



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  

---

Escola Politécnica

# TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING APLICADAS À ESTRATÉGIA DE SWING TRADE DO MERCADO FINANCEIRO

Pedro Henrique Barbosa Nori

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Eletrônica e de Computação da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Heraldo Luis Silveira de Almeida

Rio de Janeiro

Julho de 2021

TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING APLICADAS À  
ESTRATÉGIA DE SWING TRADE DO MERCADO  
FINANCEIRO

Pedro Henrique Barbosa Nori

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO  
DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE COMPUTAÇÃO DA ESCOLA PO-  
LITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO  
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU  
DE ENGENHEIRO ELETRÔNICO E DE COMPUTAÇÃO

Autor:

---

Pedro Henrique Barbosa Nori

Orientador:

---

Heraldo Luis Silveira de Almeida, D. Sc.

Examinador:

---

Prof xxxxx

Examinador:

---

Prof xxxx

Rio de Janeiro

Julho de 2021

## Declaração de Autoria e de Direitos

Eu, *Pedro Henrique Barbosa Nori* CPF *134.129.077-82*, autor da monografia *TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING APLICADAS À ESTRATÉGIA DE SWING TRADE DO MERCADO FINANCEIRO*, subscrevo para os devidos fins, as seguintes informações:

1. O autor declara que o trabalho apresentado na disciplina de Projeto de Graduação da Escola Politécnica da UFRJ é de sua autoria, sendo original em forma e conteúdo.
2. Excetua-se do item 1. eventuais transcrições de texto, figuras, tabelas, conceitos e idéias, que identifiquem claramente a fonte original, explicitando as autorizações obtidas dos respectivos proprietários, quando necessárias.
3. O autor permite que a UFRJ, por um prazo indeterminado, efetue em qualquer mídia de divulgação, a publicação do trabalho acadêmico em sua totalidade, ou em parte. Essa autorização não envolve ônus de qualquer natureza à UFRJ, ou aos seus representantes.
4. O autor pode, excepcionalmente, encaminhar à Comissão de Projeto de Graduação, a não divulgação do material, por um prazo máximo de 01 (um) ano, improrrogável, a contar da data de defesa, desde que o pedido seja justificado, e solicitado antecipadamente, por escrito, à Congregação da Escola Politécnica.
5. O autor declara, ainda, ter a capacidade jurídica para a prática do presente ato, assim como ter conhecimento do teor da presente Declaração, estando ciente das sanções e punições legais, no que tange a cópia parcial, ou total, de obra intelectual, o que se configura como violação do direito autoral previsto no Código Penal Brasileiro no art.184 e art.299, bem como na Lei 9.610.
6. O autor é o único responsável pelo conteúdo apresentado nos trabalhos acadêmicos publicados, não cabendo à UFRJ, aos seus representantes, ou ao(s) orientador(es), qualquer responsabilização/ indenização nesse sentido.
7. Por ser verdade, firmo a presente declaração.

---

Pedro Henrique Barbosa Nori

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica - Departamento de Eletrônica e de Computação

Centro de Tecnologia, bloco H, sala H-217, Cidade Universitária

Rio de Janeiro - RJ CEP 21949-900

Este exemplar é de propriedade da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmear ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es).

## DEDICATÓRIA

À minha mãe engenheira mecânica que tanto amo no meu coração.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço à minha mãe Ana e meu pai Adilson por irem na frente e me mostrarem o caminho com paciência e amor. Seus erros e acertos também são meus, com eles eu aprendo e me movo.

Agradeço ao meu país, que esconde um povo tão sofrido e ao mesmo tempo tão amoroso. Este trabalho é apenas um pedacinho do pagamento da minha dívida.

## RESUMO

Todos os dias, diversas negociações são realizadas nas bolsas de valores no mundo inteiro. Com os mais diversos objetivos, investidores buscam um aumento crescente de patrimônio de forma consistente. Paralelamente, inteligências artificiais vem substituindo cada vez mais atividades antes desempenhadas pelo homem.

Nesse sentido, este trabalho visa a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina para aumento de performance de uma estratégia de swing trade no mercado de ações brasileiro (B3). Para isso, é realizada a reprodução aproximada da estratégia, seguida pela substituição dos critérios de decisão de entrada nas operações e preços alvos de venda por um modelo de aprendizado de máquina.

Palavras-Chave: Machine Learning, Análise Técnica, Swing Trade, Mercado Financeiro.

## ABSTRACT

Insert your abstract here. Insert your abstract here. Insert your abstract here.  
Insert your abstract here. Insert your abstract here.

Key-words: word, word, word.



## SIGLAS

B3 - Bolsa, Brasil, Balção

AT - Análise Técnica

API - *Application Programming Interface*

CSV - *Comma-separated values*

TSV - *Tab-separated values*

ML - *Machine Learning*

iBovespa - Índice Bovespa

JSON - *JavaScript Object Notation*

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Tema . . . . .	1
1.2	Delimitação . . . . .	1
1.3	Justificativa . . . . .	2
1.4	Objetivos . . . . .	2
1.5	Metodologia . . . . .	3
1.6	Descrição . . . . .	4
	<b>Bibliografia</b>	<b>5</b>

# Lista de Figuras

# Lista de Tabelas

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Tema

O tema deste trabalho se resume no aperfeiçoamento de uma estratégia de swing trade na bolsa de valores através de métodos de aprendizado de máquina.

Nesse contexto, o problema a ser abordado é a identificação do momento apropriado para compra de um determinado ativo, bem como os preços alvos determinantes para venda, tendo em vista uma variação positiva de seu preço.

### 1.2 Delimitação

Este trabalho se limita aos ativos negociados na Bolsa de Valores de São Paulo, a B3, cujos dados diários são de domínio público e foram adquiridos através da plataforma Yahoo Finance pela API open-source (yfinance), disponível em Python. Não são levadas em consideração informações sobre proventos (dividendos e juros sobre capital próprio) devido à inconsistência dos mesmos na API supracitada e à dificuldade técnica para automatização da busca de tais dados.

A duração das operações tem em vista um horizonte mínimo de dias, sendo portanto operações de swing trade. Não são realizadas vendas a descoberto, portanto só há lucro em variações positivas dos ativos. Apenas uma operação por ativo pode existir em um determinado instante de tempo para uma estratégia. Em outras palavras, só é possível comprar mais ações de uma empresa após a venda completa das

ações da mesma, caso exista.

## 1.3 Justificativa

O crescimento do número de investidores na bolsa de valores brasileira[1] demonstra um maior interesse da população na busca por um complemento da renda familiar ou até uma substituição da fonte de renda principal.

No cenário global, o aumento do uso de robôs de trading (ou algoritmos) já vem se mostrando uma tendência[2], sejam por pessoas físicas ou fundos de investimento, de forma total ou parcial. Por outro lado, tal crescimento não vem sendo igualmente representado no Brasil devido às peculiaridades do mercado de capitais nacional, como a alta volatilidade e alta sensibilidade a notícias[3].

Paralelamente, estudos relacionados a aprendizado de máquina já vem trazendo resultados práticos no dia-a-dia das pessoas, desde o clássico exemplo do reconhecimento de mensagens de spam em um caixa de email à identificação do perfil de consumo de clientes em uma loja. Da mesma forma, instituições financeiras e bancos centrais também vem, com cautela, incorporando cada vez mais aplicações de aprendizado de máquina em tarefas internas[4].

Apesar das dificuldades inerentes ao cenário atual do mercado de capitais brasileiro, não se pode ignorar o potencial que os algoritmos podem trazer. Desta forma, o presente trabalho visa a união de técnicas de aprendizado de máquina a estratégias de trading de forma a trazer uma melhor performance, colaborando assim para uma maior variedade de opções de investimentos à população brasileira.

## 1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é implementar um software que simule uma estratégia de swing trade utilizada no mercado financeiro e gerar uma nova estratégia que utilize machine learning a fim de melhorar sua performance. Especificamente, o software deve: (1) Criar um ambiente automatizado que permita buscar, atualizar e

armazenar dados diários da bolsa brasileira de forma simples e conforme necessidade do usuário da aplicação; (2) Simular a estratégia de swing trade do trader André Moraes da forma mais fidedigna que a janela de dados diária permita; (3) Criar e simular um novo algoritmo baseado na estratégia anterior utilizando aprendizado de máquina; (4) Criar e simular uma estratégia de baseline, referente à estratégia de machine learning; (5) Analisar os modelos gerados.

## 1.5 Metodologia

O trabalho teve início na criação de um ambiente propício à simulação de estratégias, bem como sua configuração e manutenção. A fim de: otimizar o tráfego de dados pela internet; minimizar o processamento necessário para a geração de dados derivados (pré-processamento) e armazenar os resultados das estratégias de forma organizada, foi utilizado um banco de dados PostgreSQL. Dentre as atividades realizadas durante o pré-processamento dos dados, anteriores à simulação de estratégias, é possível citar a geração de candles semanais a partir de candles diários, a identificação de picos e os momentos de tendência de alta do mercado, assim como a execução de médias móveis exponenciais.

Em seguida, a etapa de simulação tem início a partir da leitura de um arquivo JSON contendo todos parâmetros necessários para a execução das estratégias. Nesta etapa, o programa itera dia após dia para cada estratégia configurada verificando os momentos e os valores de compra e de venda para cada ativo que compõe as carteiras. Ao final, registram-se no banco todas as operações executadas, independente da obtenção de lucro, junto com informações estatísticas que permitem a avaliação da performance. Aqui foram criadas e executadas a estratégia base, que é uma adaptação do André Moraes, a estratégia aprimorada que utiliza aprendizado de máquina, e a estratégia de baseline, respectivamente.

Por fim, com o objetivo de facilitar a análise dos resultados gerados, criou-se um dashboard responsável por centralizar todas as informações pertinentes a uma execução de estratégia em uma única página web.

Observa-se que além do uso de estruturas do banco de banco de dados PostgreSQL, como triggers e functions, o código foi construído em Python devido à ampla variedade de bibliotecas, especialmente de Data Science e suporte da comunidade, apesar da desvantagem de desempenho por ser uma linguagem interpretada. Bastante foco foi dado à escalabilidade e à manutenção do código, que contou com as bibliotecas e as APIs yfinance, pandas, numpy, scikit-learn, multiprocessing, matplotlib e dash. Também utilizou-se containers Docker para simplificar a execução.

## 1.6 Descrição

No capítulo 2 será feita a apresentação introdutória sobre privacidade, conceitos associados e suas relevâncias no contexto socioeconômico contemporâneo.

O capítulo 3 apresenta um panorama de ferramentas de anonimização cuja licença garanta a abertura do código-fonte com o intuito de prospectar as funcionalidades fornecidas por esses programas.



# Referências Bibliográficas

- [1] B3, “B3 atinge 5 milhões de contas de investidores em renda variável em janeiro”, [https://www.b3.com.br/pt\\_br/noticias/5-milhoes-de-contas-de-investidores.htm](https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/5-milhoes-de-contas-de-investidores.htm), (Acesso em 21 de Março de 2022).
- [2] INFOMONEY, “Robôs de investimentos já controlam mais de US\$ 200 bilhões ao redor do mundo”, <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/robos-de-investimentos-ja-controlam-mais-de-us-200-bilhoes-ao-redor-do-mundo>, (Acesso em 22 de Março de 2022).
- [3] INFOMONEY, “No Brasil, robôs de investimento não conseguem bater melhores fundos”, <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/no-brasil-robos-de-investimento-nao-conseguem-bater-melhores-fundos>, (Acesso em 22 de Março de 2022).
- [4] FERNANDEZ, A., “Artificial intelligence in financial services”, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3366846> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3366846>, Apr. 5, 2019 [Online].