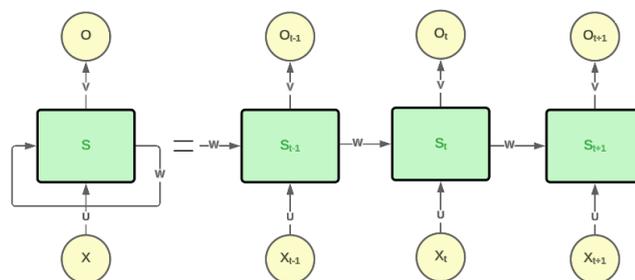
Fonte: (Data Science Academy c, 2022).

### 3.4.3 Redes Neurais Recorrentes

A rede neural recorrente (RNN) é uma ramificação da aprendizagem profunda, e se caracteriza pelo uso de nós recorrentes na sua estrutura. Em outras palavras, essas redes recebem como entrada a saída processada na camada anterior. A Figura 5 mostra o modelo de uma RNN que é utilizado para demonstrar o seu funcionamento (ALMEIDA, 2019).

Um exemplo de uma RNRs simples são compostas por três camadas: a camada de entrada, a camada oculta (ou intermediária) e a camada de saída. Como pode ser visualizado na Figura 2, cada neurônio na camada de entrada está conectado aos neurônios da camada intermediária subsequente, até a camada de saída (VASCO, 2020). As repetições mostradas no lado direito representam o desenvolvimento temporal da rede.

Figura 5 – Modelo de uma RNN



Fonte: Criação própria.

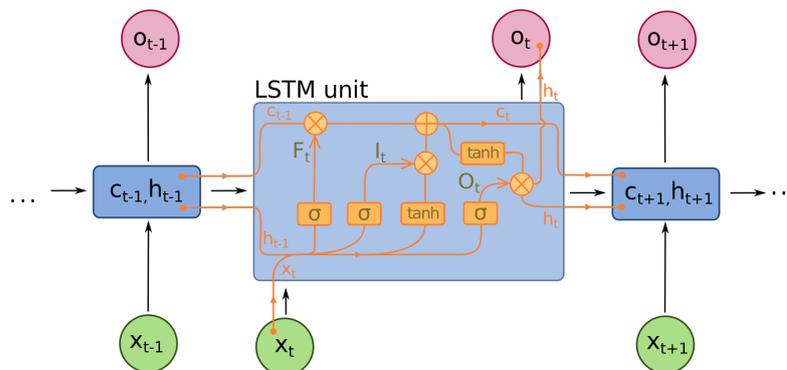
### 3.4.4 Memória de Curto Longo Prazo (LSTM)

A Memória de Curto Longo Prazo (LSTM) é uma arquitetura de rede neural recorrente que tem a capacidade de *lembrar* valores em intervalos arbitrários. Essa rede pode ser usada para processar, classificar e realizar previsões utilizando como base uma série temporal (Data Science Academy b, 2022).

A rede LSTM emprega uma estrutura conhecida como "gates" para facilitar a propagação tanto da entrada atual, denotada como  $t$ , quanto do estado anterior da rede, resultando em uma saída estruturalmente diferente em comparação com a saída de uma rede recorrente tradicional (VASCO, 2020).

As modificações visam mitigar o problema do desaparecimento do gradiente, que é a derivada parcial da função de perda em relação aos pesos da rede LSTM durante o processo de treinamento por *backpropagation*. Este problema ocorre quando, ao longo da propagação, os gradientes tendem a se tornar próximos de zero, resultando na perda de relações temporais de longo alcance entre as entradas (VASCO, 2020).

Figura 6 – Representação de uma célula LSTM



Fonte: Contributors (2020)

A arquitetura da célula LSTM é comumente formada por um estado da célula  $c$  ( $IT$ ), um *input gate* ( $IT$ ), *forget gate* ( $FT$ ), um *output gate* ( $OT$ ) e uma saída *hidden state* ( $hT$ ) (VASCO, 2020).

É possível observar na Figura 6 que o estado da célula passa através da rede inteira, transportando a informação da célula anterior para a atual, continuamente. É importante ressaltar que existem três portões (*gates*), conforme descritos a seguir. O *forget gate*, decide se deve ou não guardar a informação no estado da célula. O *input gate* é formado por uma camada tangente hiperbólica e uma camada sigmoide, depois esses valores são

multiplicados para obter as informações úteis usadas pela célula. O *output gate* tem o papel de realizar a extração das informações úteis do estado da célula atual e apresentar como uma saída (Data Science Academy b, 2022).

### 3.5 Medidas de Avaliação

Esta seção apresenta as métricas *Root Mean Squared Error* (RMSE) e *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), as quais são utilizadas para avaliar a qualidade das previsões realizadas de valores contínuos.

#### 3.5.1 RMSE

A métrica RMSE (*Root Mean Squared Error*) penaliza grandes diferenças entre o valor previsto e o real. Para lidar com o problema da diferença entre unidades, essa métrica faz uso da raiz quadrática. Assim, a unidade fica na mesma escala que o dado original, resultando em uma melhor interpretabilidade do resultado da métrica, onde quanto mais próximo de zero o valor melhor (MOURA, 2023). A equação 3.2 mostra a fórmula utilizada para realizar esse cálculo, onde  $r$  é o valor real,  $p$  é o valor predito e  $n$  é o número de amostras.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - r_i)^2}{n}} \quad (3.2)$$

#### 3.5.2 MAPE

A métrica MAPE (Mean Absolute Percentage Error) é uma medida relativa utilizada amplamente por pesquisadores quando trabalham com algoritmos de regressão (JUNIOR, 2022). Ela representa a porcentagem de erro em relação aos valores reais. Por exemplo, se o MAPE for de 50%, isso indica que, em média, o modelo produz previsões com uma margem de erro de 50%, tanto para cima quanto para baixo, em relação aos valores reais. Quanto menor o valor percentual resultante, maior é a precisão da previsão. A Equação 3.3 mostra a fórmula utilizada para realizar o cálculo dessa métrica, onde  $r$  é o valor real,  $p$  é o valor previsto e  $n$  é o número de amostras.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{r - p}{r} \right| \quad (3.3)$$

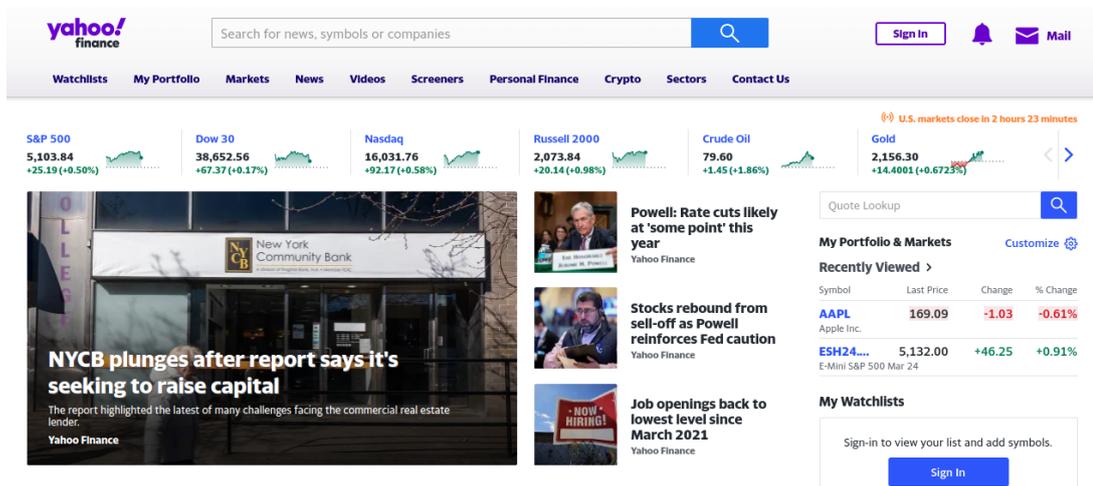
### 3.6 Ferramentas

Para o desenvolvimento dos algoritmos deste trabalho foi utilizada a linguagem Python, pois essa linguagem é de alto nível, interpretada, orientada a objetos e que permite a integração com sistemas de forma eficaz (ROSSUM, G. van, 2024; SANTOS et al., 2020). A seguir, seguem explicações de APIs em Python que foram utilizadas nesse trabalho.

#### 3.6.1 YFinance

O *Yahoo! Finance* é uma plataforma financeira bastante conhecida e usada pelo mercado financeiro. Ele faz parte da propriedade do *Yahoo!* fornecendo notícias financeiras, dados e comentários, incluindo cotações de ações, relatórios financeiros e conteúdo original (Yahoo! Finance, 2024). A Figura 7 apresenta o site do *Yahoo! Finance*.

Figura 7 – Página principal do site



Fonte: Imagem do site do Yahoo! Finance.

O *YFinance* é uma API dedicada ao mercado financeiro que faz uso da base de dados do *Yahoo! Finance*. Essa API tem o código aberto que usa APIs disponíveis publicamente do *Yahoo!* e destina-se a fins educacionais e de pesquisa. Não é filiada e nem foi endossada pelo *Yahoo, Inc* (Aroussi, Ran, 2023). Ao se utilizar o *YFinance*, é

possível ter acesso a várias informações a respeito de um ativo, tais como:

- históricos do mercado de preços de abertura, fechamento, maior e menor valor alcançados no dia e etc;
- dividendos;
- divisões de ações;
- demonstração de fluxo de caixa, etc.

A Figura 8 mostra os dados retornados pela API *YFinance*. Esses dados são tratados e repassados para a rede LSTM realizar o treinamento.

Figura 8 – Dataset retornado pela api yfinance

```
[116 rows x 2 columns]
[*****100%*****] 1 of 1 completed
```

Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
2023-01-02	88.680000	89.900002	88.529999	89.400002	84.082291	12783800
2023-01-03	89.400002	90.089996	88.889999	89.239998	83.931808	25332600
2023-01-04	89.300003	89.650002	87.949997	89.400002	84.082291	26395300
2023-01-05	89.459999	91.680000	89.000000	90.900002	85.493065	29085600
2023-01-06	91.000000	92.739998	91.000000	92.339996	86.847412	31420600
...	...	...	...	...	...	...
2023-12-11	72.080002	73.239998	71.760002	72.860001	72.860001	15443400
2023-12-12	73.599998	73.849998	72.599998	72.989998	72.989998	11036300
2023-12-13	72.500000	73.320000	72.309998	73.000000	73.000000	25288200
2023-12-14	74.000000	74.260002	73.360001	73.400002	73.400002	29454300
2023-12-15	74.059998	74.300003	73.510002	73.860001	73.860001	23279500

Fonte: Api YFinance

### 3.6.2 MinMaxScaler

O *Keras* é uma biblioteca de código aberto escrita em *Python* que oferece recursos para experimentação rápida com redes neurais profundas. Ele é capaz de operar sobre o *TensorFlow* e o *Microsoft Cognitive Toolkit*.

Dentre vários recursos disponibilizados no *Sklearn*, o *MinMaxScaler* é um transformador de dados para um determinado intervalo entre zero e um. Essa transformação é comumente aplicada aos dados que serão apresentados aos algoritmos de treinamento de modelos ([Sklearn, 2024](#)). O *MinMaxScaler* não elimina os efeitos dos outliers, mas ao redimensionar o conjunto de dados para um intervalo entre zero e um acaba reduzindo-o linearmente em um intervalo fixo ([Sklearn, 2024](#)). Essa transformação é realizada pela Equação 3.4, onde  $X_s$  corresponde ao valor normalizado,  $X$  é o valor original,  $min$  é o valor mínimo da amostra, e  $max$  corresponde ao valor máximo da amostra.

$$X_s = X - \min/\max - \min \quad (3.4)$$

### 3.6.3 Desvio Padrão

O desvio padrão é definido como a raiz quadrada positiva da variância calculada para uma amostra. O resultado é expresso na mesma unidade dos dados, facilitando a compreensão da dispersão dos dados. Quanto menor o valor do desvio padrão, menor é a dispersão dos dados em torno da média (COSTA; SOBREIRO, 2013). O valor do desvio padrão pode ser calculado usando a Equação 3.5.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3.5)$$

onde  $S$  corresponde ao valor encontrado para o desvio padrão,  $X_i$  é um número encontrado no índice  $i$  do conjunto,  $\bar{X}$  representa a média aritmética obtida com os dados do conjunto, e  $n$  corresponde à quantidade de números existentes na amostra.

## 4 Metodologia

Neste capítulo, está descrito a metodologia adotada para identificar a tendência da movimentação dos preços dos ativos negociados no mercado de ações. Primeiramente, é realizada uma abordagem geral do estudo, destacando as diretrizes e etapas envolvidas. Em seguida, é detalhado o processo de seleção dos ativos, coleta, tratamento, separação dos dados, treinamento, teste, execução da estratégia, coleta dos resultados e avaliação dos rendimentos.

### 4.1 Abordagem geral

A natureza estocástica do mercado de ações, sujeito a fatores econômicos e influências políticas, torna a antecipação das movimentações nos preços dos ativos essencial para tomar decisões que protejam o capital investido. Essas previsões são realizadas por meio de modelos treinados, que auxiliam na análise.

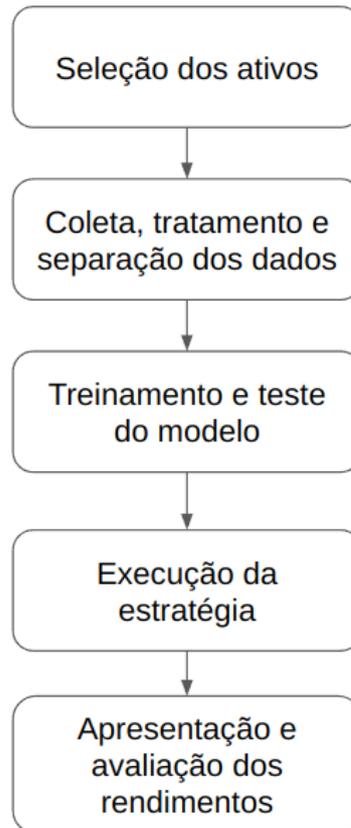
As diretrizes seguidas para este trabalho incluíram o uso da rede LSTM, uma rede neural recorrente, para prever os preços de fechamento dos ativos estudados e a análise das tendências identificadas nos movimentos de preço previstos.

As etapas propostas podem ser visualizadas na Figura 9. Cada etapa apresentada será detalhada nas seções subsequentes.

### 4.2 Seleção dos ativos

Primeiramente, devem ser selecionadas as ações que serão analisadas. As ações selecionadas devem estar entre as ações com maior volume de negociação em seu mercado financeiro. As ações selecionadas farão parte de uma carteira de ativos. Esta carteira montada será usada como referência para avaliar o desempenho da estratégia proposta, levando em consideração tanto o indicador de volume quanto o gerenciamento de risco, bem como sua performance sem esses elementos.

Figura 9 – Etapas envolvidas



Fonte: Elaboração própria

### 4.3 Coleta, tratamento e separação dos dados

Nesta etapa, ocorre a coleta da amostra que será utilizada no estudo, o tratamento das informações recuperadas, a separação dos dados para treinamento, o teste do modelo e a validação da estratégia. A coleta dos dados relacionados às séries históricas dos preços de fechamento diário dos ativos envolvidos foi recuperada utilizando o pacote *python api Yfinance*.

A *api Yfinance* retorna várias informações sobre o ativo pesquisado, como o mostrado na Figura 10. O dataset utilizado deve conter apenas a data da operação (*Date*) e o preço de fechamento da ação armazenado na coluna (*Close*), sendo os demais campos excluídos da amostra.

Após o tratamento realizado no conjunto de dados, restaram apenas os preços de fechamento correspondentes a cada dia, conforme ilustrado na Figura 11. Esta etapa evita que se utilize inadvertidamente outro valor como referência.

Na próxima etapa, deve-se realizar a separação dos dados para o treinamento do

Figura 10 – Dataset retornado pela API

Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
2023-02-16	26.600000	26.950001	26.490000	26.850000	20.751934	44115700
2023-02-17	26.670000	26.670000	26.370001	26.440001	20.435053	61085700
2023-02-22	26.000000	26.110001	25.690001	25.760000	19.909491	38608500
2023-02-23	25.770000	26.790001	25.770000	26.549999	20.520069	73913400
2023-02-24	26.670000	26.700001	25.870001	25.900000	20.017694	64409100
...	...	...	...	...	...	...
2024-02-08	42.299999	42.450001	41.860001	41.860001	41.860001	25589100
2024-02-09	42.139999	42.330002	41.299999	41.299999	41.299999	30388000
2024-02-14	41.099998	41.400002	40.860001	40.990002	40.990002	18315300
2024-02-15	41.009998	42.299999	40.849998	42.299999	42.299999	33246400
2024-02-16	42.090000	42.889999	42.060001	42.689999	42.689999	37186100

Fonte: Criado pelo Autor.

Figura 11 – Dataset tratado

Date	Close
2023-02-16	26.850000
2023-02-17	26.440001
2023-02-22	25.760000
2023-02-23	26.549999
2023-02-24	25.900000
...	...
2024-02-08	41.860001
2024-02-09	41.299999
2024-02-14	40.990002
2024-02-15	42.299999
2024-02-16	42.689999

Fonte: Elaboração própria

modelo (*Treinamento*), avaliação da qualidade do treinamento executado (*Teste(modelo)*) e a simulação da estratégia (*Teste(estratégia)*). As amostras separadas para treinamento e teste do modelo são utilizadas na próxima etapa 4.4, enquanto a amostra separada para a simulação da estratégia é utilizada na Etapa 4.5.

Por fim, cada amostra deve ser normalizada separadamente utilizando os valores existentes na coluna (*Close*). Para isso, deve-se utilizar a API *sklearn.preprocessing.MinMaxScaler* a fim de padronizar os dados relacionados ao preço de fechamento. Essa normalização converte o intervalo real de valores em um intervalo padrão entre 0 e 1, requisito essencial para o treinamento do modelo.

#### 4.4 Treinamento e teste do modelo

A fase de treinamento de um modelo é crucial para capacitar o sistema a identificar padrões presentes na amostra fornecida. Os dados fornecidos devem ser pré-processados, normalizados e, se necessário, transformados para garantir que estejam em um formato adequado para a rede LSTM. Outro passo importante é a definição da arquitetura da rede que será utilizada na configuração da rede.

Após a construção dos modelos de previsão, avaliamos sua eficácia por meio de métricas de desempenho, como o *Root Mean Squared Error* (RMSE) 3.5.1 e *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 3.5.2, aplicados na amostra separada para teste do modelo. Essas métricas nos fornecem uma medida objetiva da precisão das previsões e ajudam a identificar áreas para melhorias no modelo. Essa verificação é importante para calibrar constantemente o modelo, buscando uma maior precisão nas previsões realizadas.

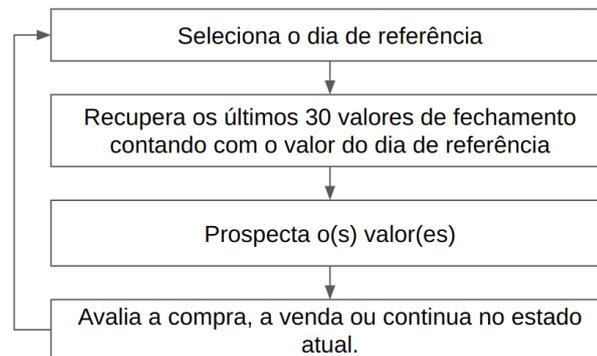
#### 4.5 Execução das estratégias

A estratégia é implementada para um ativo, utilizando como entrada os dados previamente preparados para teste das estratégias na Etapa 4.3. O Algoritmo 1 executa todo o processamento da estratégia, recebendo como entrada o símbolo da ação, o modelo, o período reservado para validação da estratégia, se o indicador de volume será utilizado para confirmar a tendência identificada pelo sistema e, por último, se o gerenciamento de risco será aplicado para proteger o capital acumulado. O algoritmo percorre cada dia presente nessa amostra, realizando as operações delineadas na Figura 12. Essas etapas executam as seguintes operações:

- Na primeira etapa, é selecionado o dia de referência, recuperando o valor de fechamento da ação;
- Na segunda etapa, são recuperados os valores de fechamento dos 29 dias anteriores ao dia de referência, totalizando 30 elementos. Esses valores são normalizados e utilizados como entrada no modelo na etapa posterior;
- Na terceira etapa, é realizada a previsão para o próximo dia posterior ao dia de referência;
- Na quarta etapa, são realizadas as avaliações de compra, venda ou manutenção do estado atual do ativo, como podemos verificar no Algoritmo 2. Nela, são executadas

as operações inerentes às estratégias, assim como também são realizadas as avaliações referentes à confirmação de uma movimentação de alta ou baixa dos preços, analisados pelo indicador de volume. Além disso, são aplicados os *Stops* preconizados no gerenciamento de risco aplicado.

Figura 12 – Etapas realizadas na avaliação dos dados processados para o dia de referência

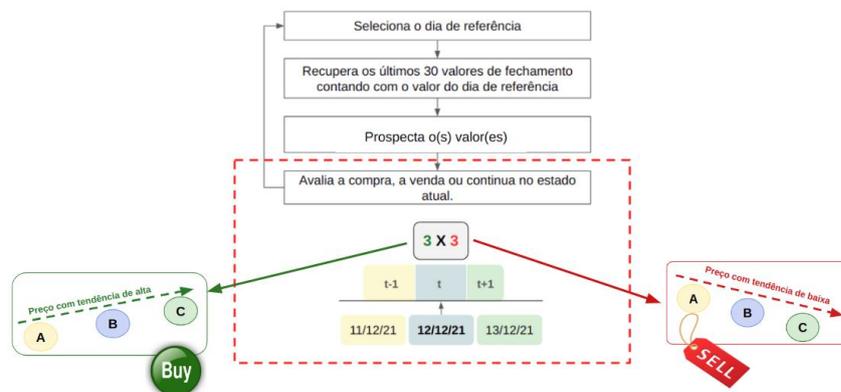


Fonte: Criado pelo Autor.

#### 4.5.1 Execução da Estratégia Baseada na Análise de Tendência (EBAT)

Esta estratégia baseia-se na análise da tendência formada pelos preços de fechamento em uma amostra que contém três valores: o preço real do dia de referência, o preço real do dia anterior e o preço do dia posterior previsto pela rede LSTM. Como podemos observar na Figura 13, a ação é comprada quando os três valores avaliados mostram uma tendência de alta, ou é vendida quando apresentam uma tendência de baixa.

Figura 13 – Fluxo para compra ou venda de uma ação



Fonte: Criado pelo Autor.

---

**Algoritmo 1:** Algoritmo utilizado para executar a simulação da estratégia que recebe como entrada o código da ação (*codigo\_acao*), o modelo treinado para a ação (*modelo\_treinado*), o período utilizado na simulação (*periodo\_utilizado*), bem como se será avaliado o indicador de volume (*utilizara\_confirmacao\_volume*) e se será considerado o gerenciamento de risco (*utilizara\_gerenciamento\_risco*).

---

```

acao ← codigo_acao;
modelo ← modelo_treinado;
periodo ← periodo_utilizado;
is_indicador_volume ← utilizara_confirmacao_volume;
is_gerenciamento_risco ← utilizara_gerenciamento_risco;

# Etapa 01: Seleciona o dia de referência no período informado
for data_ref in periodo do
  # - Busca o preço de fechamento da ação
  preco_acao = yfinance.get_valor(acao, data_ref);
  # - Busca o preço de fechamento anterior a data de referência da ação
  preco_acao_anterior = yfinance.get_valor_anterior(acao, data_ref);
  # Etapa 02: Recupera os últimos 30 valores da ação
  historico_preco = yfinance.get_historico(acao, 30);
  # Etapa 03: Realiza a previsão dos valores
  previsao[] = lstm.prever_preco(modelo, historico_preco);
  # - Monta a lista que será utilizada na avaliação da tendência
  lista_preco_tendencia[0] = preco_acao_anterior;
  lista_preco_tendencia[1] = preco_acao;
  lista_preco_tendencia[2] = previsao[0];
  # - Avalia se compra, vende ou permanece com a ação
  api.realiza_compra_venda(acao, data_ref, lista_preco_tendencia,
  is_gerenciamento_risco, is_indicador_volume);
end

```

---

#### 4.5.2 Execução da estratégia baseada na análise de tendência e indicador de volume(EBAT-IV)

Esta estratégia utiliza a EBAT como base e o indicador de volume para confirmar uma tendência de alta ou baixa dos preços de fechamento. A Figura 14 ilustra os critérios utilizados para realizar a confirmação de uma tendência de alta ou baixa. O ponto *C* corresponde ao volume transacionado na data utilizada como referência para a operação, o ponto *B* representa o volume no dia  $t-1$ , e o ponto *A* corresponde ao volume no período  $t-2$ .

Durante a etapa que avalia a compra ou venda da ação, é realizada a análise da tendência dos preços pela EBAT, seguida pela confirmação através do indicador de volume. Se essa confirmação for positiva, a operação é concretizada. Ao término, a lucratividade

---

**Algoritmo 2:** Algoritmo, correspondente a função `api.realiza_compra_venda`, utilizado para determinar se é apropriado comprar, vender ou manter uma ação. Recebe como entrada o código da ação (`acao`), a data de referência (`data_ref`), a lista de preços utilizados na avaliação (`lista_preco_tendencia`), bem como se será avaliado o indicador de volume (`is_indicador_volume`) e se será considerado o gerenciamento de risco (`is_gerenciamento_risco`).

---

```

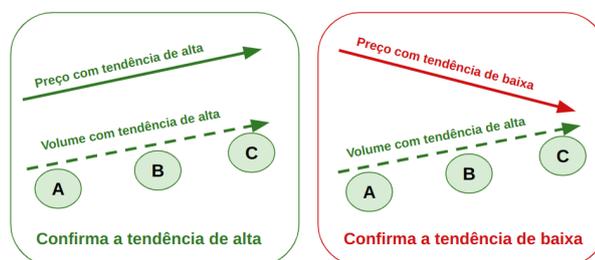
acao ← acao;
data_ref ← data_ref;
lista_preco_tendencia ← lista_preco_tendencia;
is_indicador_volume ← is_indicador_volume;
is_gerenciamento_risco ← is_gerenciamento_risco;
is_comprado ← FALSE;

# - Identifica a tendência dos preços
sinal_tendencia = api.validar_tendencia(lista_preco_tendencia);
# - Verifica se a ação está comprada
is_comprado = api.acao_comprada(acao)
# - Caso o retorno seja TRUE a ação está comprada
if is_comprado == FALSE then
  # - Caso a tendência dos preços seja de alta
  if sinal_tendencia == 'A' then
    # - Realiza a compra da ação
    api.compra_acao(acao, data_ref, is_indicador_volume, is_gerenciamento_risco)
  end
end
if is_comprado == TRUE then
  # - Caso a tendência dos preços seja de baixa
  if sinal_tendencia == 'B' then
    # - Realiza a venda da ação
    api.vender_acao(acao, data_ref, is_indicador_volume, is_gerenciamento_risco)
  end
end
end

```

---

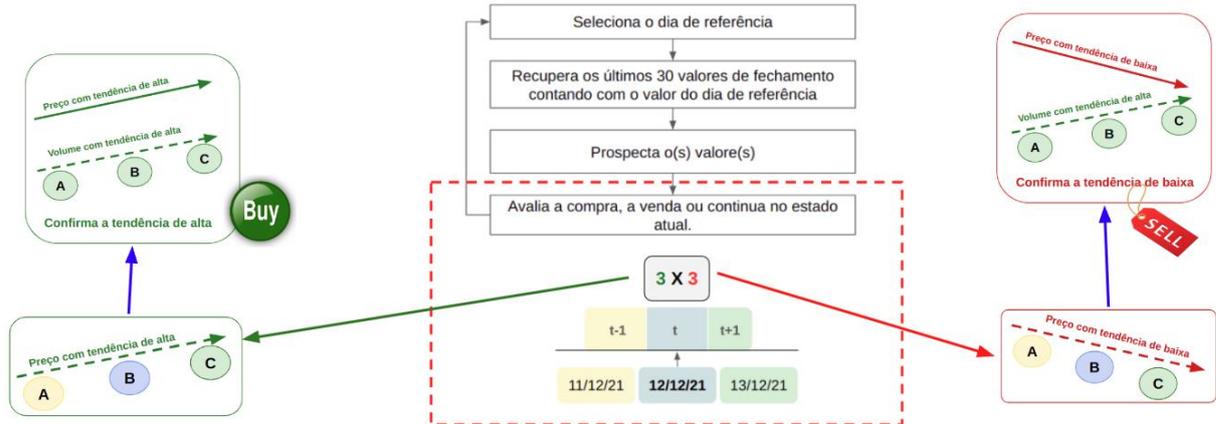
Figura 14 – Critérios para confirmação de tendência de alta ou de baixa pelo volume.



Fonte: Criado pelo Autor.

obtida para cada ação é calculada e somada, formando a lucratividade da carteira. Como observado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxo para compra ou venda de uma ação



Fonte: Criado pelo Autor.

#### 4.5.3 Execução da estratégia baseada na análise de tendência e gerenciamento de risco (EBAT-GR)

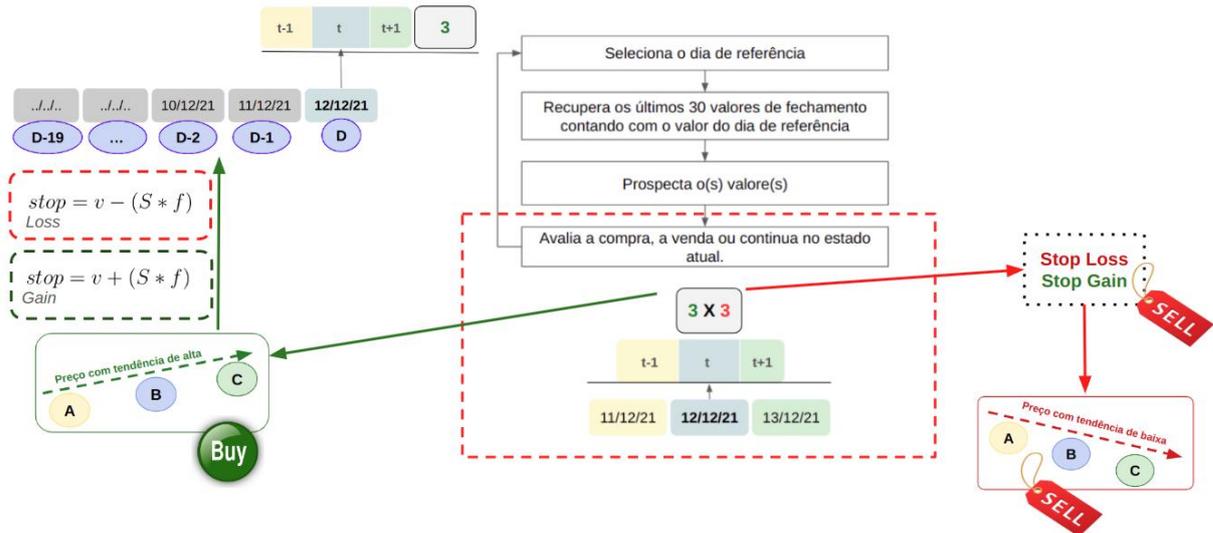
Esta estratégia utiliza a EBAT como base e os stops calculados no momento da compra para definir a margem de lucro e de prejuízo. A Figura 16 ilustra os critérios utilizados para realizar a compra e a venda da ação.

Durante a etapa que avalia a compra ou venda da ação, é realizada a análise da tendência dos preços. Caso a operação de compra seja realizada, os valores dos *Stops* são calculados. A partir desse momento, para cada dia posterior avaliado pela estratégia deste estudo, são considerados como referência inicial os *Stops* calculados, e caso os limites não sejam rompidos, a tendência dos preços é avaliada. O preço utilizado para verificar se algum valor do *Stop* foi ultrapassado é o previsto pela rede LSTM ( $t+1$ ) para o dia seguinte ao dia de referência ( $t$ ). Ao término, a lucratividade obtida para cada ação é calculada e somada, formando a lucratividade da carteira.

Os pontos de parada utilizados no gerenciamento de risco são o *Stop Gain* e o *Stop Loss*. Esses stops levam em consideração o desvio padrão calculado para os 20 últimos preços de fechamento da ação a partir do dia de referência processado. Esse valor é obtido utilizando a Equação 3.5.

Os valores para o *Stop Gain* e o *Stop Loss* aceitáveis para permanecer na posição foram calculados utilizando a Equação 4.1, para determinar o valor máximo de ganho e a Equação 4.2, para determinar o valor mínimo de perda. Nas equações citadas, o *stop* representa o valor resultante usado como referência tanto para o *Stop Gain* quanto

Figura 16 – Fluxo para compra ou venda de uma ação



Fonte: Criado pelo Autor.

para o *Stop Loss*, onde  $v$  é o valor do ativo no dia de referência,  $S$  é o valor do desvio padrão calculado no momento da compra do ativo, e  $f$  corresponde à quantidade de fatores utilizados para mitigar o risco ou limitar o ganho.

$$stop = v + (S * f) \quad (4.1)$$

$$stop = v - (S * f) \quad (4.2)$$

#### 4.5.4 Cálculo das cotas de aquisição de uma ação

Tanto as operações realizadas para a estratégia proposta quanto para a estratégia de *B&H*, o cálculo dos rendimentos deve ser realizado utilizando, inicialmente, a Equação 4.3, definida no Algoritmo 3, para calcular a quantidade de cotas adquiridas. Nessa equação,  $Q_c$  representa a quantidade de cotas compradas no início da operação,  $C_i$  representa o valor do capital inicial aplicado e  $V_{ac}$  representa o valor da ação no momento da compra.

$$Q_c = C_i / V_{ac} \quad (4.3)$$

Com base na quantidade de cotas calculadas anteriormente para a ação, será calculado o rendimento na operação utilizando a Equação 4.4, definida no Algoritmo 4.

---

**Algoritmo 3:** Algoritmo que realiza o cálculo da quantidade de cota. Método:

`api.calcula_qtde_cotas(acumulado, preco_acao)`

---

*acumulado* ← *acumulado*

*preco* ← *preco\_acao*

**return** ( *acumulado* / *preco* )

---

Nessa equação,  $Rt$  representa o rendimento obtido na operação,  $Qc$  representa a quantidade de cotas compradas no início da operação, e  $Vav$  representa o valor da ação no momento da venda.

$$Rt = Qc * Vav \quad (4.4)$$

---

**Algoritmo 4:** Algoritmo que realiza o cálculo da lucratividade de uma operação.

Método: `api.calcula_lucratividade(qtde_cotas, preco_acao)`

---

*qtde\_cotas* ← *qtde\_cotas*

*preco* ← *preco\_acao*

**return** *qtde\_cotas* \* *preco*

---

## 4.6 Apresentação e avaliação dos rendimentos

Durante a execução das simulações, os dados inerentes às transações são coletados e armazenados, pois são de extrema importância por várias razões:

- Avaliação da Eficácia: Permite determinar se a estratégia implementada está alcançando os resultados desejados;
- Tomada de Decisão: Os dados coletados fornecem informações valiosas que podem ajudar na tomada de decisões futuras;
- Identificação de Tendências e Padrões: A análise dos dados pode revelar tendências e padrões que não seriam aparentes de outra forma.

Após a execução da estratégia, os dados são coletados e analisados para avaliar a lucratividade alcançada. Para uma comparação significativa, é relevante contrastá-la com outro índice, como a estratégia de B&H, que é frequentemente citada em trabalhos acadêmicos.

### 4.6.1 Coleta dos resultados relativo a estratégia de *B&H*

O valor de referência para comparar a lucratividade da estratégia de *BH* é calculado pela Equação 4.5, definida no Algoritmo 5, onde  $P_f$  corresponde ao preço final da ação no último dia da amostra disponível para a validação da estratégia proposta,  $P_i$  é o preço da ação no primeiro dia da amostra, e  $C$  representa a quantidade de cotas adquiridas na compra da ação, que também é utilizada no cálculo da estratégia proposta.

$$lbh = (P_f - P_i) * C \quad (4.5)$$

---

**Algoritmo 5:** Algoritmo que realiza o cálculo da lucratividade de uma operação de *BH*. Método: `api.calcula_lucratividade( qtde_cotas, preco_acao_inicial, preco_acao_final )`

---

```

qtde_cotas ← qtde_cotas
precoI ← preco_acao_inicial
precoF ← preco_acao_final
return ( precoF - precoI ) * qtde_cotas

```

---

#### 4.6.2 Coleta dos resultados obtidos pelas estratégias

Nesta etapa, também é realizada a avaliação dos resultados registrados. Para isto, deve-se comparar os rendimentos obtidos pela estratégia proposta com os conseguidos pela estratégia de *B&H*, assim como os percentuais obtidos nessas operações. Esses resultados devem ser armazenados na Tabela 2.

Tabela 2 – Modelo para comparação dos resultados

Fonte	Capital inicial	Rendimento	Capital acumulado	Rentabilidade
Carteira estratégia A	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00 (%)
Carteira estratégia B	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

## 5 Estudos de Caso

Este Capítulo apresenta quatro estudos de caso que lidam com prospecção dos preços de fechamento das ações utilizando a rede LSTM para este fim. Também é realizada a avaliação da tendência dos preços para encontrar o melhor momento para a realização da compra ou da venda do ativo negociado na B<sup>3</sup> e também são avaliados os modelos treinados para ações negociadas na NASDAQ. Além disso, são considerados indicadores de volume e gerenciamento de risco.

O primeiro estudo visa avaliar a utilização da rede LSTM para prever os preços de fechamento das ações de diversas empresas negociadas na B<sup>3</sup> e NASDAQ. O segundo estudo avalia a aplicação da EBAT para determinar o melhor momento para comprar ou vender um ativo. No terceiro estudo, é simulada a EBAT-IV, que reforça a EBAT com a verificação da tendência do volume para identificar o melhor momento para realizar operações. O quarto estudo simula a EBAT-GR, que avalia o momento mais adequado para sair de uma posição comprada. Em todos os estudos realizados, os resultados não levam em consideração custos de operação, taxas de corretagem ou impostos incidentes.

### 5.1 Estudo de Caso I

Este estudo tem como objetivo avaliar o uso da rede LSTM (3.4.4) como a principal ferramenta para prever os valores futuros dos preços de fechamento das ações negociadas na B<sup>3</sup> e na NASDAQ. As próximas subseções descrevem as fases presentes neste experimento. Neste estudo iremos

#### 5.1.1 Seleção dos ativos

Para este estudo foram utilizados os ativos apresentados na Tabela 3 que são negociados tanto na B<sup>3</sup> quanto na NASDAQ.

Tabela 3 – Formação da carteira de ações.

Bolsa	Setor econômico	Ação
B <sup>3</sup>	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	PETR4 e OSXB3
B <sup>3</sup>	Materiais básicos	BRAP4 e USIM5
B <sup>3</sup>	Bens industriais	AZUL4 e TGMA3
B <sup>3</sup>	Financeiro	SANB4 e SULA4
NASDAQ	NASDAQ	AAPL e TSLA

Fonte: Criado pelo Autor.

### 5.1.2 Coleta, tratamento e separação dos dados

A coleta da série histórica das cotações diárias das ações envolvidas foi realizada utilizando a API do Yahoo Finance (Aroussi, Ran, 2023). No filtro, foi utilizado o período de 01/08/2018 a 25/08/2022, totalizando 1.008 registros para as ações da B<sup>3</sup> e 1.025 registros para as ações da NASDAQ. Mesmo utilizando um período semelhante, foi verificado que o número de dados coletados nas bolsas podem ser diferentes devido à quantidade de pregões realizados nesse intervalo em cada mercado financeiro.

### 5.1.3 Treinamento e teste do modelo

A configuração da máquina utilizada para realizar as etapas seguintes apresenta a seguinte configuração: Processador Intel Core i5 da 11a Geração, 16 GB RAM, SSD 256 GB NVMe e Linux Ubuntu 22.04.1 LTS. A rede neural foi criada utilizando a biblioteca Keras, e sua configuração foi realizada de forma experimental (empírica). Na figura 17, é possível perceber a configuração utilizada no modelo.

Figura 17 – Configuração do modelo LSTM.

```
model = Sequential()
model.add(LSTM(200, input_shape=(look_back, 1)))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(units = 1, activation = 'linear'))
model.compile(optimizer='RMSProp', loss='mse', \
              metrics=[RootMeanSquaredError(), MeanAbsolutePercentageError()])
```

Fonte: Criado pelo Autor.

A amostra utilizada neste estudo de caso foi dividida da seguinte maneira:

- Ações da B3: 83.93% dos registros para treinamento, 15.77% dos registros para teste do modelo e 0.3% dos registros para previsão dos três dias, utilizando a amostra separada para teste da estratégia.
- Ações da NASDAQ: 84.29% dos registros para treinamento, 15.41% dos registros para teste do modelo e 0.3% dos registros para previsão dos três dias, utilizando a amostra separada para teste da estratégia.

Mesmo utilizando um período semelhante, é possível verificar que o volume de dados coletados nas bolsas é diferente, devido à quantidade de sessões de negociação realizadas em cada mercado financeiro. A  $B^3$  com um total de 1.008 pregões e a NASDAQ com 1.025.

Os dados separados para Teste (modelo) foram utilizados para verificar a qualidade da predição realizado após o treinamento do modelo. Já os dados separados para Teste (estratégia), neste estudo, foram utilizados para comparar com os três dias previstos pelo modelo. A Figura 18 exibe as amostras coletadas para cada ação.

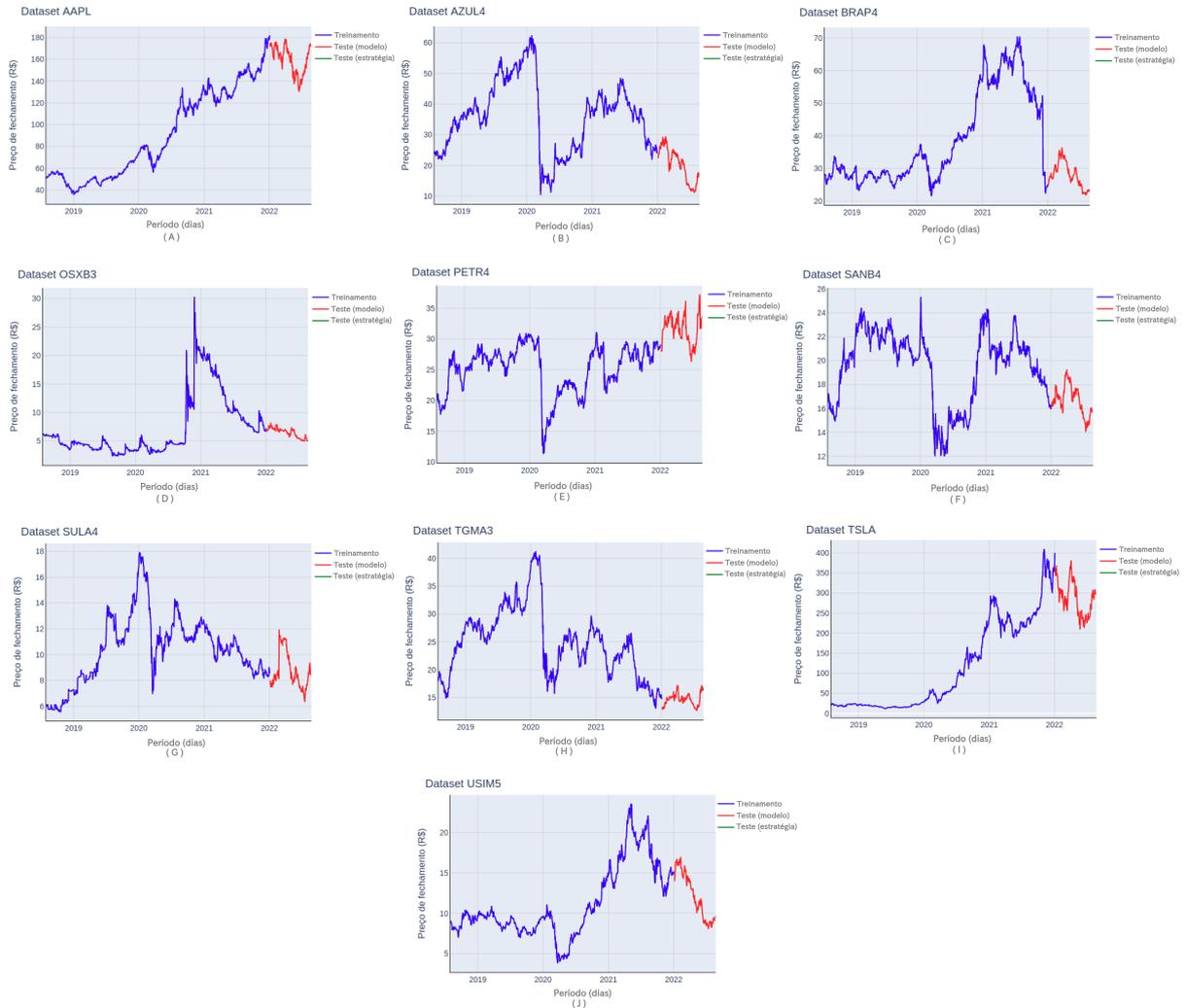
Após a etapa de tratamento e separação, procedeu-se à extração dos dados de interesse e à normalização dos valores da coluna *Close*. Para isto, foi utilizada a API *sklearn.preprocessing.MinMaxScaler*. O algoritmo de previsão recebe como entrada os dados normalizados. A normalização é um processo que redimensiona o conjunto de dados para um intervalo entre zero e um, reduzindo-o linearmente para um intervalo fixo.

Em seguida, os dados separados para o treinamento são passados para a rede LSTM para realizar o treinamento do modelo. Esses dados consistem nos preços de fechamento das ações para o período em questão. Ao final do treinamento, a rede LSTM utiliza os dados separados para Teste (modelo), compostos pelos valores de fechamento das ações no intervalo selecionado, para avaliar o desempenho do modelo durante as previsões realizadas. Para isso, foram calculadas as métricas RMSE e MAPE, cujos resultados podem ser vistos na Tabela 4. Essas métricas são coletadas durante a validação do modelo, utilizando os dados separados para Teste (modelo).

#### 5.1.4 Resultados

Os gráficos exibidos na Figura 19 apresentam os resultados obtidos durante o teste do modelo. Para isso, foram comparados os dados da amostra separada para Teste

Figura 18 – Dataset das ações envolvidas na pesquisa.



Fonte: Criado pelo Autor.

Tabela 4 – Valores obtidos durante os testes dos modelos.

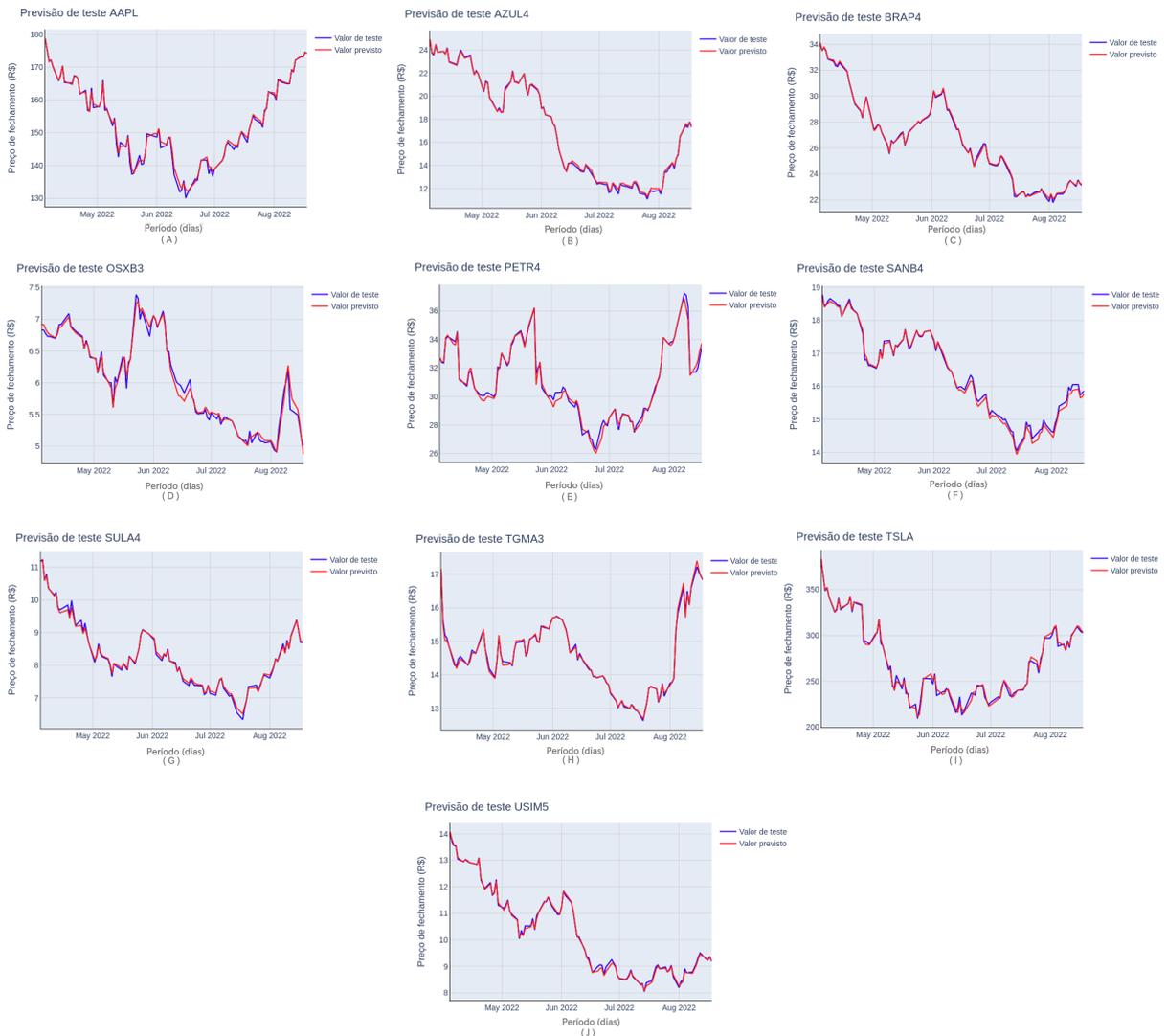
Modelo	MAPE	RMSE	Modelo	MAPE	RMSE
AAPL	45.91	0.27508	AZUL4	59.23	0.12703
BRAP4	53.2	0.15588	OSXB3	62.35	0.27615
PETR4	156.52	0.44953	SANB4	59.36	0.21394
SULA4	161.67	0.1922	TGMA3	111.61	0.35894
TSLA	81.63	0.2829	USIM5	70.66	0.10652

Fonte: Criado pelo Autor.

(modelo) com os valores previstos para o mesmo período.

Na Tabela 5 é possível observar que os valores reais e as previsões relacionadas para

Figura 19 – Validação dos treinamentos dos modelos.



Fonte: Criado pelo Autor.

os 3 dias posteriores ao dia 22/08/2022, que é considerado com o dia de referência (D). Para isto, foi passado ao algoritmo os 60 valores anteriores ao dia 23/08/2022. Observando os resultados, foi possível verificar que o algoritmo LSTM previu corretamente o valor da ação AAPL no D+2.

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da validação das previsões futuras para os dias 24, 25 e 26/05/2022. Para avaliar a precisão das previsões dos modelos, foram empregados o MAPE e o RMSE.

(BANIK et al., 2022) consideraram um MAPE abaixo de 6% como um resultado muito bom. Assim, é possível inferir que apenas as ações AZUL4 e USIM5 ficaram fora dessa faixa. Portanto, 80% dos casos se enquadraram dentro dessa margem. Com

Tabela 5 – Valores previstos para as ações.

Ação	D	Valor real da ação			Previsão para dias futuro		
		D+1	D+2	D+3	D+1	D+2	D+3
AAPL	R\$ 167,57	R\$ 167,22	R\$ 167,52	R\$ 170,02	R\$ 167,61	R\$ 167,52	R\$ 167,65
AZUL4	R\$ 15,70	R\$ 16,91	R\$ 17,26	R\$ 18,23	R\$ 15,68	R\$ 15,72	R\$ 15,82
BRAP4	R\$ 22,44	R\$ 23,65	R\$ 23,07	R\$ 23,51	R\$ 22,56	R\$ 22,60	R\$ 22,65
OSXB3	R\$ 5,10	R\$ 5,15	R\$ 4,93	R\$ 4,87	R\$ 4,90	R\$ 4,86	R\$ 4,80
PETRA4	R\$ 32,41	R\$ 33,43	R\$ 33,63	R\$ 33,27	R\$ 31,91	R\$ 31,58	R\$ 31,20
SANB4	R\$ 15,55	R\$ 15,64	R\$ 15,67	R\$ 15,89	R\$ 15,49	R\$ 15,41	R\$ 15,35
SULA4	R\$ 8,36	R\$ 8,38	R\$ 8,38	R\$ 8,40	R\$ 8,40	R\$ 8,42	R\$ 8,41
TGMA3	R\$ 16,03	R\$ 16,28	R\$ 16,85	R\$ 17,03	R\$ 15,98	R\$ 15,94	R\$ 15,89
TSLA	R\$ 289,91	R\$ 296,45	R\$ 297,09	R\$ 296,07	R\$ 290,79	R\$ 290,07	R\$ 290,17
USIM5	R\$ 8,85	R\$ 9,71	R\$ 9,36	R\$ 9,29	R\$ 8,87	R\$ 8,84	R\$ 8,82

Fonte: Criado pelo Autor.

Tabela 6 – Métricas obtidas na validação da predição de valores futuros.

Ação	RMSE			MAPE(%)		
	D+1	D+2	D+3	D+1	D+2	D+3
AAPL	0,00233	0,00117	0,00465	0,23	0,12	0,46
AZUL4	0,07274	0,08098	0,09805	7,27	8,1	9,81
BRAP4	0,04609	0,03323	0,03435	4,61	3,32	3,43
OSXB3	0,04854	0,03137	0,02571	4,85	3,14	2,57
PETRA4	0,04547	0,05321	0,05621	4,55	5,32	5,62
SANB4	0,00959	0,01309	0,02006	0,96	1,31	2,01
SULA4	0,00239	0,00358	0,00762	0,24	0,36	0,76
TGMA3	0,01843	0,03622	0,04646	1,84	3,62	4,65
TSLA	0,01909	0,02136	0,02088	1,91	2,14	2,09
USIM5	0,08651	0,07003	0,06422	8,65	7,1	6,42

Fonte: Criado pelo Autor.

base nos resultados das métricas coletadas, é possível constatar que o modelo proposto conseguiu identificar os padrões de comportamento das ações selecionadas em diversos setores econômicos da B3 e até mesmo do mercado norte-americano.

O estudo, utilizando o modelo LSTM conseguiu realizar a previsão dos preços de fechamento de oito ações de quatro setores econômicos da  $B^3$  ("Petróleo, Gás e Biocombustíveis", "Materiais Básicos", "Bens Industriais" e "Financeiro") e duas ações da NASDAQ. Apenas 20% dos MAPEs calculados ficaram acima do valor de 6%, considerados como previsões insatisfatórias, sendo as ações AZUL4 e USIM5 incluídas nesse grupo.

Observou-se também que o modelo conseguiu realizar boas previsões utilizando apenas o preço de fechamento. Além disso, foram identificados padrões de comportamento das ações em diversos setores, inclusive em outro mercado de ações.

## 5.2 Estudo de Caso II

Este estudo tem como objetivo avaliar a aplicação da EBAT, conforme definido na metodologia deste trabalho (4.5.1), que utiliza a análise da tendência dos preços de fechamento reais e previstos pela rede LSTM para ações. As próximas subseções descrevem as etapas presentes neste experimento.

### 5.2.1 Seleção dos ativos

A Tabela 7 apresenta os ativos adotados nesse estudo. Esses ativos são negociados na B<sup>3</sup> e atendem aos critérios descritos na metodologia deste trabalho (4.2). Os resultados alcançados foram comparados com os obtidos pela estratégia de  $B\mathcal{E}H$ .

Tabela 7 – Ações existentes na carteira proposta.

Setor econômico	Ação
AMBEV S/A (empresa do ramo de bebidas)	ABEV3
B3 (empresa do ramo financeiro)	B3SA3
ELETROBRAS (empresa do ramo de transmissão de energia)	ELET3
ITAU UNIBANCO (empresa do ramo bancário)	ITUB4
PETROBRAS (empresa do ramo petrolífero)	PETR4
VALE (empresa do ramo da mineração)	VALE3

Fonte: Criado pelo Autor.

### 5.2.2 Coleta, tratamento e separação dos dados

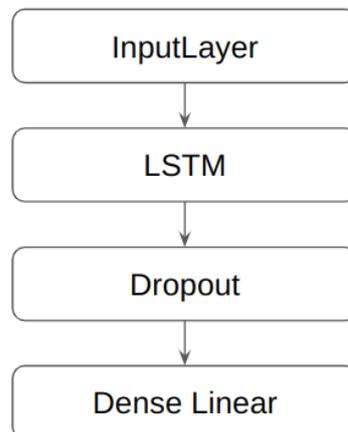
A coleta da série histórica das cotações diárias dos ativos envolvidos foi realizada utilizando a API do *Yahoo Finance* (Aroussi, Ran, 2023). Como filtro de pesquisa, foram utilizados os seguintes dados: data de início igual a 01/01/2022, data final igual a 29/02/2024 e o intervalo igual a “1d”, correspondente aos dados diários do ativo pesquisado. O *dataset* retornado contém as colunas *Date*, *Open*, *High*, *Low*, *Close*, *Adj Close* e *Volume*, conforme mencionado na seção 4.2.

Após o tratamento e separação dos dados, realizou-se a extração dos dados de interesse e a normalização dos valores presentes na coluna *Close*. Para isso, foi utilizada a API *sklearn.preprocessing.MinMaxScaler*.

### 5.2.3 Treinamento e teste do modelo

A máquina utilizada para as etapas seguintes apresenta Processador Intel Core i5 da 11a Geração, 16 GB RAM, SSD 256 GB NVMe e Linux Ubuntu 22.04.1 LTS. A rede neural foi criada utilizando a biblioteca *Keras*, e ajustes na quantidade de células utilizadas de LSTM foram realizados. A Figura 20 mostra as camadas utilizadas para a configuração do modelo.

Figura 20 – Camadas utilizadas no setup da rede LSTM.

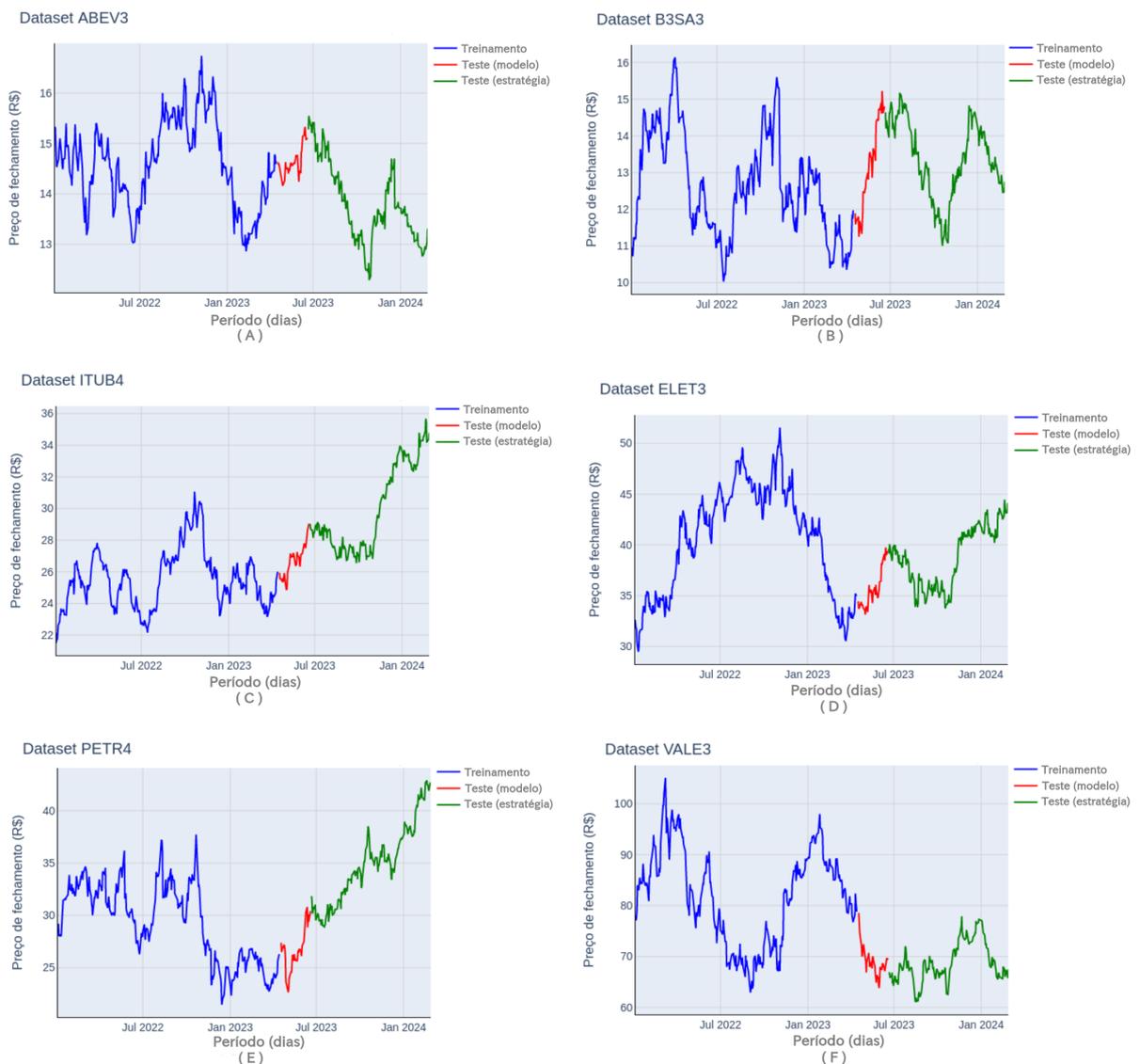


Fonte: Criado pelo Autor.

- Camada LSTM: É a camada principal do modelo, responsável por armazenar as informações processadas pela rede e realizar as previsões. Nesta camada, foram utilizadas 200 unidades LSTM.
- Camada de *dropout*: Utilizada para ajuste durante o treinamento ou para reduzir o *overfitting*, e a taxa de *dropout* foi definida como 0.2 para descartar aleatoriamente 20% das unidades na camada LSTM durante cada época de treinamento.
- Camada densa: Na camada densa é empregada a função de ativação “*Linear*”, para determinar a ativação ou inativação de um neurônio. Isso é feito verificando se os dados recebidos pelo neurônio são relevantes para a informação fornecida ou devem ser ignorados.

O *dataset* mencionado contou com um total de 538 registros para todos os ativos. Esses dados foram divididos da seguinte maneira: 60,04% (323) para treinamento, 7,99% (43) para teste do modelo e 31,97% (172) para teste da estratégia. Esta divisão pode ser visualizada nos gráficos exibidos na Figura 21. Os dados separados para testes do modelo foram utilizados para avaliar a qualidade das previsões realizadas na fase de treinamento, enquanto os dados separados para o teste da estratégia foram usados para verificar a precisão das previsões realizadas pelo modelo durante as simulações. A precisão das previsões foi determinada pela comparação entre o valor real para o dia e o seu valor previsto.

Figura 21 – Dataset das ações envolvidas na pesquisa.



Fonte: Criado pelo Autor.

Em seguida, os dados separados para treinamento, referentes ao período entre 01/01/2022 e 17/04/2023, foram utilizados como entrada para treinar os modelos empregando a rede LSTM. Após o treinamento, os dados reservados para os testes do modelo, correspondentes ao período entre 18/04/2023 e 20/06/2023, foram empregados para avaliar a qualidade da previsão. Em seguida, foram calculadas as métricas de avaliação RMSE e MAPE, cujos resultados podem ser vistos na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores obtidos durante os testes dos modelos.

Modelo	MAPE	RMSE	Modelo	MAPE	RMSE
ABEV3	46.03	0.55007	B3SA3	21.88	0.32631
ELET3	76.35	0.45872	ITUB4	110.67	0.38129
PETR4	62.76	0.39746	VALE3	207.9	0.42285

Fonte: Criado pelo Autor.

#### 5.2.4 Execução das estratégias

Após o treinamento e teste dos modelos de cada ação, a amostra separada para o teste da estratégia conta com 172 elementos entre os dias 21/06/2023 e 28/02/2024, sendo esses os dados disponibilizados para o algoritmo executar as simulações. Como preparação, foi formada uma carteira com as ações listadas na Tabela 3. Para cada ação, foi disponibilizado o valor de R\$ 10.000,00. Esse mesmo valor foi utilizando tanto para a execução da estratégia proposta quanto para a estratégia de  $B\mathcal{E}H$  que foi utilizada como índice de referência. A execução da estratégia adotou o mesmo período utilizado em sua validação (21/06/2023 e 28/02/2024).

A simulação realizada neste estudo de caso, iniciada em 21/06/2023, avalia a possibilidade de compra, venda ou permanência no estado atual. Essa avaliação é conduzida diariamente até alcançar o dia 28/02/2024.

No início de cada operação de compra de uma ação, tanto para a estratégia neste estudo quanto para a de  $B\mathcal{E}H$ , o algoritmo realiza o cálculo para identificar a quantidade de cotas que podem ser adquiridas para a ação. Esse cálculo é realizado utilizando a Equação 5.1, onde  $Q_c$  representa a quantidade de cotas compradas no início da operação,

$C$  o valor do capital aplicado e  $V_c$  o valor da ação no momento da compra. A Equação 5.1 é utilizada tanto nas operações de compra de uma ação realizada pela estratégia proposta quanto no cálculo inicial da estratégia de  $B\mathcal{E}H$ .

$$Q_c = C/V_c \quad (5.1)$$

Para obter o rendimento da operação, foi utilizada a Equação 5.2, onde  $R_t$  é o rendimento obtido na operação,  $Q_c$  representa a quantidade de cotas compradas no início da operação e  $V_v$  o valor da ação no momento da venda.

$$R_t = Q_c * V_v \quad (5.2)$$

O algoritmo calcula para cada ação o rendimento obtido utilizando a estratégia de  $B\mathcal{E}H$ . Para isso, são levados em consideração tanto o período mencionado anteriormente quanto as operações relacionadas às Equações 5.1 e 5.2. O resultado encontrado é utilizado para avaliar a lucratividade obtida.

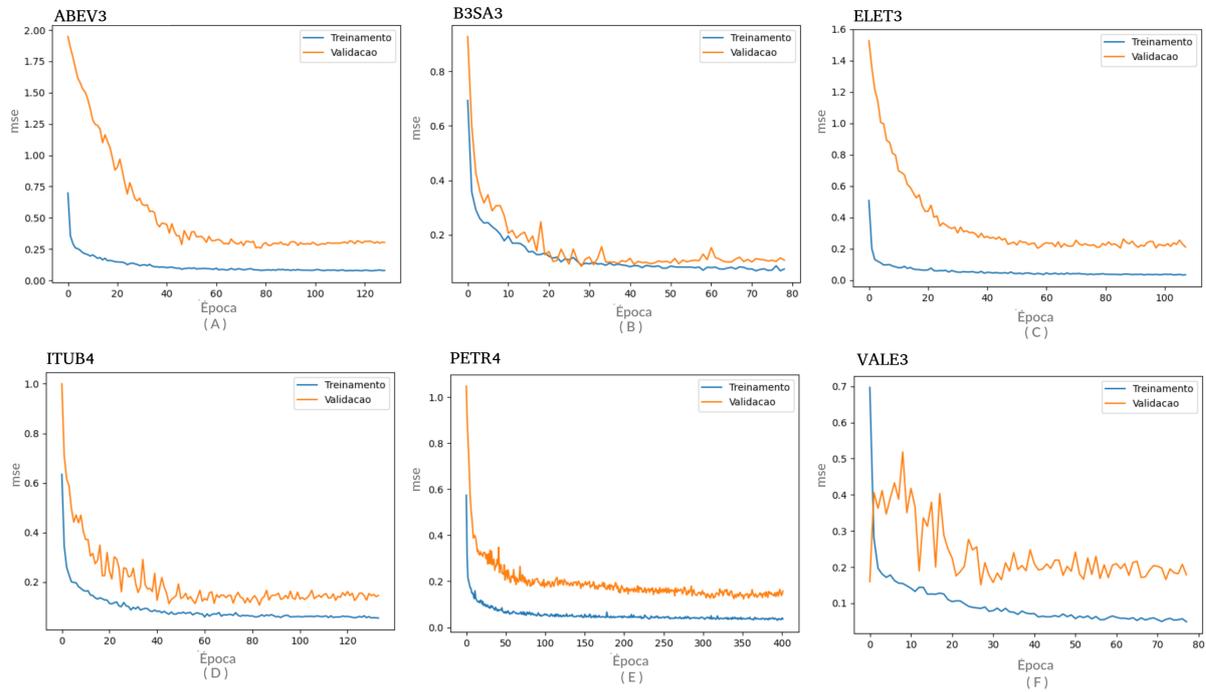
### 5.2.5 Resultados

A Figura 22 apresenta os gráficos com a evolução do treinamento para cada ação existente na carteira. No gráfico, o eixo X representa o valor calculado para o Mean Squared Error (MSE), enquanto o eixo Y representa a quantidade de épocas utilizadas para treinar o modelo. Os valores plotados para o treinamento correspondem ao *loss*, enquanto os valores para a validação correspondem ao *val\_loss*. Para este treinamento foi utilizado a amostra separada para esta fase.

Após o treinamento dos modelos, a amostra disponibilizada para teste do modelo foi utilizada para avaliar o desempenho do modelo treinado. Os gráficos apresentados na Figura 23 mostram as previsões realizadas durante a fase de testes do modelo, plotadas junto aos valores reais.

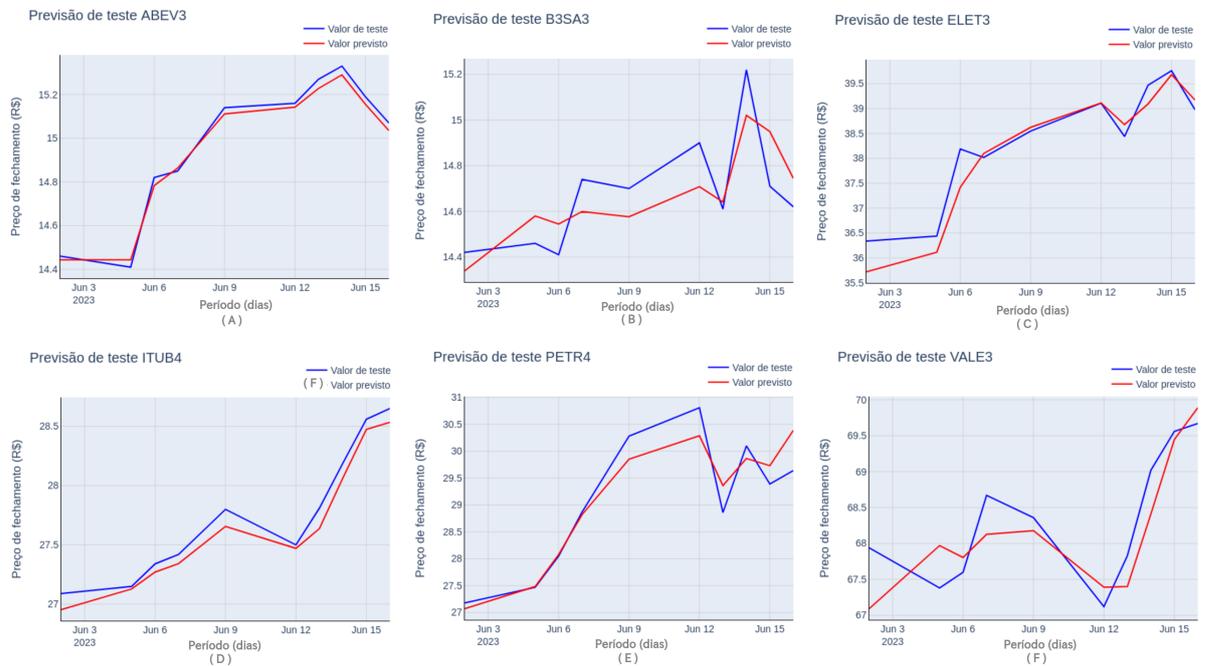
A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos nas previsões realizadas para os dias 21, 22 e 23/06/2023. A precisão das previsões dos modelos pode ser confirmada a partir das métricas MAPE e RMSE, conforme mostrado na Tabela 10. Os resultados dessas métricas

Figura 22 – Evolução do treinamento comparando o valor obtido na função de perda durante o treinamento (loss) com o valor obtido na validação (val<sub>loss</sub>).



Fonte: Criado pelo Autor.

Figura 23 – Previsões realizadas na fase de testes do modelo.



Fonte: Criado pelo Autor.

estão dentro de um percentual aceitável de acordo com o citado por (BANIK et al., 2022). Para esta simulação foram usados os dados separados para o teste da estratégia.

Tabela 9 – Valores previstos para as ações dos dias 21, 22 e 23/06/2023.

Ação	Valor real da ação			Previsão para dias futuros		
	D+1	D+2	D+3	D+1	D+2	D+3
ABEV3	R\$ 15,28	R\$ 15,55	R\$ 15,49	R\$ 15,10	R\$ 15,09	R\$ 15,07
B3SA3	R\$ 14,64	R\$ 14,20	R\$ 14,43	R\$ 14,70	R\$ 14,73	R\$ 14,81
ELET3	R\$ 39,59	R\$ 39,13	R\$ 40,08	R\$ 39,31	R\$ 39,40	R\$ 39,48
ITUB4	R\$ 29,04	R\$ 28,76	R\$ 28,67	R\$ 28,55	R\$ 28,24	R\$ 28,00
PETR4	R\$ 31,85	R\$ 31,45	R\$ 30,16	R\$ 31,57	R\$ 30,18	R\$ 27,91
VALE3	R\$ 66,93	R\$ 66,57	R\$ 65,90	R\$ 68,27	R\$ 67,91	R\$ 67,89

Fonte: Criado pelo Autor.

Tabela 10 – Métricas obtidas na previsão dos valores para os dias 21, 22 e 23/06/2023.

Ação	RMSE	MAPE	Ação	RMSE	MAPE
ABEV3	0.37013	0.02254	B3SA3	0.38214	0.02281
ELET3	0.41117	0.00968	ITUB4	0.55852	0.01919
PETR4	1.49552	0.04109	VALE3	1.57672	0.02333

Fonte: Criado pelo Autor.

O período utilizado para calcular o rendimento da estratégia de  $B\mathcal{E}H$  corresponde ao mesmo período usado na simulação da estratégia proposta, utilizando os dados disponíveis na amostra de teste da estratégia. A Tabela 11 mostra os valores utilizados nesse intervalo para a realização das compras e vendas das ações da carteira.

A Tabela 12 exibe o resultado dos rendimentos obtidos pela estratégia de B&H para as ações contidas na carteira. Os valores apresentados são calculados utilizando a Equação 4.5.

A Tabela 13 apresenta o capital acumulado ao final do processo, bem como o lucro (ou prejuízo) obtido ao término da simulação. Os resultados obtidos foram positivos, visto que conseguiram proteger o capital inicial de perdas quando comparados aos resultados alcançados pela estratégia de  $B\mathcal{E}H$ , conforme mostrado na Tabela 12.

A Figura 24 mostra as operações de compra e venda realizadas no período pelo algoritmo para cada ação que faz parte da carteira sugerida. A marcação verde sinaliza a realização de uma compra e a vermelha uma venda. É possível observar também a

Tabela 11 – Informações das operações de compra e venda utilizando a estratégia de B&amp;H.

Ação	Compra		Venda	
	Data	Valor	Data	Valor
ABEV3	21/06/2023	R\$ 15,28	28/02/2024	R\$ 13,45
B3SA3	21/06/2023	R\$ 14,64	28/02/2024	R\$ 12,58
ELET3	21/06/2023	R\$ 39,43	28/02/2024	R\$ 43,91
ITUB4	21/06/2023	R\$ 29,04	28/02/2024	R\$ 34,80
PETR4	21/06/2023	R\$ 31,85	28/02/2024	R\$ 40,43
VALE3	21/06/2023	R\$ 66,93	28/02/2024	R\$ 66,74

Fonte: Criado pelo Autor.

Tabela 12 – Resultados obtidos com a estratégia de B&amp;H ao final do período.

Ação	Capital inicial	Capital final	Rentabilidade
ABEV3	R\$ 10.000,00	R\$ 8.802,36	-11,98 (%)
B3SA3	R\$ 10.000,00	R\$ 8.592,90	-14,07 (%)
ELET3	R\$ 10.000,00	R\$ 11.088,38	10,88 (%)
ITUB4	R\$ 10.000,00	R\$ 11.983,47	19,83 (%)
PETR4	R\$ 10.000,00	R\$ 12.693,88	26,94 (%)
VALE3	R\$ 10.000,00	R\$ 9.971,61	- 0,28 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

diferença existente na acumulação da lucratividade de cada ativo, assim como os pontos de compra e venda das ações espelhadas na linha da estratégia de *B&H*. É importante destacar que o capital oscila de acordo com o preço da ação e que as retas paralelas ao eixo "X" no gráfico informam o período no qual a ação não estava comprada.

A Tabela 14 compara os resultados obtidos nas carteiras da estratégia proposta com a da estratégia de *B&H*. Nessa tabela, é possível observar que a rentabilidade conseguida pela estratégia proposta para a carteira montada foi superior ao conseguido pela carteira baseada na estratégia de *B&H*.

Tabela 13 – Informações das operações de compra e venda utilizando a estratégia proposta.

Ação	Capital inicial	Capital final	Rentabilidade
ABEV3	R\$ 10.000,00	R\$ 10.186,21	1,86 (%)
B3SA3	R\$ 10.000,00	R\$ 10.899,04	8,99 (%)
ELET3	R\$ 10.000,00	R\$ 10.558,60	5,59 (%)
ITUB4	R\$ 10.000,00	R\$ 10.728,61	7,29 (%)
PETR4	R\$ 10.000,00	R\$ 11.465,91	14,6 (%)
VALE3	R\$ 10.000,00	R\$ 10.815,80	8,16 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

Tabela 14 – Comparação resultado carteira da estratégia proposta com a da B&H.

Fonte	Capital inicial	Rendimento	Capital acumulado	Rentabilidade
Carteira EBAT	R\$ 60.000,00	R\$ 4.654,17	R\$ 64.654,17	7,76 (%)
Carteira estratégia B&H	R\$ 60.000,00	R\$ 3.132,60	R\$ 63.132,60	5,22 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

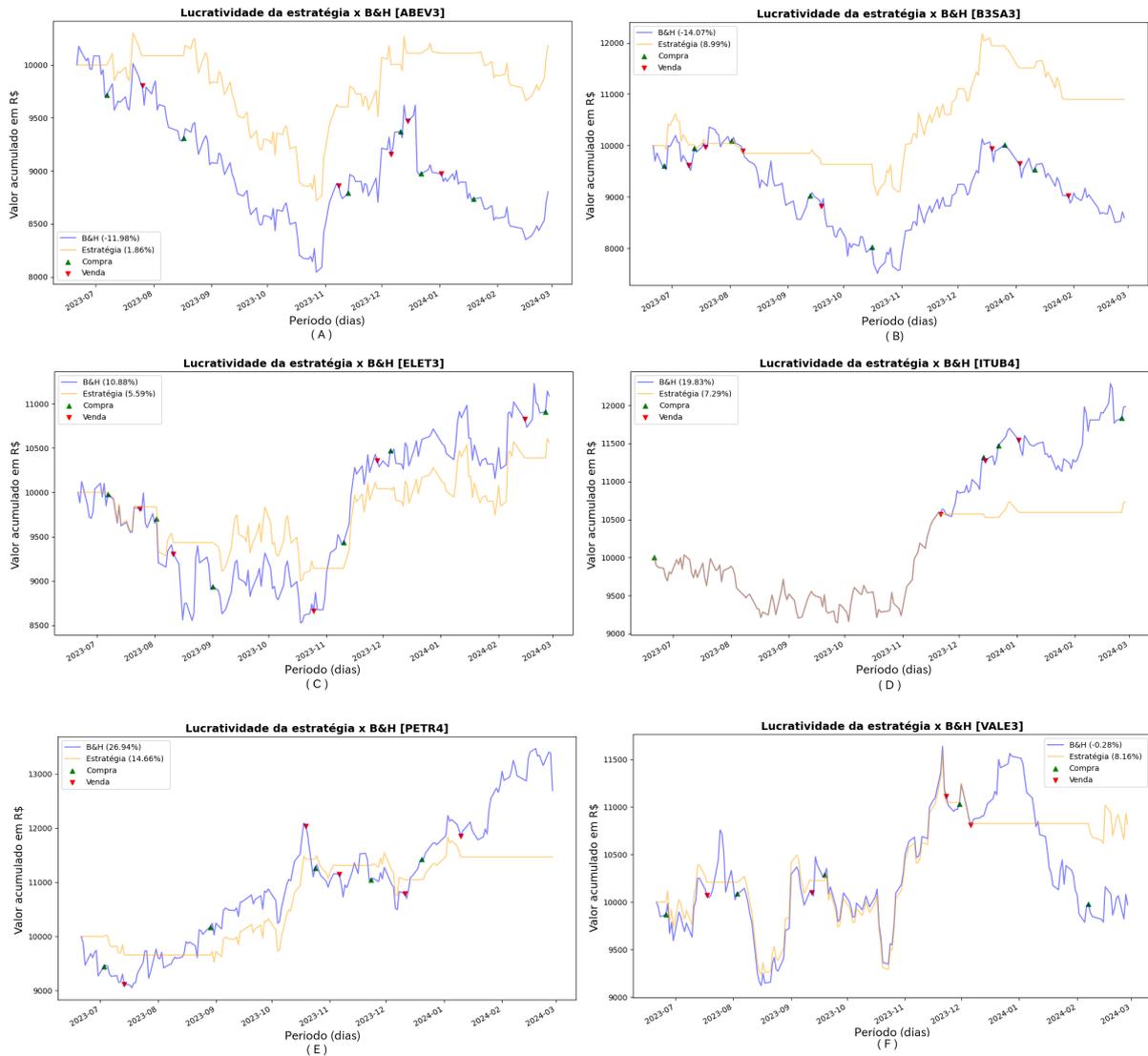
### 5.3 Estudo de Caso III

Este estudo avalia a aplicação da EBAT-IV, conforme definido na metodologia deste trabalho (4.5.2), que utiliza a análise da tendência dos preços de fechamento reais e previstos pela rede LSTM para ações, combinada com a análise do volume de negociação do ativo. O objetivo é confirmar as tendências de alta ou baixa nos preços de fechamento. As próximas subseções descrevem as fases deste experimento.

#### 5.3.1 Experimento

Este estudo adota os modelos treinados no estudo anterior, a fim de facilitar a comparação com os resultados anteriores, como também mantivemos a mesma carteira de ações e o mesmo período simulado. O valor inicial disponibilizado para o algoritmo permanece em R\$ 10.000,00, tanto para a execução da estratégia proposta neste experimento

Figura 24 – Lucratividade acumulada para cada ação na execução da estratégia proposta.



Fonte: Criado pelo Autor.

quanto para a estratégia de  $B\&H$ .

A simulação realizada consiste em executar as etapas descritas na Figura 12, conforme apresentado na metodologia deste trabalho, para cada dia, iniciando em 21/06/2023 e seguindo até 28/02/2024. O Algoritmo 1 descreve os passos realizados durante a simulação, enquanto o Algoritmo 2 demonstra os passos seguidos para avaliar a compra, venda ou permanência, com base nos critérios definidos na Seção (4.5.2) da metodologia.

### 5.3.2 Resultados

Como mencionado anteriormente, os dados de treinamento e teste dos modelos foram discutidos no Estudo de Caso II. A Tabela 12 mostra os dados obtidos pela estratégia de  $B\mathcal{E}H$ , adotada como referência para avaliar os resultados.

A Tabela 15 apresenta o capital acumulado ao final da simulação. Assim, é possível analisar a lucratividade obtida após a execução da estratégia, aliada à confirmação da tendência dos preços validada pelo volume de transações. Os resultados indicam que a combinação conseguiu proteger a maioria das operações de resultados negativos. Apenas a ação da ABEV3 apresentou um resultado desfavorável quando comparado aos valores exibidos na Tabela 12 obtidos pela estratégia de  $B\mathcal{E}H$ .

Tabela 15 – Capital acumulado após realização da simulação.

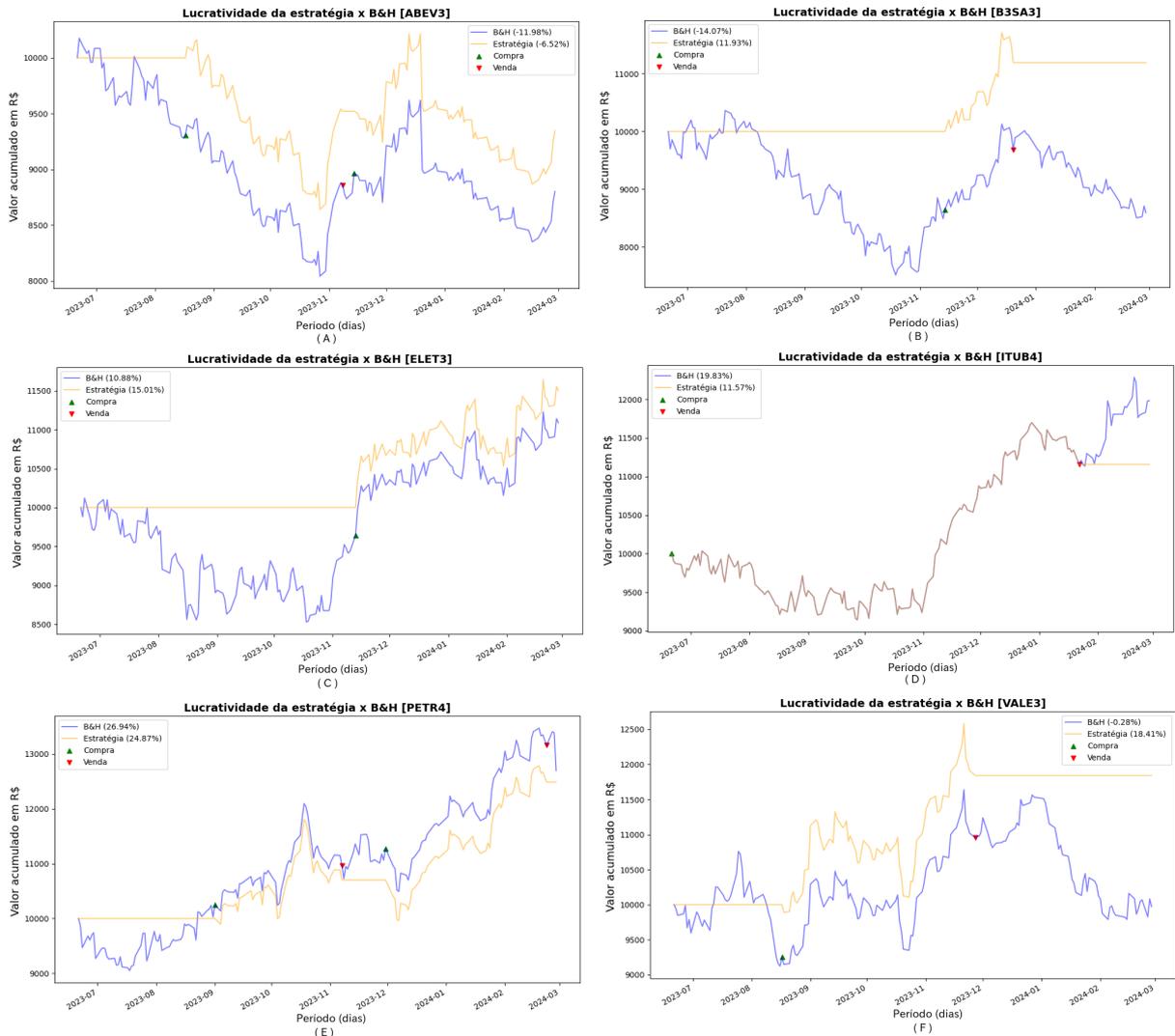
Ação	Capital inicial	Capital final	Rentabilidade
ABEV3	R\$ 10.000,00	R\$ 9.348,04	-6,52 (%)
B3SA3	R\$ 10.000,00	R\$ 11.192,73	11,93 (%)
ELET3	R\$ 10.000,00	R\$ 11.500,79	15,01 (%)
ITUB4	R\$ 10.000,00	R\$ 11.157,02	11,57 (%)
PETR4	R\$ 10.000,00	R\$ 12.486,93	24,87 (%)
VALE3	R\$ 10.000,00	R\$ 11.841,38	18,41 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

A Figura 25 mostra as operações de compra e venda realizadas no período pelo algoritmo para cada ação que faz parte da carteira sugerida. A marcação verde sinaliza a realização de uma compra e a em vermelho uma venda. É possível observar também a diferença existente na acumulação da lucratividade de cada ativo, assim como os pontos de compra e venda das ações espelhadas na linha da estratégia de  $B\mathcal{E}H$ , cujo capital oscila de acordo com o preço da ação.

A Tabela 16 compara os resultados obtidos nas carteiras da estratégia proposta neste experimento com a da estratégia de  $B\mathcal{E}H$ . Nessa tabela é possível observar a rentabilidade conseguida pelas estratégias. A estratégia proposta alcançou mais que o dobro do rendimento obtido pela carteira baseada na estratégia de  $B\mathcal{E}H$ .

Figura 25 – Lucratividade acumulada para cada ação na execução da estratégia com avaliação da tendência do volume.



Fonte: Criado pelo Autor.

Tabela 16 – Comparação dos resultados da carteira entre a estratégia proposta neste estudo e a de B&H.

Fonte	Capital inicial	Rendimento	Capital acumulado	Rentabilidade
Carteira EBAT-IV	R\$ 60.000,00	R\$ 7.526,89	R\$ 67.526,89	12,54 (%)
Carteira estratégia B&H	R\$ 60.000,00	R\$ 3.132,60	R\$ 63.132,60	5,22 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

## 5.4 Estudo de Caso IV

Este estudo avalia a aplicação da EBAT-GR, conforme definido na metodologia deste trabalho (4.5.3), que utiliza a análise da tendência dos preços de fechamento reais e previstos pela rede LSTM para ações, combinada com a gestão do gerenciamento de risco. O objetivo é mitigar os riscos durante a realização das transações, protegendo contra perdas ou consolidando os ganhos. As próximas subseções descrevem as fases deste experimento.

### 5.4.1 Experimento

Assim como realizado no Estudo de Caso III (Seção 5.3), este experimento também se baseia nos modelos treinados no Estudo de Caso II (Seção 5.2), a fim de facilitar a comparação com os resultados anteriores. Além disso, a mesma carteira de ações foi mantida e o mesmo período simulado. O valor inicial disponibilizado para o algoritmo permanece em R\$ 10.000,00, tanto para a execução da estratégia proposta neste experimento quanto para a estratégia de *B&H*.

A simulação realizada consiste em executar as etapas descritas na Figura 12, conforme apresentado na metodologia deste trabalho, para cada dia, iniciando em 21/06/2023 e seguindo até 28/02/2024. O Algoritmo 1 descreve os passos realizados durante a simulação, enquanto o Algoritmo 2 demonstra os passos seguidos para avaliar a compra, venda ou permanência, com base nos critérios definidos na Seção (4.5.3) da metodologia.

### 5.4.2 Resultados

Como mencionado no início deste estudo, os dados de treinamento e teste dos modelos já foram abordados anteriormente no Estudo de Caso II (5.2). Além disso, os resultados obtidos também são comparados aos encontrados pela estratégia de *B&H*. A Tabela 12 exibe o rendimento obtido pela estratégia de *B&H* para as ações contidas na carteira.

A Tabela 17 exibe o capital acumulado por ação ao final da simulação executada para os *stops 2 X 1*, juntamente com a lucratividade obtida. Os resultados mostram que a

estratégia proposta, conseguiu proteger o capital inicial contra perdas, quando comparados com os resultados da estratégia de  $B\mathcal{E}H$ , como evidenciado na Tabela 12.

Tabela 17 – Capital acumulado por ação após realização da simulação.

Ação	Capital inicial	Capital final	Rentabilidade
ABEV3	R\$ 10.000,00	R\$ 9.942,33	-0,58 (%)
B3SA3	R\$ 10.000,00	R\$ 11.326,51	13,27 (%)
ELET3	R\$ 10.000,00	R\$ 10.263,56	2,64 (%)
ITUB4	R\$ 10.000,00	R\$ 9.791,92	-2,08 (%)
PETR4	R\$ 10.000,00	R\$ 10.120,60	1,21 (%)
VALE3	R\$ 10.000,00	R\$ 9.899,04	-1,01 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

A Figura 26 ilustra as operações de compra e venda realizadas durante a simulação. Ao longo do período, foram efetuadas um total de 63 operações, das quais 33 resultaram em prejuízo. Observa-se que a avaliação do *stop* é feita com base no valor previsto para o próximo período ( $t+1$ ), sugerindo que a calibração do modelo pode não estar devidamente ajustada.

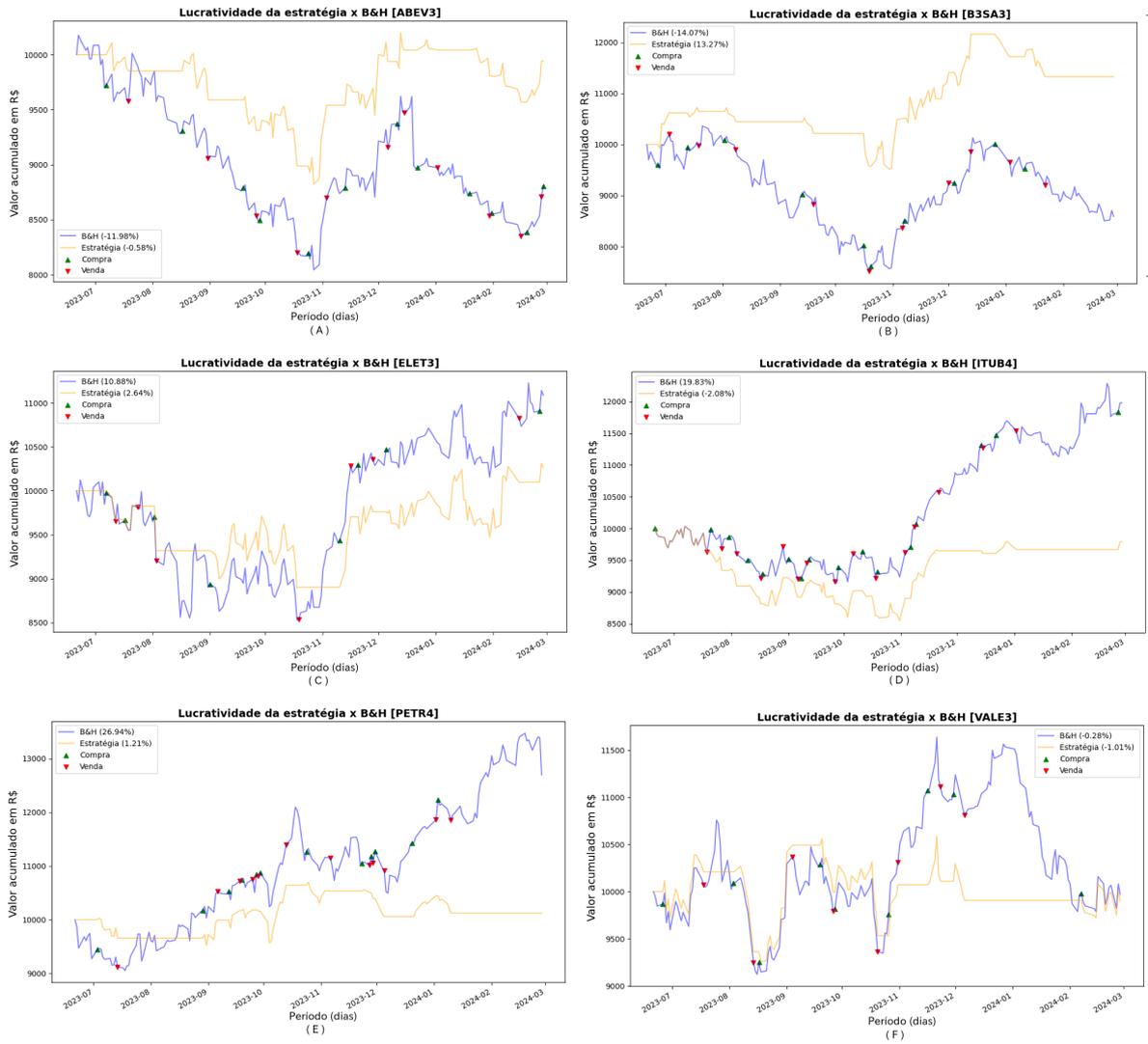
A Tabela 18 compara os resultados obtidos nas carteiras para as estratégias. Nessa tabela, pode-se observar as rentabilidades conseguidas pela estratégia abordada e para a estratégia de  $B\mathcal{E}H$ . A estratégia simulada conseguiu obter um rendimento inferior ao conseguido pela carteira baseada na estratégia de  $B\mathcal{E}H$ . Porém, mesmo apresentando esse resultado, conseguiu obter um acréscimo de 2,24% ao capital aplicado inicialmente. Mantendo uma lucratividade mínima para a carteira.

Tabela 18 – Comparação dos resultados da carteira entre a estratégia proposta neste estudo e a de B&H.

Fonte	Capital inicial	Rendimento	Capital acumulado	Rentabilidade
Carteira EBAT-GR	R\$ 60.000,00	R\$ 61.343,96	R\$ 1.343,96	2,24 (%)
Carteira estratégia B&H	R\$ 60.000,00	R\$ 3.132,60	R\$ 63.132,60	5,22 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

Figura 26 – Lucro acumulado para cada ação durante a após simulação



Fonte: Criado pelo Autor.

## 5.5 Conclusão dos estudos de caso

Nesta seção, faremos um fechamento dos estudos de casos II, III e IV. A Tabela compara os resultados obtidos nas carteiras utilizando as estratégias EBAT, EBAT-IV, EBAT-GR e a estratégia *Buy and Hold* (B&H). Na tabela, é possível observar a rentabilidade alcançada por cada estratégia na carteira montada. A EBAT-GR foi a única estratégia que ficou abaixo da rentabilidade obtida pela estratégia de *B&H*, com uma diferença de 2,98%. A EBAT conseguiu superar a estratégia de *B&H* em 2,54%, enquanto a EBAT-IV obteve a maior rentabilidade, com um aumento de 7,32%.

Tabela 19 – Resultado das carteiras para as estratégias

Fonte	Capital inicial	Rendimento	Capital acumulado	Rentabilidade
Carteira EBAT	R\$ 60.000,00	R\$ 4.654,17	R\$ 64.654,17	7,76 (%)
Carteira EBAT-IV	R\$ 60.000,00	R\$ 7.526,89	R\$ 67.526,89	12,54 (%)
Carteira EBAT-GR	R\$ 60.000,00	R\$ 61.343,96	R\$ 1.343,96	2,24 (%)
Carteira estratégia B&H	R\$ 60.000,00	R\$ 3.132,60	R\$ 63.132,60	5,22 (%)

Fonte: Criado pelo Autor.

## 6 Conclusão

A crescente integração das tecnologias no mercado de ações e os dados gerados diariamente têm possibilitado o desenvolvimento contínuo de ferramentas destinadas a auxiliar os agentes envolvidos no mercado financeiro durante o processo de tomada de decisão.

As estratégias abordadas neste trabalho fazem uso de uma rede LSTM, a qual é uma rede neural recorrente utilizada para realizar previsões dos preços de fechamento das ações. A estratégia utiliza a previsão realizada junto com os valores reais para prospectar a tendência futura dos preços e assim identificar o movimento do mercado.

Foram apresentadas três estratégias: a EBAT, que se baseia na análise da tendência formada pelos preços de fechamento; a EBAT-IV, que combina a análise de tendência com o uso do indicador de volume para confirmar as tendências de preço; e a EBAT-GR, que utiliza a análise da tendência dos preços de fechamento juntamente com o gerenciamento de risco através de *Stop Gain* e *Stop Loss*. Estes mecanismos criam uma barreira que pode ajudar a evitar perdas no capital investido.

O Estudo de Caso I foi utilizado para validar as previsões dos preços de fechamento realizadas pela rede LSTM para 8 ações existentes em 4 setores econômicos da B<sup>3</sup> e duas ações da bolsa de valores NASDAQ. Os resultados obtidos foram satisfatórios, tendo em vista mais de 80% das previsões realizadas pela rede LSTM foram consideradas boas.

Já o Estudo de Caso II realizou uma simulação durante um determinado período de operações de compra e venda de ações executadas pelo algoritmo desenvolvido para a EBAT. As transações de compra e venda dos ativos são realizadas com base na tendência avaliada. A estratégia conseguiu valorizar o capital da carteira de ações em 49% a mais do que o capital acumulado pela estratégia de B&H.

Os Estudos de Caso III e IV utilizaram com base o Estudo de Caso II. O terceiro focou na simulação utilizando a EBAT-IV que realiza a avaliação de tendência dos preços e acrescenta o uso do indicador de volume para confirmar as tendências de alta ou de baixa. Esse indicador é consultado após a identificação de uma tendência. Já o quarto estudo concentrou-se na simulação utilizando a EBAT-GR, que além da avaliação da tendência dos preços, incorpora o gerenciamento de risco. Após a compra de um ativo, os *Stops* passam a ser avaliados durante toda a simulação até que sejam rompidos, encerrando a

operação, ou a ação seja vendida. Entre as estratégias apresentadas, a EBAT-IV foi a que proporcionou o melhor retorno, com um ganho de capital na carteira 140% superior ao obtido pela estratégia de B&H para a mesma carteira.

## 6.1 Contribuições

A seguir, as principais contribuições deste trabalho são elencadas:

- Proposição de uma estratégia de investimento baseada na análise da tendência dos preços de fechamento prospectados por modelos gerados pela rede LSTM;
- Proposição de uma estratégia de investimento baseada na análise da tendência dos preços de fechamento prospectados por modelos gerados pela rede LSTM junto com a avaliação do volume de transações para confirmar a tendência na movimentação dos preços;
- Proposição de uma estratégia de investimento baseada na análise da tendência dos preços de fechamento prospectados por modelos gerados pela rede LSTM combinado com o gerenciamento de risco objetivando mitigar os riscos existentes nas operações realizadas no mercado de ações;
- Aplicação das estratégias propostas em várias ações negociadas na bolsa de valores brasileira;
- Desenvolvimento da ferramenta "*Pedal Investments*" com o objetivo de auxiliar os agentes envolvidos no mercado de ações na tomada de decisões. As explicações e telas dessa ferramenta estão no Apêndice A.

Dessa forma, os objetivos relacionados na Seção 1.2.1 foram alcançados. Além das contribuições mencionadas acima, dois artigos foram publicados durante a realização da pesquisa:

- Amorim, Taciano; Callou, G.; Pereira, Saulo; Santos, Anderson Sena **Utilizando rede LSTM para predição de ações de vários setores econômicos da Bolsa de Valores**. Gestão.org. 2024. (QUALIS A4).
- Amorim, Taciano; Callou, G.; Santos, Anderson Sena **Compra e venda de ações negociadas na B3 utilizando LSTM, análise de tendência e stop**. Gestão.org. 2024. (QUALIS A4).

## 6.2 Limitações

As limitações encontradas neste trabalho são apresentadas abaixo:

- Devido à utilização de apenas uma configuração para a rede LSTM para todas as ações, o treinamento dos modelos não conseguiu alcançar um desempenho ideal.
- A limitação na quantidade de elementos na amostra para treinamento não permitiu que alguns modelos obtivessem uma melhor acurácia nas previsões.

## 6.3 Trabalhos Futuros

Alguns dos futuros direcionamentos desse trabalho podem ser:

- Aumentar a quantidade de dias previstos;
- Realizar a utilização de mais indicadores financeiros utilizados durante as operações de compra e venda de ações;
- Executar as estratégias propostas para um número maior de ações. Desta forma, a pode-se avaliar melhor em quais ramos ou em qual grupo de ações ela consegue obter melhor lucratividade;
- Realizar a configuração dos hiperparâmetros para cada modelo treinado por ação;
- Aumentar a massa histórica necessária para cada treinamento dos modelos das ações, visando melhorar a precisão das previsões.

## Referências

- ALMEIDA, R. d. *Uso de redes neurais long short-term memory como estratégia de algorithmic trading*. [S.l.]: Vitoria-Es:[sn], 2019. 43
- ALVES, L. A. de O.; BRAZ, D. D. d. C. Predição de tendência nos preços de ativos financeiros usando inteligência artificial. *15<sup>o</sup> JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 12<sup>o</sup> SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS*, v. 15, n. 3, 2023. 19, 20, 26, 28, 29, 38
- Aroussi, Ran. *Download market data from Yahoo! Finance's API*. 2023. Disponível em: <<https://pypi.org/project/yfinance/>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. 46, 62, 68
- B3a. *Uma das principais empresas de infraestrutura de mercado financeiro do mundo*. 2024. Disponível em: <[https://www.b3.com.br/pt\\_br/b3/institucional/quem-somos](https://www.b3.com.br/pt_br/b3/institucional/quem-somos)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024. 30
- B3b. *Resumo das operações*. 2024. Disponível em: <[https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-de-derivativos/resumo-das-operacoes/resumo-dos-mercados/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-de-derivativos/resumo-das-operacoes/resumo-dos-mercados/)>. Acesso em: 2 de março de 2024. 30, 31
- B3c. *Ações*. 2024. Disponível em: <[https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/cotacoes/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/cotacoes/)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024. 32
- B3e. *Número de investidores na B3 cresce mesmo em cenário de alta volatilidade*. 2022. Disponível em: <[https://www.b3.com.br/pt\\_br/noticias/numero-de-investidores-na-b3-cresce-mesmo-em-cenario-de-alta-volatilidade.htm](https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/numero-de-investidores-na-b3-cresce-mesmo-em-cenario-de-alta-volatilidade.htm)>. Acesso em: 10 de março de 2024. 18
- B3f. *Número de investidores na B3 cresce 34% em renda fixa e 23% em renda variável em 12 meses*. 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](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)>. Acesso em: 10 de março de 2024. 18
- BANIK, S. et al. Lstm based decision support system for swing trading in stock market. *Knowledge-Based Systems*, Elsevier, v. 239, p. 107994, 2022. 26, 28, 29, 65, 73
- BARBOZA, F.; GARRUTI, D.; SILVA, M. Previsões de tendência no brasil: uma aplicação de inteligência artificial. In: *Congresso UFU de Contabilidade*. [S.l.: s.n.], 2021. 26, 28, 29
- BATHLA, G. Stock price prediction using lstm and svr. In: IEEE. *2020 Sixth International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC)*. [S.l.], 2020. p. 211–214. 20, 24, 28, 29
- BB. *Mercado de Ações*. 2024. Disponível em: <<https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/compra-e-venda-de-aco-es/guia-do-investidor/mercado-de-aco-es#/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024. 32

BOLSA DE VALORES. In: *DICIO, Dicionário Online de Português*. 2024. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/bolsa-de-valores/>>. Acesso em: 06 de março de 2024. 31

BRASILEIRO, R. d. C. *Sistema automático para negociação de ações usando algoritmos baseados em inteligência coletiva e análise técnica*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2013. 19, 20, 25, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 40

BRUM, C. A. *Aprenda a Investir em AÇÕES e a Operar na Bolsa Via INTERNET*. Rio de Janeiro: Ed. [S.l.]: Ciência Moderna Ltda, 2006. 31

CAPRIATA, W. *ANÁLISE FUNDAMENTALISTA E ANÁLISE TÉCNICA*. 2022. Disponível em: <<https://profcapriata.com.br/analise-fundamentalista/>>. Acesso em: 28 de março de 2024. 35

CARDOSO, G. *O risco é o seu maior aliado*. 2023. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/colunistas/tudo-clear/o-risco-e-o-seu-maior-aliado/>>. Acesso em: 09 de março de 2024. 19

CHEEMA, Ramish. *21 Largest Stock Exchanges in the World*. 2023. Disponível em: <<https://finance.yahoo.com/news/21-largest-stock-exchanges-world-154737743.html>>. Acesso em: 06 de março de 2024. 31

CORRETORA, C. B. Apostila de análise fundamentalista. *Bradesco Corretora*, 2015. 33

COSTA, T. R. C. C. da; SOBREIRO, V. A. Trading system baseado no moving average convergence-divergence: Uma experimentação computacional. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, v. 4, n. 1, 2013. 48

DAMETTO, R. C. Estudo da aplicação de redes neurais artificiais para predição de séries temporais financeiras. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2018. 19

Data Science Academy a. *Deep Learning Book - Capítulo 91 – Machine Learning – Guia Definitivo – Parte 1*. 2022. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.com.br/machine-learning-guia-definitivo-parte-1/>>. Acesso em: 06 de março de 2024. 41, 42

Data Science Academy b. *Deep Learning Book - Capítulo 51 – Arquitetura de Redes Neurais Long Short Term Memory (LSTM)*. 2022. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.com.br/arquitetura-de-redes-neurais-long-short-term-memory/>>. Acesso em: 09 de março de 2024. 44, 45

Data Science Academy c. *Deep Learning Book - Capítulo 3 – O Que São Redes Neurais Artificiais Profundas ou Deep Learning?* 2022. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.com.br/o-que-sao-redes-neurais-artificiais-profundas/>>. Acesso em: 09 de março de 2024. 42

DEBASTIANI, C. A.; RUSSO, F. A. *Avaliando empresas, investindo em ações: a aplicação prática da análise fundamentalista na avaliação de empresas*. [S.l.]: Novatec Editora, 2008. 33

ELDER, A. Aprenda a operar no mercado de ações. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006. 32

- ELLIOT, A.; HSU, C. H. Time series prediction: Predicting stock price. *arXiv preprint arXiv:1710.05751*, 2017. 27, 28, 29
- GAMBOGI, J. A. *Aplicação de redes neurais na tomada de decisão no mercado de ações*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2013. 18
- Infomoney. *Entenda como funciona o mercado de ações e a bolsa de valores*. 2024. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/guias/mercado-de-acoes/>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2024. 32
- JUNIOR, L. A. de A. Sistema automático para operações day trade baseado em previsão de valores máximos e mínimos com random forest. 2022. 18, 45
- LEANDRO, J. C. et al. Aplicação de redes neurais lstm para previsão de séries temporais financeiras. Universidade Federal da Grande Dourados, 2021. 20, 24, 28, 29, 40
- MACHADO, A. E. et al. Avaliação de estratégias de operação em swing trade baseadas em aprendizado de máquina. In: SBC. *Anais do I Brazilian Workshop on Artificial Intelligence in Finance*. [S.l.], 2022. p. 69–80. 20, 26, 28, 29, 40
- MODALMAIS. *Buy and hold: o que é, vantagens e por que usar*. 2023. Disponível em: <<https://www.modalmiais.com.br/blog/buy-and-hold/>>. Acesso em: 06 de março de 2024. 39
- MOURA, I. L. M. R. Predição de preços do mercado financeiro utilizando redes neurais lstm. Universidade Federal do Maranhão, 2023. 18, 20, 25, 28, 29, 42, 45
- MURPHY, J. J. Technical analysis of the financial markets. new york institute of finance, 1999. *TABLE II. DATA POINTS FROM INVERCAP (04/16/2013 TO 05/31/2013)*, 1999. 34
- NASCIMENTO, D.; COSTA, A.; BIANCHI, R. Stock trading classifier with multichannel convolutional neural network. In: SBC. *Anais do XVII Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional*. [S.l.], 2020. p. 282–293. 20, 27, 28, 29
- NASCIMENTO, K. K. F. do; JALE, J. da S.; FERREIRA, T. A. E. Simulação de mercado financeiro com compra e venda otimizadas por enxame de partículas. *Ciência e Natura*, v. 43, p. e21–e21, 2021. 20
- NASCIMENTO, O. S.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, K. H. A. Previsão de preços de ações utilizando inteligência artificial. In: SBC. *Anais do I Brazilian Workshop on Artificial Intelligence in Finance*. [S.l.], 2022. p. 37–47. 18, 19, 20, 23, 28, 29, 40
- NELSON, D. M.; PEREIRA, A. C.; OLIVEIRA, R. A. D. Stock market's price movement prediction with lstm neural networks. In: IEEE. *2017 International joint conference on neural networks (IJCNN)*. [S.l.], 2017. p. 1419–1426. 26
- NEVES, R. J. T. *Análise técnica ou buy and hold*. Tese (Doutorado), 2019. 32, 33, 38
- OLIVEIRA, R. F. *Inteligência Artificial*. [S.l.]: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2018. 40

PACCE, T. A. Estratégia de negociação baseada em inteligência artificial para atuação em mercados de capitais. 2017. 19, 20, 24, 28, 29

PACTUAL, BTG. *Buy and Hold: Entenda a estratégia que fez de Warren Buffett um fenômeno*. 2023. Disponível em: <<https://content.btgpactual.com/blog/financas/mercado-financeiro>>. Acesso em: 05 de março de 2024. 30

PagBank. *Análise técnica e análise fundamentalista: o que você precisa saber sobre esses modelos?* 2023. Disponível em: <<https://blog.pagueseguro.uol.com.br/analise-tecnica-e-fundamentalista/>>. Acesso em: 28 de março de 2024. 34

PENTEADO, M. A. d. B. *Uma avaliação estatística da análise gráfica no mercado de ações brasileiro à luz da teoria dos mercados eficientes e das finanças comportamentais*. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2003. 33, 34

PINTO, L. *O que é análise técnica: confira o guia completo*. 2020. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/o-que-e-analise-tecnica/>>. Acesso em: 23 de março de 2024. 34

RAGAZZO, C.; TOLENTINO, M.; CATALDO, B. Inteligência artificial: o que é e como se aplica às finanças?(artificial intelligence: What is it and how does finance use it?). *Artificial Intelligence: What is It and How Does Finance Use It*, 2023. 23, 39, 40, 41, 42

REIS, Tiago. *Tudo sobre o Mercado Financeiro: o que é e como ele funciona?* 2023. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/guias/mercado-financeiro/>>. Acesso em: 01 de março de 2024. 30

RIBEIRO, M. V. d. O.; CORREA, M. M. Previsão de preço de ações baseada em redes neurais recorrentes: Lstm e gru. 2021. 35, 36

ROONDIWALA, M.; PATEL, H.; VARMA, S. Predicting stock prices using lstm. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, v. 6, n. 4, p. 1754–1756, 2017. 24, 28, 29, 40

ROSSUM, G. van. *What is Python? Executive Summary*. 2024. Disponível em: <<https://www.python.org/doc/essays/blurb>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. 46

SANTOS, G. C. et al. Algoritmos de machine learning para previsão de ações da b3. Universidade Federal de Uberlândia, 2020. 46

SANTOS, M. J. P. dos; SCHAAL, F. M. M.; GOULART, R. *Propriedade Intelectual e Inteligência Artificial*. [S.l.]: Almedina Brasil, 2024. 20, 27, 28, 29

SANTOS, M. T. D.; IGARASHI, W.; IGARASHI, D. C. C. Comparação de dois modelos de predição de preço de bitcoins utilizando análise técnica e lstm: Comparison of two bitcoin price prediction models using technical analysis and lstm. *Brazilian Journal of Business*, v. 5, n. 1, p. 181–199, 2023. 19

SEZER, O. B.; OZBAYOGLU, A. M. Algorithmic financial trading with deep convolutional neural networks: Time series to image conversion approach. *Applied Soft Computing*, Elsevier, v. 70, p. 525–538, 2018. 27

SHAH, D.; ISAH, H.; ZULKERNINE, F. Stock market analysis: A review and taxonomy of prediction techniques. *International Journal of Financial Studies*, MDPI, v. 7, n. 2, p. 26, 2019. 18

Sklearn. *sklearn.preprocessing.MinMaxScaler*. 2024. Disponível em: <<https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.preprocessing.MinMaxScaler.html>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. 47

SOUTO, G. et al. Avaliação dos diferentes tipos de redes lstm para predição de ações na bolsa de valores. In: SBC. *Anais da IV Escola Regional de Informática do Rio de Janeiro*. [S.l.], 2021. p. 65–71. 19, 20, 23, 28, 29, 40

TEIXEIRA, L. A.; OLIVEIRA, A. L. I. D. A method for automatic stock trading combining technical analysis and nearest neighbor classification. *Expert systems with applications*, Elsevier, v. 37, n. 10, p. 6885–6890, 2010. 25, 34

TORO, E. i. *Volume Financeiro: veja como utilizar nas operações de trading*. 2022. Disponível em: <<https://blog.toroinvestimentos.com.br/trading/volume-financeiro//>>. Acesso em: 03 de março de 2024. 36

TORO, E. i. *Teoria de Dow: saiba o que é e como usar na Análise Técnica*. 2024. Disponível em: <<https://blog.toroinvestimentos.com.br/trading/teoria-de-dow/>>. Acesso em: 03 de maio de 2024. 19

TURING, A. M. *Computing machinery and intelligence*. [S.l.]: Springer, 2009. 39

TURING, A. M. *Computing machinery and intelligence (1950)*. 2021. 39

VASCO, L. P. Um estudo de redes neurais recorrentes no contexto de previsões no mercado financeiro. Universidade Federal de São Carlos, 2020. 39, 41, 43, 44

XP, E. *STOP Gain: como e porque utilizar no investimento!* 2022. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/aprenda-a-investir/relatorios/stop-gain>>. Acesso em: 20 de março de 2024. 37, 38

Yahoo! Finance. *Yahoo! Finance*. 2024. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Yahoo!\\_Finance](https://pt.wikipedia.org/wiki/Yahoo!_Finance)>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. 19, 36, 46

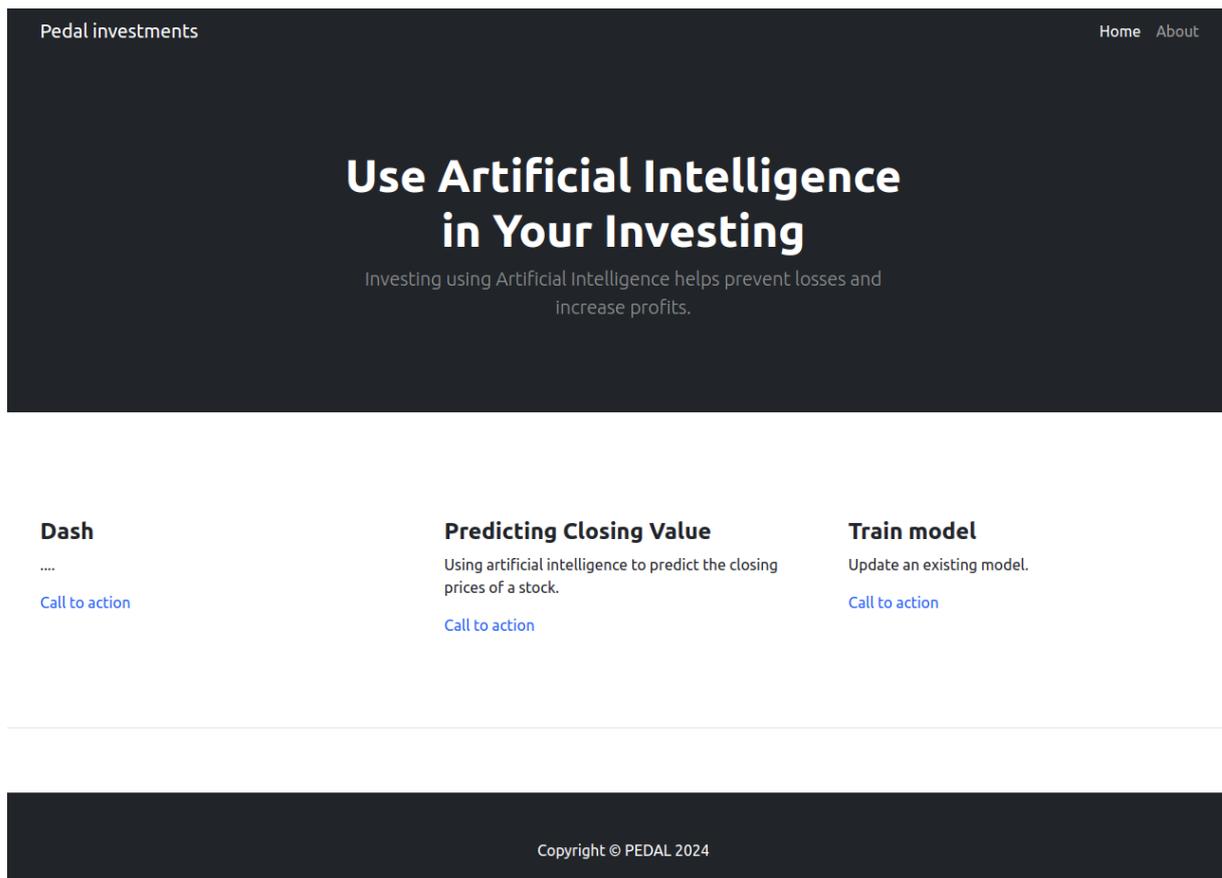
## APÊNDICE

## APÊNDICE A – APÊNDICE A – Pedal investments

Este apêndice apresenta o sistema *Pedal investments*, projetado para auxiliar investidores na avaliação do momento ideal para comprar, vender ou manter a posição atual em uma ação. O sistema oferece três principais funcionalidades: treinamento/atualização de modelos, previsão do valor futuro com recomendações de compra e simulação de lucratividade com projeções para o próximo dia, sugerindo venda ou retenção.

A tela inicial oferece duas opções: "Predicting Closing Value" e "Train Model". A primeira utiliza algoritmos para prever valores futuros, enquanto a segunda realiza o treinamento dos modelos usados nas simulações. A Figura 27 mostra a tela principal do sistema.

Figura 27 – Tela principal de sistema.

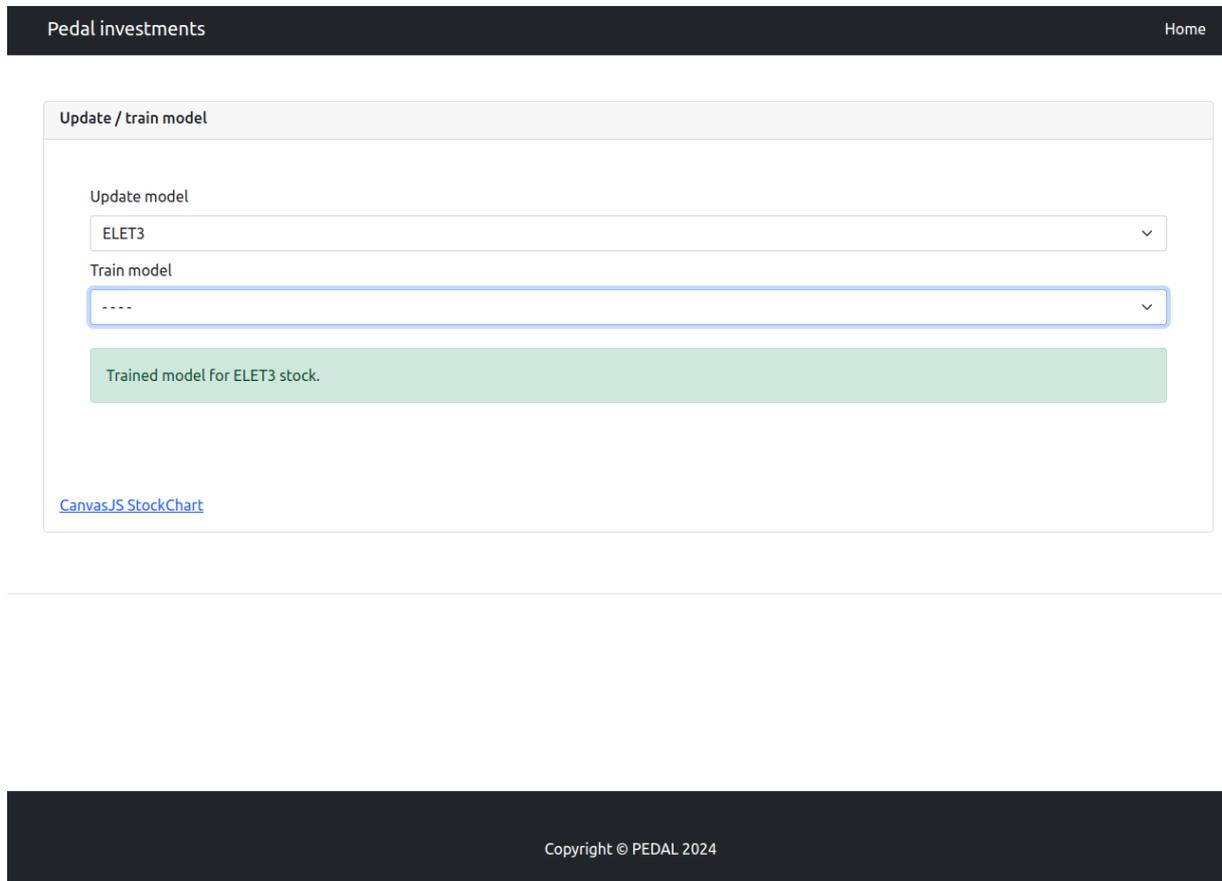


Fonte: Elaboração própria.

A Figura 28 demonstra a funcionalidade para atualização ou treinamento de novos modelos, utilizando dados fornecidos pela biblioteca *Python YFinance*. Após o treinamento

de um modelo para uma ação, ele fica disponível para previsões e simulações no sistema.

Figura 28 – Tela de atualização ou treinamento dos modelos.



Fonte: Elaboração própria.

A tela de filtro existente possibilita aos usuários verificar uma indicação de compra ou a venda de um ativo. A Figura 29 mostra a funcionalidade configurada para realizar a predição e indicações para compra do ativo selecionado, levando em consideração as simulações executadas pelo algoritmo utilizando os critérios baseados na análise da tendência verificadas nos preços de fechamento da ação selecionada e do volume.

Como resultado da pesquisa realizada anteriormente será exibido a Figura 30. Nessa tela é exibido um gráfico contendo a série temporal dos preços da ação selecionada e o volume de operações realizadas. Logo depois são exibidos 3 caixas mostrando os preços reais da ação ( D-1 e D ) e o preço prospectado pelo algoritmo. O dia de referência ( D ) nesse caso sempre será o último dia fechado na bolsa de valores. Em seguida, são apresentadas duas caixas com as possíveis indicações, baseadas na análise da tendência dos preços com ou sem análise de volume de transações.

Na Figura 31, é apresentado o filtro empregado não apenas para simular a

Figura 29 – Tela de filtro - opção avaliação de compra.

Pedal investments
Home

Select an stock

ABEV3
▼

Evaluate purchase indication

---

**Details**

The system will predict the closing price of the stock for the following day and make a purchase indication using the following criteria:

- based on price trend analysis;
- based on analysis of price and volume trends.

Evaluate indication of sale or stay

---

**Inform the purchase values**

Date of purchase

Ex.: dd/mm/yyyy

**Details**

The system will predict the closing price of the share for the following day and will indicate sell or remain using the following criteria:

- based on price trend analysis;
- based on price trend analysis and risk management;
- based on analysis of price and volume trends;
- based on analysis of price trends, volume and risk management.

Submit

Fonte: Elaboração própria.

lucratividade do investimento, mas também para avaliar a viabilidade de manter ou não o ativo adquirido. Para essa determinação, são consideradas não apenas a análise da tendência dos preços de fechamento, mas também a análise da tendência do volume e o gerenciamento de risco.

Figura 30 – Tela que mostra as possíveis indicações para a compra do ativo.

Predict value



Copyright © PEDAL 2024

Fonte: Elaboração própria.

Figura 31 – Tela de filtro - opção avaliação de venda ou permanência.

Pedal investments Home

Select an stock  
 ABEV3

Evaluate purchase indication

**Details**  
 The system will predict the closing price of the stock for the following day and make a purchase indication using the following criteria:

- based on price trend analysis;
- based on analysis of price and volume trends.

Evaluate indication of sale or stay

**Inform the purchase values**  
 Date of purchase  
  
 Ex.: dd/mm/yyyy

**Details**  
 The system will predict the closing price of the share for the following day and will indicate sell or remain using the following criteria:

- based on price trend analysis;
- based on price trend analysis and risk management;
- based on analysis of price and volume trends;
- based on analysis of price trends, volume and risk management.

Fonte: Elaboração própria.

## APÊNDICE B – APÊNDICE B – Pedal investments (código fonte)

Este apêndice fornece detalhes sobre o "Pedal Investments", uma ferramenta utilizada para realizar simulações de lucratividade ou fornecer indicações de compra ou venda de ativos. O aplicativo foi desenvolvido em Python e consiste nos seguintes arquivos: *main.py* (B), *view.py* (B.1) e *predict.py* (B.2). A camada de apresentação é composta pelos arquivos *index.html* (B.3), *formfilter.html*(B.4), *train.html*(B.5),

```
1 from flask import Flask, render_template, request
2 import view as view
3 import dash_analise_invest
4
5 app = Flask(__name__)
6
7 # -----
8 # TEMPLATES
9 # -----
10 #
11 # Load index
12 #
13 @app.route("/")
14 def root():
15     return render_template('index.html')
16
17 @app.route("/index")
18 def index():
19     return render_template('index.html')
20
21 #
22 # Performs model training
23 #
24 @app.route("/train")
```

```
25 def train():
26     return render_template('train.html')
27
28 #
29 # Performs model training
30 #
31 @app.route("/dash")
32 def dash():
33     return render_template(dash_analise_invest.app)
34
35 #
36 # Form for making the forecast
37 #
38 @app.route("/form_filter")
39 def form_filter():
40     return render_template('form_filter.html')
41
42 @app.route("/dash_predict_value", methods = ['POST', 'GET'
43     ])
44 def dash_predict_value():
45     ticker = request.form['ticker']
46     print(ticker)
47     return render_template('dash_predict_value.html', ticker=
48         ticker)
49
50 @app.route("/dash_predict_profitability", methods = ['POST'
51     , 'GET'])
52 def dash_predict_profitability():
53     ticker = request.form['ticker']
54     date_purchase = request.form['datePurchase']
55     print(ticker)
56     print(date_purchase)
```

```

54     return render_template('dash_predict_profitability.html',
55                             ticker= ticker, date_purchase=date_purchase)
56
57 # -----
58 # API 's
59 # -----
60
61 #
62 # Predict value
63 #
64 @app.route('/api/v1/predict_value/<ticker>')
65 def get_predict_value(ticker):
66     print("-----")
67     print("- PREDICT VALUE -")
68     print("-----")
69     _results= view.api_predict_value(ticker)
70     print("-----")
71     return _results
72
73 #
74 # Predict profitability
75 #
76 @app.route('/api/v1/predict_profitability/<ticker>/')
77 def post_predict_profitability():
78     print("-----")
79     print("- PREDICT PROFITABILITY -")
80     print("-----")
81     _results= view.api_predict_profitability( ticker,
82                                             date_begin, purchase_price )
82     print("-----")
83

```

```
84     return _results
85
86 #
87 # API PREDICT
88 #
89 @app.route('/api/v1/train_model/<ticker>')
90 def get_train_model(ticker):
91     print("-----")
92     print("- TRAIN MODEL -")
93     print("-----")
94     _results= view.api_train_model(ticker)
95     print("-----")
96     return _results
97
98
99 #
100 # List model
101 #
102 @app.route('/api/v1/list_tickers')
103 def get_list_tickers():
104     print("-----")
105     print("- GET LIST MODELS -")
106     print("-----")
107     _results= view.get_list_models()
108     print("-----")
109     return _results
110
111 #
112 # List model train
113 #
114 @app.route('/api/v1/list_tickers_train')
115 def get_list_tickers_train():
```

```
116     print("-----")
117     print("- GET LIST MODELS -")
118     print("-----")
119     _results= view.get_list_models_train()
120     print("-----")
121     return _results
122
123
124 if __name__ == "__main__":
125     app.run()
```

## B.1 view.py

```
1  import os
2  import json
3  import predict as pred
4  from datetime import date, timedelta
5
6  TIPO_OPERACAO_TENDENCIA          = 1
7  TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_STOP    = 2
8  TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME = 3
9  TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME_STOP = 4
10
11 def get_list_models( ):
12     lista_modelos= []
13
14     modelos = os.listdir("./modelos")
15
16     for modelo in modelos:
17         simbolo = modelo.split(".")
18         print(simbolo[0])
19         lista_modelos.append(simbolo[0])
20
21     lista_modelos = sorted(lista_modelos)
22     # Convert python list to JSON
23     json_models = json.dumps(lista_modelos)
24     print(json_models)
25
26     return json_models
27
28
29 def get_list_models_train( ):
```

```
30 lista_modelos= ['ABEV3', 'B3SA', 'ELET3', 'ITUB4', 'PETR4',
31                 'VALE3']
32
33 lista_modelos = sorted(lista_modelos)
34 # Convert python list to JSON
35 json_models = json.dumps(lista_modelos)
36 print(json_models)
37
38 return json_models
39
40
41 def api_train_model( ticker ):
42     pred.run_model(ticker)
43     return "{\"processed\":true,\"ticker\":\"" + ticker + "
44         \", \"period\": \"" + "01/02/2023 - 01/02/2024" + "
45         \", \"metric\": \"" + "2.56" + "\"}"
46
47 def api_predict_profitability( ticker, date_begin,
48     purchase_price ):
49     print( ticker, date_begin, purchase_price )
50     return "true"
51
52 def api_predict_value( ticker ):
53     if ticker == '-':
54         json= "[]"
55
56     else:
57         data_atual = date.today()
58         data_atual= data_atual - timedelta(1)
59         data_anterior= data_atual - timedelta(370)
```

```
58     print("CURRENT DAY : ", data_atual)
59     print("OLD Date : ", data_anterior)
60
61     # Busca dados do ticker
62     df = pred.get_dataframe_ticker(ticker+".sa", period
63         ="1y")
64     print( df )
65
66     # Pega os ultimo 30 dias
67     df_pred_win= df.tail(30)
68     print( df_pred_win )
69
70     tendencia, list_pred= pred.prever_preco(ticker,
71         df_pred_win)
72     print( tendencia )
73     print( list_pred )
74
75     #
76     # Identifica a indicacao de tendencia
77     #
78     indicacaoTrend= "No defined trend"
79     tipoTrend= "L"
80     if ( "A" == tendencia ):
81         indicacaoTrend= "Uptrend"
82         tipoTrend= "A"
83     elif ( "B" == tendencia ):
84         indicacaoTrend= "Downtrend"
85         tipoTrend= "B"
86
87     precos= []
88     idx= 1
89     for predicao in list_pred:
```

```
88         precos.append( round(predicao, 2) )
89         idx= idx+1
90
91     df_volume = pred.get_dataframe_ticker_volume(ticker
92         + ".sa", period="1y")
93     print( df_volume )
94
95     # Trata o volume
96     list_tendencia_volume= []
97     df_volume             = df_volume.reset_index()
98     list_tendencia_volume = df_volume['Volume'].
99         tolist()
100     print( list_tendencia_volume )
101
102     tipo_operacao = TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME
103     indicacao_volume= "Do not make the purchase"
104     realizar_compra= "N"
105     if pred.confirma_compra(tendencia,
106         list_tendencia_volume, len(list_tendencia_volume)
107         ), tipo_operacao): # -> tendencia de alta
108         compra a a o
109         indicacao_volume= "Make the purchase"
110         realizar_compra= "S"
111
112     # monta o json de retorno
113     json_df= df.to_json(orient='records')
114     json= "{ \"df\": " + json_df + ", \"indicacaoTrend\":
115         \"\" + indicacaoTrend + "\", \"indicacaoVolume
116         \": \"\" + indicacao_volume + "\", \"tipoTrend\":
117         \"\" + tipoTrend + "\", \"tipoVolume\": \"\" +
```

```
112     realizar_compra +"|", |"preco|": |"" + str(  
113     precos) +"|"}"  
  
return json
```

## B.2 predict.py

```
1  import warnings
2
3  from tensorflow import keras
4
5  import pandas as pd
6  import numpy as np
7  import yfinance as yf
8  import matplotlib.pyplot as plt
9
10 from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
11 from keras.callbacks import ReduceLROnPlateau,
    EarlyStopping
12 from keras.models import Sequential
13 from keras.layers import Dense, LSTM, Dropout
14 from keras.metrics import RootMeanSquaredError,
    MeanAbsolutePercentageError
15
16 warnings.filterwarnings("ignore")
17
18 TIPO_OPERACAO_TENDENCIA           = 1
19 TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_STOP      = 2
20 TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME    = 3
21 TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME_STOP = 4
22
23 LOOK_BACK       = 30
24 EPOCHS          = 500
25 COMB_TEND       = '3x3'
26 FEATURES        = 1
27
28 #
```

```
29 # Get dataframe for ticker and start date and end date
30 #
31 def get_dataframe_ticker(ticker, period):
32     df = yf.download(ticker, period=period, interval="1d")
33     df.drop('Adj Close', inplace=True, axis=1)
34
35     df.rename(columns={"Open": "open", "Volume": "volume",
36                       "Low": "low", "High": "high", "Close": "close"},
37              inplace=True)
38     df['date'] = pd.to_datetime(df.index, unit='s')
39
40     return df
41
42 def get_dataframe(ticker, period):
43     df = yf.download(ticker, period=period, interval="1d")
44
45     df.index = pd.to_datetime(df.index, unit='s')
46     df.drop('Adj Close', inplace=True, axis=1)
47     df.drop('Open', inplace=True, axis=1)
48     df.drop('Volume', inplace=True, axis=1)
49     df.drop('Low', inplace=True, axis=1)
50     df.drop('High', inplace=True, axis=1)
51
52     return df
53
54 def atualizar_modelo( ticker ):
55     print('atualizar_modelo '+ ticker)
56
57
58 def avalia_periodo( list ):
```

```
59
60 # Tendencias
61 # A- Alta
62 # B- Baixa
63 # L- Lateralidade
64 tendencia= "L"
65 count= len(list)
66 valores= ""
67 ultimo_valor_predito= 0
68
69 comb= COMB_TEND.split("x")
70 ava_alta = int( comb[0] )
71 ava_baixa= int( comb[1] )
72
73 # 0 1 2 3 4 5
74 # R R R P P P
75
76 if ( ava_alta == 3 and ( list[count-5] < list[count-4]
77 < list[count-3] ) ) :
78     tendencia= "A"
79     valores= str(round(list[count-5],2)) + "<" + str(
80         round(list[count-4],2)) + "<" + str(round(list[
81             count-3],2))
82
83 elif ( ava_alta == 4 and ( list[count-6] < list[count
84 -5] < list[count-4] < list[count-3] ) ) :
```

```
85 elif ( ava_alta == 5 and ( list[count-6] < list[count
      -5] < list[count-4] < list[count-3] < list[count-2]
      ) ) :
86     tendencia= "A"
87     valores= str(round(list[count-6],2)) + "<" + str(
          round(list[count-5],2)) + "<" + str(round(list[
          count-4],2)) + "<" + str(round(list[count-3],2)) +
          "<" + str(round(list[count-2],2))
88
89 elif ( ava_alta == 6 and ( list[count-6] < list[count
      -5] < list[count-4] < list[count-3] < list[count-2]
      < list[count-1] ) ) :
90     tendencia= "A"
91     valores= str(round(list[count-6],2)) + "<" + str(
          round(list[count-5],2)) + "<" + str(round(list[
          count-4],2)) + "<" + str(round(list[count-3],2)) +
          "<" + str(round(list[count-2],2)) + "<" + str(round
          (list[count-1],2))
92
93 elif ( ava_baixa == 3 and ( list[count-5] > list[count
      -4] > list[count-3] ) ):
94     tendencia= "B"
95     valores= str(round(list[count-5],2)) + ">" + str(
          round(list[count-4],2)) + ">" + str(round(list[
          count-3],2))
96
97 elif ( ava_baixa == 4 and ( list[count-6] > list[count
      -5] > list[count-4] > list[count-3] ) ):
98     tendencia= "B"
99     valores= str(round(list[count-6],2)) + ">" + str(
          round(list[count-5],2)) + ">" + str(round(list[
          count-4],2)) + ">" + str(round(list[count-3],2))
```

```
100     ultimo_valor_predito= round(list[count-3],2)
101
102     elif ( ava_baixa == 5 and ( list[count-6] > list[count
103         -5] > list[count-4] > list[count-3] > list[count-2]
104         ) ):
105         tendencia= "B"
106         valores= str(round(list[count-6],2)) + ">" + str(
107             round(list[count-5],2)) + ">" + str(round(list[
108                 count-4],2)) + ">" + str(round(list[count-3],2)) +
109             ">" + str(round(list[count-2],2))
110
111     elif ( ava_baixa == 6 and ( list[count-6] > list[count
112         -5] > list[count-4] > list[count-3] > list[count-2]
113         > list[count-1] ) ):
114         tendencia= "B"
115         valores= str(round(list[count-6],2)) + ">" + str(
116             round(list[count-5],2)) + ">" + str(round(list[
117                 count-4],2)) + ">" + str(round(list[count-3],2)) +
118             ">" + str(round(list[count-2],2)) + ">" + str(round
119                 (list[count-1],2))
120
121     else:
122         valores=0.00
123
124     return tendencia, valores, ultimo_valor_predito
125
126 def prever_preco( ticker, df ):
127     print('ticker ', ticker)
128
129     # Carregar modelo
130     model = keras.models.load_model("./modelos/"+ ticker +
131         ".sa_model.h5")
```

```
120
121 # Transforma os valores da acao em array
122 list_df_values= df['close'].tolist()
123
124 # -----
125 # Normalize
126 # -----
127 scaler = MinMaxScaler(feature_range=(0, 1))
128 df = pd.DataFrame(list_df_values)
129 predict_scaler = scaler.fit_transform(df)
130
131 # Cria um array de valores normalizados
132 look_back_value= np.array(predict_scaler).reshape(1, -1)
133 list_look_back_predict= list(look_back_value)
134 list_look_back_predict= list_look_back_predict[0].
135     tolist()
136
137 list_input_values= list_look_back_predict
138
139 list_tendencia= []
140 list_tendencia.append( list_df_values[ 27 ] )
141 list_tendencia.append( list_df_values[ 28 ] )
142 list_tendencia.append( list_df_values[ 29 ] )
143
144 # Processa a previsao
145 list_pred = []
146
147 for i in range(3):
148     # prepara a lista de entrada
149     input= np.array( list_input_values )
150     input= input.reshape(1, -1)
151     input= input.reshape((1, LOOK_BACK, 1))
```

```
151     # preve o proximo dia
152     predsVald = model.predict(input, verbose=0)
153
154     # reajusta a lista add novo valor previsto
155     list_input_values_p = list_input_values[1:]
156     list_input_values_p.append(predsVald[0][0])
157     list_input_values = list_input_values_p
158
159     # apenas para exibir valor previsto
160     predsVald = scaler.inverse_transform(predsVald)
161     predsVald = predsVald.reshape((-1))
162
163     # armazena a previcao
164     list_pred.append(predsVald[0])
165
166     for pred in list_pred:
167         list_tendencia.append(pred)
168
169     print(list_tendencia)
170
171
172     # -----
173     # Efetiva a compra das a es
174     # -----
175     # TIPO_OPERACAO_TENDENCIA
176     # TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_STOP
177     # TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME
178     # TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME_STOP
179
180     tendencia, valores_referencia, ultimo_valor_predito =
        avalia_periodo(list_tendencia )
```



```
208     x_test_sc = x_test_sc.reshape(x_test_sc.shape[0],
209                                   x_test_sc.shape[1], FEATURES)
210
211     return x_train_sc, y_train_sc, x_test_sc, y_test_sc
212
213 #
214 # TREINAMENTO
215 #
216 def run_model( ticker ):
217
218     df = get_dataframe(ticker+".sa", period="8mo")
219
220     print( df)
221     df_train= df[0: round(len(df)*0.75) ]
222     df_test = df[ round(len(df)*0.75) : ]
223
224     x_train_sc, y_train_sc, x_test_sc, y_test_sc=
225         data_normalization(df_train, df_test)
226
227     model = Sequential()
228     model.add(LSTM(200, input_shape=(LOOK_BACK, 1)))
229     model.add(Dropout(0.3))
230     model.add(Dense(units = 1, activation = 'linear'))
231     model.compile(optimizer='RMSProp', loss='mse', \
232                 metrics=[RootMeanSquaredError(),
233                          MeanAbsolutePercentageError()])
234
235     callbacks = [
236         ReduceLROnPlateau(monitor='val_loss', patience=50,
237                          \
238                          factor=0.5, verbose=False),
```

```

235         #ModelCheckpoint(path+"/["+ ticker +"]["+ rnn +"]
           _model_best.h5", save_best_only=True),
236         EarlyStopping(monitor='val_loss', patience=50,
           verbose=False)
237     ]
238
239     history = model.fit(x_train_sc, y_train_sc, \
240         validation_data=(x_test_sc, y_test_sc), epochs=
           EPOCHS, \
241         verbose=1, callbacks=callbacks, batch_size= 100) #
           callbacks=callbacks,
242     model.save( "./modelos/"+ ticker +".sa_model.h5" )
243
244     plt.clf()
245     plt.plot(history.history['loss'], label='Train')
246     plt.plot(history.history['val_loss'], label='Test')
247     plt.legend()
248     plt.savefig( "./train_gif/"+ ticker +".sa_history.png"
           )
249
250     return model
251
252
253 #
254 # Get dataframe for ticker and start date and end date
255 #
256 def get_dataframe_ticker_volume(ticker, period):
257     df = yf.download(ticker, period=period, interval="1d")
258
259     #df.index = pd.to_datetime(df.index, unit='s')
260     df.drop('Adj Close', inplace=True, axis=1)
261     df.drop('Open', inplace=True, axis=1)

```

```

262     df.drop('Low', inplace=True, axis=1)
263     df.drop('High', inplace=True, axis=1)
264     df.drop('Close', inplace=True, axis=1)
265     # Calcular o OBV
266     # -----
267     #df['Variation'] = df['Close'].diff()
268     #df = df[1:] # remove first row once it does not have a
           variation
269     #df['OBV Change'] = np.where(
270     #     df['Variation'] > 0,
271     #     df['Volume'],
272     #     np.where(df['Variation'] < 0, -df['Volume'], 0)
273     #)
274     #df['OBV'] = df['OBV Change'].cumsum()
275     # -----
276     #print(df.head(10))
277
278     return df
279
280 #
281 # OBV calculate
282 #
283 def set_OBV(df):
284     # Calcular o OBV
285     # -----
286     df['Variation'] = df['Close'].diff()
287     df = df[1:] # remove first row once it does not have a
           variation
288     df['OBV Change'] = np.where(
289     #     df['Variation'] > 0,
290     #     df['Volume'],
291     #     np.where(df['Variation'] < 0, -df['Volume'], 0)

```

```
292 )
293 df['OBV'] = df['OBV Change'].cumsum()
294
295 return df
296
297
298 def confirma_compra(tendencia_acao, list_df_volume, idx,
299                    tipo_operacao):
300
301     if tendencia_acao == "A" and ( tipo_operacao ==
302                                     TIPO_OPERACAO_TENDENCIA or tipo_operacao ==
303                                     TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_STOP ):
304         movimento_compra = True
305
306     elif tendencia_acao == "A" and ( tipo_operacao ==
307                                     TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME or tipo_operacao ==
308                                     TIPO_OPERACAO_TENDENCIA_VOLUME_STOP ):
309         # Avalia a tendencia dos precos
310         tendencia_volume = "L"
311         if ( list_df_volume[idx-3] < list_df_volume[idx-2]
312             < list_df_volume[idx-1] ):
313             tendencia_volume = "A"
314
315         if ( tendencia_volume == "A" ): # and
316             list_df_volume_OBV[idx] > media ):
317             movimento_compra = True
318
319     return movimento_compra
```

## B.3 index.html

```
1 <!doctype html>
2 <html lang="pt-br">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <meta name="viewport" content="width=device-width,
6       initial-scale=1">
7     <meta name="description" content="">
8     <meta name="generator" content="Taciano Amorim">
9
10    <!-- CSS only -->
11    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
12      net/npm/bootstrap@5.1.1/dist/css/bootstrap.min.
13      css">
14    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="{{
15      url_for('static',filename='css/styles.css') }}">
16
17    <title>Pedal investments</title>
18    <!-- Favicon-->
19    <link rel="icon" type="image/x-icon" href="assets/
20      favicon.ico" />
21  </head>
22  <body>
23    <!-- Responsive navbar-->
24    <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-
25      dark">
26      <div class="container px-5">
27        <a class="navbar-brand" href="#">Pedal
28          investments</a>
29        <button class="navbar-toggler" type="button
30          " data-bs-toggle="collapse"
```

```

23     data-bs-target="#navbarSupportedContent
        " aria-controls="
        navbarSupportedContent" aria-
        expanded="false"
24     aria-label="Toggle navigation"><span
        class="navbar-toggler-icon"></span><
        /button>
25 <div class="collapse navbar-collapse" id="
        navbarSupportedContent">
26     <ul class="navbar-nav ms-auto mb-2 mb-
        lg-0">
27         <li class="nav-item"><a class="nav-
        link active" aria-current="page"
        href="index">Home</a></li>
28         <li class="nav-item"><a class="nav-
        link" href="#about">About</a></
        li>
29     </ul>
30 </div>
31 </div>
32 </nav>
33
34 <!-- Header -->
35 <header class="bg-dark py-5">
36     <div class="container px-5">
37         <div class="row gx-5 justify-content-center
        ">
38             <div class="col-lg-6">
39                 <div class="text-center my-5">
40                     <h1 class="display-5 fw-bolder
        text-white mb-2">Use
        Artificial Intelligence in

```

```

41         Your Investing</h1>
42     <p class="lead text-white-50 mb
43         -4">Investing using
44         Artificial Intelligence
45         helps prevent losses and
46         increase profits.</p>
47     </div>
48 </div>
49 </div>
50 </div>
51 </header>
52
53 <!-- Features section-->
54 <section class="py-5 border-bottom" id="features">
55     <div class="container px-5 my-5">
56         <div class="row gx-5 ">
57             <div class="col-lg-4 mb-5 mb-lg-0">
58                 <div class="feature bg-primary bg-
59                     gradient text-white rounded-3 mb
60                     -3"><i class="bi bi-building"></
61                     i></div>
62                 <h2 class="h4 fw-bolder">Dash
63                     analise invest</h2>
64                 <p> ( . . . ) </p>
65                 <a class="text-decoration-none"
66                     href="dash">
67                     Call to action
68                     <i class="bi bi-arrow-right"></
69                     i>
70                 </a>
71             </div>
72         </div>
73     </div>

```

```
62 <div class="feature bg-primary bg-
    gradient text-white rounded-3 mb
    -3"><i class="bi bi-building"></
    i></div>
63 <h2 class="h4 fw-bolder">Predicting
    closing value</h2>
64 <p>Using artificial intelligence to
    predict the closing prices of a
    stock.</p>
65 <a class="text-decoration-none"
    href="form_filter">
66     Call to action
67     <i class="bi bi-arrow-right"></
        i>
68 </a>
69 </div>
70 <div class="col-lg-4 mb-5 mb-lg-0">
71     <div class="feature bg-primary bg-
        gradient text-white rounded-3 mb
        -3"><i class="bi bi-building"></
        i></div>
72     <h2 class="h4 fw-bolder">Train
        model</h2>
73     <p>Train or Update an existing
        model.</p>
74     <a class="text-decoration-none"
        href="train">
75         Call to action
76         <i class="bi bi-arrow-right"></
            i>
77     </a>
78 </div>
```



100

101

102

103

104

```
not
restricted
to):
<ul class="list
-group">
  <li class="
list-
group-
item">
  Performance

  Evaluation
  </li>
  <li class="
list-
group-
item">
  Data
  Analysis
  </li>
  <li class="
list-
group-
item">
  Cloud
  Computing
  </li>
  <li class="
list-
group-
item">
  Data
```

```
105      Centers<
        /li>
    <li class="
        list-
        group-
        item">
        Sustainability
    </li>
106 <li class="
        list-
        group-
        item">
        Modelling
    </li>
107 <li class="
        list-
        group-
        item">
        Optimization
    </li>
108 <li class="
        list-
        group-
        item">
        Electrical
        Systems
    </li>
109 <li class="
        list-
        group-
        item">
        Artificial
```

```

Intelligence
  Applied
  on
  Finance<
  /li>
110     </ul>
111 </p>
112 <div class="small
      text-muted">-
      PEDAL, Brazil,
      Pernambuco -
      Recife</div>
113 </div>
114 </div>
115 </div>
116 </div>
117 </div>
118 </div>
119 </div>
120 </section>
121
122 <!-- Footer-->
123 <footer class="py-5 bg-dark fixar-rodape">
124   <div class="container px-5"><p class="m-0 text-
      center text-white">Copyright ©copy; PEDAL
      2024</p></div>
125 </footer>
126 <!-- JavaScript Bundle with Popper -->
127 <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5
      .1.1/dist/js/bootstrap.bundle.min.js"></script>
128 </body>

```

129 `</html>`

## B.4 form<sub>filter.html</sub>

```
1 <!doctype html>
2 <html lang="pt-br">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <meta name="viewport" content="width=device-width,
6       initial-scale=1">
7     <meta name="description" content="">
8     <meta name="generator" content="Taciano Amorim">
9     <!-- CSS only -->
10    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
11      net/npm/bootstrap@5.1.1/dist/css/bootstrap.min.
12      css">
13    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
14      net/npm/bootstrap-icons@1.11.3/font/bootstrap-
15      icons.min.css">
16    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="{{
17      url_for('static',filename='css/styles.css') }}">
18
19    <title>Pedal investments</title>
20    <!-- Favicon -->
21    <link rel="icon" type="image/x-icon" href="assets/
22      favicon.ico" />
23
24  </head>
25  <body>
26    <!-- Bootstrap core JS -->
```

```

23 <script type="text/javascript" src="https://
      canvasjs.com/assets/script/jquery-1.11.1.min.js"
      ></script>
24
25 <!-- Core theme JS-->
26 <script src="https://cdn.canvasjs.com/ga/canvasjs.
      stock.min.js"></script>
27
28
29 <!-- * * * * * * * * * * * * * * * *-->
30 <!-- * *   SB Forms JS   * *-->
31 <!-- * * Activate your form at https://
      startbootstrap.com/solution/contact-forms * *-->
32 <!-- * * * * * * * * * * * * * * * *-->
33 <script src="https://cdn.startbootstrap.com/sb-
      forms-latest.js"></script>
34
35 <!-- Responsive navbar-->
36 <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-
      dark">
37     <div class="container px-5">
38         <a class="navbar-brand" href="#">Pedal
            investments</a>
39         <button class="navbar-toggler" type="button"
            " data-bs-toggle="collapse"
40             data-bs-target="#navbarSupportedContent
                " aria-controls="
                    navbarSupportedContent" aria-
                        expanded="false"
41             aria-label="Toggle navigation"><span
                class="navbar-toggler-icon"></span><
                    /button>

```

```

42     <div class="collapse navbar-collapse" id="
         navbarSupportedContent">
43         <ul class="navbar-nav ms-auto mb-2 mb-
           lg-0">
44             <li class="nav-item"><a class="nav-
               link active" aria-current="page"
               href="index">Home</a></li>
45         </ul>
46     </div>
47 </div>
48 </nav>
49
50 <!-- Features section-->
51 <section class="py-12 border-bottom">
52     <div class="container px-5 my-5">
53         <form class="row g-3" name="form1" onSubmit="
           return validSubmit()" method="post">
54             <div class="container">
55                 <div class="row">
56                     <div class="col-md-12">
57                         <label for="ticker" class="form-label">
                             Select an stock</label>
58                         <select class="form-select" aria-label="
                             Default select example"
                             onchange="carregarDados(this.value)"
                             id="ticker" name="ticker">
59                             <option value="-" selected>- - - -</
                             option>
60                         </select>
61                     </div>
62                 </div>
63                 <div class="col my-3">
64                     <div class="card border-dark mb-3">

```

```

65 <div class="card-header">
66   <div class="form-check">
67     <input class="form-check-input"
68       type="radio" name="operation"
69       value="PV" id="
70         flexRadioDefault1" onclick="
71         comprado(true)" checked>
72     <label class="form-check-label"
73       for="flexRadioDefault1">
74       Evaluate purchase indication
75     </label>
76   </div>
77 </div>
78 <div class="card-body">
79   <h5 class="card-title">Details</h5>
80   <div class="col-md-12">
81     <p>The system will predict the
82       closing price of the stock for
83       the following day and make a
84       purchase indication using the
85       following criteria:
86     <ul>
87       <li>based on price trend
88         analysis;</li>
89       <li>based on analysis of
90         price and volume trends.</
91         li>
92     </ul>
93     </p>
94   </div>
95 </div>
96 </div>

```

```

86     </div>
87     <div class="col my-3">
88         <div class="card border-dark mb-3">
89             <div class="card-header">
90                 <div class="form-check">
91                     <input class="form-check-input"
92                         type="radio" name="operation"
93                         value="PP" id="
94                             flexRadioDefault2" onclick="
95                                 comprado(false)">
96                         <label class="form-check-label"
97                             for="flexRadioDefault2">
98                             Evaluate indication of sale or
99                             stay
100                         </label>
101                     </div>
102                 </div>
103             <div class="card-body">
104                 <h5 class="card-title">Inform the
105                     purchase values</h5>
106                 <div class="col-md-6">
107                     <label for="datePurchase" class="
108                         form-label">Date of purchase</
109                         label>
110                     <input type="text" class="form-
111                         control" id="datePurchase"
112                         name="datePurchase" disabled>
113                     <p>Ex.: dd/mm/yyyy</p>
114                 </div>
115             <h6 class="card-title">Details</h6>
116             <div class="col-md-12">

```

```

108     <p>The system will predict the
        closing price of the share for
        the following day and will
        indicate sell or remain using
        the following criteria:
109     <ul>
110         <li>based on price trend
            analysis;</li>
111         <li>based on price trend
            analysis and risk
            management;</li>
112         <li>based on analysis of
            price and volume trends;</
            li>
113         <li>based on analysis of
            price trends, volume and
            risk management.</li>
114     </ul>
115     </p>
116 </div>
117
118     </div>
119 </div>
120 </div>
121 </div>
122 </div>
123 <div class="col-12" style="text-align: center
        ;">
124     <button type="submit" class="btn btn-
        primary">Submit</button>
125 </div>
126 </form>

```

```
127     </div>
128 </section>
129
130 <!-- Footer-->
131 <footer class="py-5 bg-dark fixar-rodape">
132     <div class="container px-5"><p class="m-0 text-
133         center text-white">Copyright ©copy; PEDAL
134         2024</p></div>
135 </footer>
136
137 <script src="{ url_for('static', filename='script/
138     utils.js') }" ></script>
139
140 <script type="text/javascript">
141
142     function validSubmit() {
143
144         if ( $("#ticker").val() == "-" ) {
145             alert("Select an stock.");
146             return false;
147         }
148
149         let operacao = "";
150         $("input[name='operation']").each(function() {
151             if (this.checked)
152                 operacao = this.value;
153         });
154
155         document.form1.action = "http://localhost:5000/
156             dash_predict_value";
157         if ( operacao == "PP" ) {
```

```
154     document.form1.action= "http://localhost
155         :5000/dash_predict_profitability";
156     //alert(document.form1.action);
157
158     if ( $("#datePurchase").val() == "" ) {
159         alert("Enter the date of purchase of the
160             stock.");
161         return false;
162     }
163     }
164
165     return true;
166 }
167
168     function comprado(situacao) {
169         $('#datePurchase').prop( "disabled", situacao )
170         ;
171     }
172
173     listarModelos();
174
175 </script>
176 </body>
177 </html>
```

## B.5 train.html

```
1 <!doctype html>
2 <html lang="pt-br">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <meta name="viewport" content="width=device-width,
6       initial-scale=1">
7     <meta name="description" content="">
8     <meta name="generator" content="Taciano Amorim">
9
10    <!-- CSS only -->
11    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
12      net/npm/bootstrap@5.1.1/dist/css/bootstrap.min.
13      css">
14    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
15      net/npm/bootstrap-icons@1.11.3/font/bootstrap-
16      icons.min.css">
17    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="{{
18      url_for('static',filename='css/styles.css') }}">
19
20    <title>Pedal investments</title>
21    <!-- Favicon -->
22    <link rel="icon" type="image/x-icon" href="assets/
23      favicon.ico" />
24
25  </head>
26  <body>
27    <!-- Bootstrap core JS -->
28    <script type="text/javascript" src="https://
29      canvasjs.com/assets/script/jquery-1.11.1.min.js"
30    ></script>
```

```

22
23 <!-- Core theme JS-->
24 <script src="https://cdn.canvasjs.com/ga/canvasjs.
    stock.min.js"></script>
25
26 <!-- * * * * * * * * * * * -->
27 <!-- * * SB Forms JS* *-->
28 <!-- * * Activate your form at https://
    startbootstrap.com/solution/contact-forms * *-->
29 <!-- * * * * * * * * * * * -->
30 <script src="https://cdn.startbootstrap.com/sb-
    forms-latest.js"></script>
31
32 <!-- Responsive navbar-->
33 <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-
    dark">
34     <div class="container px-5">
35         <a class="navbar-brand" href="#">Pedal
            investments</a>
36         <button class="navbar-toggler" type="button
            " data-bs-toggle="collapse"
37             data-bs-target="#navbarSupportedContent
                " aria-controls="
                    navbarSupportedContent" aria-
                        expanded="false"
38             aria-label="Toggle navigation"><span
                class="navbar-toggler-icon"></span><
                    /button>
39         <div class="collapse navbar-collapse" id="
            navbarSupportedContent">
40             <ul class="navbar-nav ms-auto mb-2 mb-
                lg-0">

```

```

41         <li class="nav-item"><a class="nav-
           link active" aria-current="page"
           href="index">Home</a></li>
42     </ul>
43     </div>
44 </div>
45 </nav>
46
47 <!-- Features section-->
48 <section class="py-12 border-bottom">
49     <div class="container px-5 my-5">
50         <div class="row g-12">
51             <div class="col-lg-12 ps-lg-2 mb-3">
52                 <div class="card h-lg-100">
53                     <div class="card-header">
54                         <div class="row flex-between-
                           center">
55                             <div class="col-auto">
56                                 <h6 class="mb-1">Update /
                                   train model </h6>
57                             </div>
58                         </div>
59                     </div>
60                     <div class="px-5 my-5">
61                         <div class="row">
62                             <div class="col-md-12">
63                                 <label for="ticker" class="
                                   form-label">Update model</
                                   label>
64                                 <select class="form-select"
                                   aria-label="Default select
                                   example"

```

```

65         onchange="trainUpdateModelo
           (this.value)" id="ticker
           " name="ticker">
66         <option value="-" selected>
           - - - -</option>
67     </select>
68 </div>
69 </div>
70 <div class="row my-2">
71     <div class="col-md-12">
72         <label for="ticker_train"
           class="form-label">Train
           model</label>
73         <select class="form-select"
           aria-label="Default select
           example"
74         onchange="trainUpdateModelo
           (this.value)" id="
           ticker_train" name="
           ticker">
75         <option value="-" selected>
           - - - -</option>
76         </select>
77     </div>
78 </div>
79 <div class="row">
80     <div class="col-md-12 my-2 py-2
           ">
81         <div role="alert" id="divMsg"
           >
82         <span id="indicacaoTrend"><
           /span>

```

```
83         </div>
84     </div>
85 </div>
86 </div>
87 <div class="card-body h-100 pe-0"><!-- Find the JS file for the
      following chart at: src\js\charts\
      echarts\total-sales.js--><!-- If
      you are not using gulp based
      workflow, you can find the
      transpiled code at: public\assets\
      js\theme.js-->
88 <a href="https://creativecommons.
      org/licenses/by-nc/3.0/deed.
      en_US">CanvasJS StockChart</a>
89 </div>
90
91 </div>
92 </div>
93 </div>
94 </section>
95
96 <!-- Footer-->
97 <footer class="py-5 bg-dark fixar-rodape">
98     <div class="container px-5"><p class="m-0 text-
      center text-white">Copyright ©copy; PEDAL
      2024</p></div>
99 </footer>
100
101 <script src="{{ url_for('static', filename='script/
      utils.js') }}"></script>
102
```

```
103 <script type="text/javascript">
104
105     window.onload = function () {
106         $("#ticker").val( $('option:contains("-")').val
107             () );
108     }
109
110     function trainUpdateModelo(ticker) {
111         $.getJSON("/api/v1/train_model/"+ticker,
112             function(dataJson) {
113                 if ( "false" == dataJson.processed) {
114                     //alert("V-v");
115                     $('#divMsg').addClass('alert');
116                     $('#divMsg').removeClass('alert-success');
117                     $('#divMsg').addClass('alert-danger');
118                     $('#indicacaoTrend').text( "Untrained model
119                         .");
120
121                 } else {
122                     //alert("C-c");
123                     $('#divMsg').addClass('alert');
124                     $('#divMsg').removeClass('alert-danger');
125                     $('#divMsg').addClass('alert-success');
126                     $('#indicacaoTrend').text( "Trained model
127                         for "+ dataJson.ticker +" stock.");
128                 }
129             });
130
131     listarModelos();
```

```
131
132     listarModelosTreinamento();
133
134     </script>
135
136     </body>
137 </html>
```

## B.6 dash\_predict\_value.html

```
1 <!doctype html>
2 <html lang="pt-br">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <meta name="viewport" content="width=device-width,
6       initial-scale=1">
7     <meta name="description" content="">
8     <meta name="generator" content="Taciano Amorim">
9
10    <!-- CSS only -->
11    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
12      net/npm/bootstrap@5.1.1/dist/css/bootstrap.min.
13      css">
14    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
15      net/npm/bootstrap-icons@1.11.3/font/bootstrap-
16      icons.min.css">
17    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="{{
18      url_for('static',filename='css/styles.css')}>
19
20    <title>Pedal investments</title>
21    <!-- Favicon -->
22    <link rel="icon" type="image/x-icon" href="assets/
23      favicon.ico" />
24  </head>
25
26  <body>
27    <!-- Bootstrap core JS -->
28    <script type="text/javascript" src="https://
29      canvasjs.com/assets/script/jquery-1.11.1.min.js"
30    ></script>
```

```

22
23 <!-- Core theme JS-->
24 <script src="https://cdn.canvasjs.com/ga/canvasjs.
    stock.min.js"></script>
25
26 <!-- * * * * * * * * * * *-->
27 <!-- * * B Forms JS * *-->
28 <!-- * * Activate your form at https://
    startbootstrap.com/solution/contact-forms * *-->
29 <!-- * * * * * * * * * * *-->
30 <script src="https://cdn.startbootstrap.com/sb-
    forms-latest.js"></script>
31
32 <!-- Responsive navbar-->
33 <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-
    dark">
34     <div class="container px-5">
35         <a class="navbar-brand" href="#">Pedal
            investments</a>
36         <button class="navbar-toggler" type="button
            " data-bs-toggle="collapse"
37             data-bs-target="#navbarSupportedContent
                " aria-controls="
                    navbarSupportedContent" aria-
                        expanded="false"
38             aria-label="Toggle navigation"><span
                class="navbar-toggler-icon"></span><
                    /button>
39         <div class="collapse navbar-collapse" id="
                navbarSupportedContent">
40             <ul class="navbar-nav ms-auto mb-2 mb-
                lg-0">

```



```

65 <div class="card col-sm-4" style=
    "max-width: 18rem;margin: 5px;
    ">
66 <div class="card-header alert-
    secondary">D-1</div>
67 <div class="card-body">
68 <p class="card-text"><span id
    ="preco02">R$ 0,00</span><
    /p>
69 </div>
70 </div>
71 <div class="card col-sm-4" style=
    "max-width: 18rem;margin: 5px;
    ">
72 <div class="card-header alert-
    primary">Current date (D)</
    div>
73 <div class="card-body">
74 <p class="card-text"><span id
    ="preco01">R$ 0,00</span><
    /p>
75 </div>
76 </div>
77 <div class="card col-sm-7" style=
    "max-width: 18rem;margin: 5px;
    ">
78 <div class="card-header alert-
    success">Next closing price
    (D+1)</div>
79 <div class="card-body">
80 <p class="card-text"><b><span
    id="precoPred">R$ 0,00</

```

```

span></b></p>
</div>
</div>
</div>
<div class="row" style="text-align: center;">
<div class="col-6">
<div role="alert" id="divMsg">
<i class="bi bi-graph-up-arrow" style="font-size: 2rem; color: cornflowerblue;"></i>
<span id="indicacaoTrend"></span>
</div>
</div>
<div class="col-6">
<div role="alert" id="divMsgVolume">
<i class="bi bi-graph-up-arrow" style="font-size: 2rem; color: cornflowerblue;"></i>
<i class="bi bi-cash-coin" style="font-size: 2rem; color: rgb(5, 49, 7);"></i>
>
<span id="indicacaoVolume"></span>
</div>
</div>

```

```

99     </div>
100
101     <div class="row" style="margin: 15
102         px; align-items: center;" >
103         <div class="col-6" >
104             <i class="bi bi-graph-up-arrow"
105                 style="font-size: 1rem;
106                 color: cornflowerblue;"></i>
107             <span style="color:
108                 cornflowerblue;">Trend
109                 Analysis</span>
110         </div>
111         <div class="col-6" >
112             <i class="bi bi-cash-coin"
113                 style="font-size: 1rem;
114                 color: rgb(5, 49, 7);"></i>
115             <span style="font-size: 1rem;
116                 color: rgb(5, 49, 7);">
117                 Transaction volume
118                 assessment</span>
119         </div>
120     </div>
121 </div>
122
123 <div class="card-body h-100 pe-0"><!
124     -- Find the JS file for the
125     following chart at: src\js\charts\
126     echarts\total-sales.js--><!-- If
127     you are not using gulp based
128     workflow, you can find the
129     transpiled code at: public\assets\
130     js\theme.js-->

```

```
114         <a href="https://creativecommons.
115             org/licenses/by-nc/3.0/deed.
116             en_US">CanvasJS StockChart</a>
117     </div>
118
119     </div>
120 </div>
121
122 </div>
123 </section>
124
125 <!-- Footer-->
126 <footer class="py-5 bg-dark fixar-rodape">
127     <div class="container px-5"><p class="m-0 text-
128         center text-white">Copyright &copy; PEDAL
129         2024</p></div>
130 </footer>
131
132 <script type="text/javascript">
133     let tickerSelect= "{{ticker}}";
134     let date_begin= "{{ticker}}";
135     let value_begin= "{{ticker}}";
136
137     //alert(tickerSelect);
138
139     //$("#tiket").text("Ticker: "+ tickerSelect);
140
141     function carregarDados(ticker) {
142
143         $('#preco03').text("R$ 0,00");
144         $('#preco02').text("R$ 0,00");
145         $('#preco01').text("R$ 0,00");
```

```
142     $('#precoPred').text("R$ 0,00");
143
144     var dataPoints1 = [], dataPoints2 = [],
145         dataPoints3 = [];
146     var stockChart = new CanvasJS.StockChart("
147         chartContainer",{
148         theme: "light2",
149         exportEnabled: true,
150         title:{
151             text: ticker+" Price & Volume"
152         },
153         charts: [{
154             tooltip: {
155                 shared: true
156             },
157             axisX: {
158                 lineThickness: 5,
159                 tickLength: 0,
160                 labelFormatter: function(e) {
161                     return "";
162                 }
163             },
164             axisY: {
165                 prefix: "$"
166             },
167             legend: {
168                 verticalAlign: "top"
169             },
170             data: [{
171                 showInLegend: true,
172                 name: "Stock Price (in R$)",
173                 yValueFormatString: "$#,###.##",
```

```
172         type: "candlestick",
173         dataPoints : dataPoints1
174     }]}
175 }, {
176     height: 100,
177     tooltip: {
178         shared: true
179     },
180     axisY: {
181         prefix: "$",
182         labelFormatter: addSymbols
183     },
184     legend: {
185         verticalAlign: "top"
186     },
187     data: [{
188         showInLegend: true,
189         name: "Volume (R$)",
190         yValueFormatString: "$#,###.##",
191         dataPoints : dataPoints2
192     }],
193 }],
194 navigator: {
195     data: [{
196         dataPoints: dataPoints3
197     }],
198     slider: {
199         minimum: new Date(2018, 06, 01),
200         maximum: new Date(2018, 08, 01)
201     }
202 }
203 });
```

```
204
205     let indicacao= "";
206     $.getJSON("/api/v1/predict_value/"+ticker,
207         function(dataJson) {
208         //alert(dataJson);
209         //alert(dataJson.indicacaoVolume);
210         var data= dataJson.df;
211
212         let dadosData= "";
213
214         for(var i = 0; i < data.length; i++){
215             let objectDate= new Date(data[i].date);
216             objectDate.setHours(objectDate.getHours() +
217                 3);
218
219             let day = objectDate.getDate();
220             let month = objectDate.getMonth();
221             let year = objectDate.getFullYear();
222             dadosData= dadosData + " |"+ day+"-"+(month
223                 + 1)+"-"+year + ":"+ Number(data[i].
224                 open);
225
226             dataPoints1.push({x: objectDate, y: [Number
227                 (data[i].open), Number(data[i].high),
228                 Number(data[i].low), Number(data[i].
229                 close)]]});
230             dataPoints2.push({x: objectDate, y: Number(
231                 data[i].volume)});
232             dataPoints3.push({x: objectDate, y: Number(
233                 data[i].close)});
234         }
235     }
236
```

```
227     let precos= dataJson.precos;
228
229     $('#indicacaoTrend').text(dataJson.
        indicacaoTrend);
230     if ( "B" == dataJson.tipoTrend) {
231         //alert("V-v");
232         $('#divMsg').addClass('alert');
233         $('#divMsg').removeClass('alert-warning');
234         $('#divMsg').removeClass('alert-success');
235         $('#divMsg').addClass('alert-danger');
236
237     } else if ( "A" == dataJson.tipoTrend) {
238         //alert("C-c");
239         $('#divMsg').addClass('alert');
240         $('#divMsg').removeClass('alert-warning');
241         $('#divMsg').removeClass('alert-danger');
242         $('#divMsg').addClass('alert-success');
243
244     } else {
245         //alert("N");
246         $('#divMsg').addClass('alert');
247         $('#divMsg').removeClass('alert-success');
248         $('#divMsg').removeClass('alert-danger');
249         $('#divMsg').addClass('alert-warning');
250     }
251
252     $('#indicacaoVolume').text(dataJson.
        indicacaoVolume);
253     if ( dataJson.tipoVolume == "N") {
254         //alert("V-v");
255         $('#divMsgVolume').addClass('alert');
```

```
256     $('#divMsgVolume').removeClass('alert -
        success');
257     $('#divMsgVolume').addClass('alert -danger')
        ;
258
259 } else {
260     //alert("C-c");
261     $('#divMsgVolume').addClass('alert');
262     $('#divMsgVolume').removeClass('alert -
        danger');
263     $('#divMsgVolume').addClass('alert -success
        ');
264 }
265
266 precos = precos.split(",");
267
268 var precos01 = parseFloat(precos[0].replaceAll
        ("["", ""]));
269 var precos02 = parseFloat(precos[1]);
270 var precos03 = parseFloat(precos[2]);
271 var precos04 = parseFloat(precos[3]);
272
273 var precos01F = precos01.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
274 var precos02F = precos02.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
275 var precos03F = precos03.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
276 var precos04F = precos04.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
277
278 //$('#preco03').text(precos01F);
```

```
279     $('#preco02').text(precos02F);
280     $('#preco01').text(precos03F);
281     $('#precoPred').text(precos04F);
282
283     stockChart.render();
284     var sma = calculateSMA(dataPoints1, 21);
285     stockChart.charts[0].addTo("data", { type: "
        line", dataPoints: sma, showInLegend: true
        , yValueFormatString: "$#,###.00", name: "
        Simple Moving Average"})
286     //alert(dadosData);
287
288 });
289
290 function addSymbols(e){
291     var suffixes = ["", "K", "M", "B"];
292     var order = Math.max(Math.floor(Math.log(e.
        value) / Math.log(1000)), 0);
293     if(order > suffixes.length - 1)
294         order = suffixes.length - 1;
295     var suffix = suffixes[order];
296     return CanvasJS.formatNumber(e.value / Math.
        pow(1000, order)) + suffix;
297 }
298
299 function calculateSMA(dps, count){
300     var avg = function(dps){
301         var sum = 0, count = 0, val;
302         for (var i = 0; i < dps.length; i++) {
303             val = dps[i].y[3]; sum += val; count++;
304         }
305         return sum / count;
```

```
306         };
307         var result = [], val;
308         count = count // 5;
309         for (var i=0; i < count; i++)
310             result.push({ x: dps[i].x , y: null});
311         for (var i=count - 1, len=dps.length; i < len
312             ; i++){
313             val = avg(dps.slice(i - count + 1, i));
314             if (isNaN(val))
315                 result.push({ x: dps[i].x, y: null});
316             else
317                 result.push({ x: dps[i].x, y: val});
318         }
319         return result;
320     }
321 }
322
323     carregardados(tickerSelect);
324
325 </script>
326
327 </body>
328 </html>
```

## B.7 dash\_predict\_profitability.html

```
1 <!doctype html>
2 <html lang="pt-br">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <meta name="viewport" content="width=device-width,
6       initial-scale=1">
7     <meta name="description" content="">
8     <meta name="generator" content="Taciano Amorim">
9
10    <!-- CSS only -->
11    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
12      net/npm/bootstrap@5.1.1/dist/css/bootstrap.min.
13      css">
14    <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivrivr.
15      net/npm/bootstrap-icons@1.11.3/font/bootstrap-
16      icons.min.css">
17    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="{{
18      url_for('static',filename='css/styles.css') }}">
19
20    <title>Pedal investments</title>
21    <!-- Favicon -->
22    <link rel="icon" type="image/x-icon" href="assets/
23      favicon.ico" />
24  </head>
25
26  <body>
27    <!-- Bootstrap core JS -->
28    <script type="text/javascript" src="https://
29      canvasjs.com/assets/script/jquery-1.11.1.min.js"
30    ></script>
```

```

22
23 <!-- Core theme JS-->
24 <script src="https://cdn.canvasjs.com/ga/canvasjs.
    stock.min.js"></script>
25
26
27 <!-- * * * * * * * * * * * *-->
28 <!-- * * SB Forms JS * *-->
29 <!-- * * Activate your form at https://
    startbootstrap.com/solution/contact-forms * *-->
30 <!-- * * * * * * * * * * * *-->
31 <script src="https://cdn.startbootstrap.com/sb-
    forms-latest.js"></script>
32
33 <!-- Responsive navbar-->
34 <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-
    dark">
35     <div class="container px-5">
36         <a class="navbar-brand" href="#">Pedal
            investments</a>
37         <button class="navbar-toggler" type="button
            " data-bs-toggle="collapse"
38             data-bs-target="#navbarSupportedContent
                " aria-controls="
                    navbarSupportedContent" aria-
                        expanded="false"
39                 aria-label="Toggle navigation"><span
                    class="navbar-toggler-icon"></span><
                        /button>
40         <div class="collapse navbar-collapse" id="
            navbarSupportedContent">

```

```

41     <ul class="navbar-nav ms-auto mb-2 mb-
42         lg-0">
43         <li class="nav-item"><a class="nav-
44             link active" aria-current="page"
45             href="index">Home</a></li>
46     </ul>
47 </div>
48 </div>
49 </nav>
50
51 <!-- Features section-->
52 <section class="py-12 border-bottom">
53     <div class="container px-5 my-5">
54         <h3>Predict profitability</h3>
55         <div class="row g-12">
56             <div class="col-lg-12 ps-lg-2 mb-3">
57                 <div class="card h-lg-100">
58                     <div class="card-header">
59                         <div class="row flex-between-
60                             center">
61                             <div class="col-auto">
62                                 <h6 class="mb-1" id="ticker">
63                                     Stock</h6>
64                             </div>
65                         </div>
66                     </div>
67                     <div class="card-body h-100 pe-0">
68                         <div id="chartContainer" style=
69                             "height: 400px; max-width:
70                             920px; margin: 0px auto;"></
71                             div>
72                     </div>
73                 </div>
74             </div>
75         </div>
76     </div>
77 </section>

```

```
65 <div class="row" style="margin: 15
    px;">
66 <div class="card col-sm-3" style=
    "max-width: 18rem;margin: 5px;
    ">
67 <div class="card-header alert-
    secondary">D-1</div>
68 <div class="card-body">
69 <p class="card-text"><span id
    ="preco02">R$ 0,00</span><
    /p>
70 </div>
71 </div>
72 <div class="card col-sm-3" style=
    "max-width: 18rem;margin: 5px;
    ">
73 <div class="card-header alert-
    primary">Current date (D)</
    div>
74 <div class="card-body">
75 <p class="card-text"><span id
    ="preco01">R$ 0,00</span><
    /p>
76 </div>
77 </div>
78 <div class="card col-sm-3" style=
    "max-width: 18rem;margin: 5px;
    ">
79 <div class="card-header alert-
    success">Next closing price
    (D+1)</div>
80 <div class="card-body">
```

```

81         <p class="card-text"><b><span
            id="precoPred">R$ 0,00</
            span></b></p>
82     </div>
83 </div>
84 </div>
85
86 <div class="row" style="margin: 15
    px;">
87     <div class="card col-sm-4" style=
        "max-width: 18rem;margin: 5px;
        ">
88         <div class="card-header alert-
            secondary">
89             <i class="bi bi-graph-up-
                arrow" style="font-size: 2
                rem; color: cornflowerblue
                ;"></i>
90         </div>
91         <div class="card-body">
92             <p class="card-text">
93                 <div role="alert" id="
                    divMsg">
94                     <div class="col-sm-4"
                        style="max-width: 18
                        rem;margin: 5px;">
95                         </div>
96                         <span id="indicacaoTrend"
                            ></span>
97                     </div>
98                 </p>
99             </div>

```

```
100     </div>
101     <div class="card col-sm-4" style=
102         "max-width: 18rem;margin: 5px;
103         ">
104         <div class="card-header alert-
105             secondary">
106             <i class="bi bi-graph-up-
107                 arrow" style="font-size: 2
108                 rem; color: cornflowerblue
109                 ;"></i>
110             <i class="bi bi-sign-stop"
111                 style="font-size: 2rem;
112                 color: rgb(197, 12, 5);"><
113                 /i>
114         </div>
115         <div class="card-body">
116             <p class="card-text">
117                 <div role="alert" id="
118                     divMsg">
119                     <div class="col-sm-4"
120                         style="max-width: 18
121                         rem;margin: 5px;">
122                     </div>
123                     <span id="
124                         indicacaoTrendRisk"></
125                     span>
126                 </div>
127             </p>
128         </div>
129     </div>
130     <div class="card col-sm-4" style=
131         "max-width: 18rem;margin: 5px;
```

```
117     ">
118     <div class="card-header alert-
        primary">
119         <i class="bi bi-graph-up-
            arrow" style="font-size: 2
                rem; color: cornflowerblue
                    ;"></i>
120         <i class="bi bi-cash-coin"
            style="font-size: 2rem;
                color: rgb(5, 49, 7);"></i
            >
121     </div>
122     <div class="card-body">
123         <p class="card-text">
124             <div role="alert" id="
                divMsg">
125                 <div class="col-sm-4"
                    style="max-width: 18
                        rem;margin: 5px;">
126                     <span id="
                        indicacaoTrendVolume">
127                         </span>
128                     </div>
129                 </p>
130             </div>
131         </div>
132
133     <div class="row" style="margin: 15
        px; align-items: center;" >
```

```
134 <div class="col-sm-4" style="max-
      width: 18rem;margin: 5px;">
135 <i class="bi bi-graph-up-arrow"
      style="font-size: 1rem;
      color: cornflowerblue;"></i>
136 <span style="color:
      cornflowerblue;">Trend
      Analysis</span>
137 </div>
138 <div class="col-sm-4" style="max-
      width: 18rem;margin: 5px;">
139 <i class="bi bi-sign-stop"
      style="font-size: 1rem;
      color: rgb(197, 12, 5);"></i>
      >
140 <span style="font-size: 1rem;
      color: rgb(197, 12, 5);">
      Risk management</span>
141 </div>
142 <div class="col-sm-4" style="max-
      width: 18rem;margin: 5px;">
143 <i class="bi bi-cash-coin"
      style="font-size: 1rem;
      color: rgb(5, 49, 7);"></i>
144 <span style="font-size: 1rem;
      color: rgb(5, 49, 7);">
      Transaction volume
      assessment</span>
145 </div>
146 </div>
147
148 </div>
```

```

149         <div class="card-body h-100 pe-0"><!-- Find the JS file for the
        following chart at: src\js\charts\
        echarts\total-sales.js--><!-- If
        you are not using gulp based
        workflow, you can find the
        transpiled code at: public\assets\
        js\theme.js-->
150         <a href="https://creativecommons.
        org/licenses/by-nc/3.0/deed.
        en_US">CanvasJS StockChart</a>
151     </div>
152
153     </div>
154 </div>
155 </div>
156 </section>
157
158 <!-- Footer-->
159 <footer class="py-5 bg-dark fixar-rodape">
160     <div class="container px-5"><p class="m-0 text-
        center text-white">Copyright ©copy; PEDAL
        2024</p></div>
161 </footer>
162
163 <script type="text/javascript">
164     let ticker          = "{{ticker}}";
165     let date_purchase = "{{date_purchase}}";
166
167     function carregardados(ticker, date_purchase) {
168         $('#preco02').text("R$ 0,00");
169         $('#preco01').text("R$ 0,00");

```

```
170     $('#precoPred').text("R$ 0,00");
171
172     var dataPoints1 = [], dataPoints2 = [],
173         dataPoints3 = [];
174     var stockChart = new CanvasJS.StockChart("
175         chartContainer",{
176         theme: "light2",
177         exportEnabled: true,
178         title:{
179             text: ticker+" Price & Volume"
180         },
181         charts: [{
182             tooltip: {
183                 shared: true
184             },
185             axisX: {
186                 lineThickness: 5,
187                 tickLength: 0,
188                 labelFormatter: function(e) {
189                     return "";
190                 }
191             },
192             axisY: {
193                 prefix: "$"
194             },
195             legend: {
196                 verticalAlign: "top"
197             },
198             data: [{
199                 showInLegend: true,
200                 name: "Stock Price (in R$)",
201                 yValueFormatString: "$#,###.##",
```

```
200         type: "candlestick",
201         dataPoints : dataPoints1
202     }]}
203 },{
204     height: 100,
205     tooltip: {
206         shared: true
207     },
208     axisY: {
209         prefix: "$",
210         labelFormatter: addSymbols
211     },
212     legend: {
213         verticalAlign: "top"
214     },
215     data: [{
216         showInLegend: true,
217         name: "Volume (R$)",
218         yValueFormatString: "$#,###.##",
219         dataPoints : dataPoints2
220     }],
221 }],
222 navigator: {
223     data: [{
224         dataPoints: dataPoints3
225     }],
226     slider: {
227         minimum: new Date(2018, 06, 01),
228         maximum: new Date(2018, 08, 01)
229     }
230 }
231 });
```

```
232
233     let indicacao= "";
234     $.getJSON("/api/v1/predict_value/"+ticker,
                function(dataJson) {
235         //alert(dataJson.indicacao);
236         var data= dataJson.df;
237         //alert(data);
238
239         let dadosData= "";
240
241         for(var i = 0; i < data.length; i++){
242             let objectDate= new Date(data[i].date);
243             objectDate.setHours(objectDate.getHours() +
                3);
244
245             let day = objectDate.getDate();
246             let month = objectDate.getMonth();
247             let year = objectDate.getFullYear();
248             dadosData= dadosData + " |"+ day+"-"+(month
                + 1)+"-"+year + ":"+ Number(data[i].
                open);
249
250             dataPoints1.push({x: objectDate, y: [Number
                (data[i].open), Number(data[i].high),
                Number(data[i].low), Number(data[i].
                close)]]});
251             dataPoints2.push({x: objectDate, y: Number(
                data[i].volume)});
252             dataPoints3.push({x: objectDate, y: Number(
                data[i].close)});
253         }
254
```

```
255     let precos= dataJson.precos;
256
257     if ( "B" == dataJson.tipo) {
258         //alert("V-v");
259         $('#divMsg').addClass('alert');
260         $('#divMsg').removeClass('alert-warning');
261         $('#divMsg').removeClass('alert-success');
262         $('#divMsg').addClass('alert-danger');
263
264     } else if ( "A" == dataJson.tipo) {
265         //alert("C-c");
266         $('#divMsg').addClass('alert');
267         $('#divMsg').removeClass('alert-warning');
268         $('#divMsg').removeClass('alert-danger');
269         $('#divMsg').addClass('alert-success');
270
271     } else {
272         //alert("N");
273         $('#divMsg').addClass('alert');
274         $('#divMsg').removeClass('alert-success');
275         $('#divMsg').removeClass('alert-danger');
276         $('#divMsg').addClass('alert-warning');
277     }
278     $('#indicacaoTrend').text(dataJson.indicacao)
279     ;
280     precos= precos.split(",");
281
282     var precos01= parseFloat(precos[0].replaceAll
283     ("["", ""]);
284     var precos02= parseFloat(precos[1]);
285     var precos03= parseFloat(precos[2]);
286     var precos04= parseFloat(precos[3]);
```

```
285
286     var precos01F = precos01.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
287     var precos02F = precos02.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
288     var precos03F = precos03.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
289     var precos04F = precos04.toLocaleString('pt-
        br',{style: 'currency', currency: 'BRL'});
290
291     //$('#preco03').text(prec01F);
292     $('#preco02').text(prec02F);
293     $('#preco01').text(prec03F);
294     $('#precoPred').text(prec04F);
295
296     stockChart.render();
297     var sma = calculateSMA(dataPoints1, 21);
298     stockChart.charts[0].addTo("data", { type: "
        line", dataPoints: sma, showInLegend: true
        , yValueFormatString: "$#,###.00", name: "
        Simple Moving Average"})
299 });
300
301     function addSymbols(e){
302         var suffixes = ["", "K", "M", "B"];
303         var order = Math.max(Math.floor(Math.log(e.
            value) / Math.log(1000)), 0);
304         if(order > suffixes.length - 1)
305             order = suffixes.length - 1;
306         var suffix = suffixes[order];
307         return CanvasJS.formatNumber(e.value / Math.
            pow(1000, order)) + suffix;
```

```
308     }
309
310     function calculateSMA(dps, count){
311         var avg = function(dps){
312             var sum = 0, count = 0, val;
313             for (var i = 0; i < dps.length; i++) {
314                 val = dps[i].y[3]; sum += val; count++;
315             }
316             return sum / count;
317         };
318         var result = [], val;
319         count = count || 5;
320         for (var i=0; i < count; i++)
321             result.push({ x: dps[i].x , y: null});
322         for (var i=count - 1, len=dps.length; i < len
323             ; i++){
324             val = avg(dps.slice(i - count + 1, i));
325             if (isNaN(val))
326                 result.push({ x: dps[i].x, y: null});
327             else
328                 result.push({ x: dps[i].x, y: val});
329         }
330         return result;
331     }
332     carregarDados(ticker, date_purchase);
333 </script>
334 </body>
335 </html>
```

## B.8 utils.js

```
1 function listarModelos() {
2     $.getJSON("/api/v1/list_tickers", function(dataJson) {
3         for (const element of dataJson) {
4             $('#ticker').append('<option value="' + element
5                 + '">' + element + '</option>');
6         });
7     });
8 }
9
10 function listarModelosTreinamento() {
11     $.getJSON("/api/v1/list_tickers_train", function(dataJson
12         ) {
13         for (const element of dataJson) {
14             ('#ticker_train').append('<option value="' + element
15                 + '">' + element + '</option>');
16         });
17     });
18 }
```

## B.9 styles.css

```
1 .centralizar {
2     text-align: center;
3 }
4 footer.fixer-rodape{
5     border-top: 1px solid #333;
6     bottom: 0;
7     left: 0;
8     height: 40px;
9     position: fixed;
10    width: 100%;
11 }
```