**INVESTE.AI — SUA IA, SEU BOT, SUA ESTRATÉGIA (COM BASES ABERTAS NACIONAIS OU INTERNACIONAIS)**

Alisson Leonardo Amaral Do Nascimento ¹; Caio Henrique Lima De Andrade ¹;Fernanda Andrade Almeida ¹; Gustavo Rodrigues da Silva 2; Vitor Manoel Emidio Machado ¹;

1 Discente do curso tecnologia em Ciências de Dados e Inteligência Artificial da Universidade Católica de Goiás;

2 Egresso Universidade Federal de Góias.

**INVESTE.AI — Sua Ia, Seu Bot, Sua Estratégia (Com Bases Abertas Nacionais Ou Internacionais)**

**Resumo**

O presente trabalho foi desenvolvido no contexto do VIII Desafio em Ciência de Dados da Pontifícia Universidade Católica de Goiás e teve como objetivo construir um sistema de negociação automatizado baseado em inteligência artificial, com foco na aplicação em ambientes simulados do mercado financeiro. A equipe utilizou metodologias ágeis (SCRUM) para organizar as atividades e empregou técnicas como aprendizado supervisionado, modelos estatísticos e aprendizado por reforço, com destaque para o modelo Deep Q-Learning. A base de dados foi composta por séries temporais históricas obtidas via Yahoo Finance. Para a validação das estratégias, foi implementado um sistema de backtesting capaz de avaliar o desempenho do agente com métricas quantitativas e gráficos visuais. Os resultados demonstraram a viabilidade da abordagem e apontam caminhos promissores para o uso de IA em operações financeiras. A entrega final contou com uma interface interativa em Streamlit, tornando a solução acessível e de fácil interpretação para usuários finais.

**Palavras-chave:** FinTech, Aprendizado por Reforço, Deep Q-Learning, Backtesting, Trading Algorítmico.

**INVESTE.AI — Your AI, Your Bot, Your Strategy (With National or International Open Data)**

**Abstract**

This project was developed as part of the VIII Data Science Challenge at the Pontifical Catholic University of Goiás and aimed to build an automated trading system based on artificial intelligence, focused on application in simulated financial market environments. The team adopted agile methodologies (SCRUM) to organize the development process and implemented techniques such as supervised learning, statistical models, and reinforcement learning, with emphasis on the Deep Q-Learning model. The dataset consisted of historical time series obtained via the Yahoo Finance API. A custom backtesting system was created to evaluate the agent's performance using quantitative metrics and visualizations. The results demonstrated the feasibility of the proposed approach and highlighted promising directions for the use of AI in financial operations. The final delivery included an interactive interface developed in Streamlit, making the solution accessible and easy to interpret for end users.

**Keywords:** FinTech, Reinforcement Learning, Deep Q-Learning, Backtesting, Algorithmic Trading.

**Introdução**

Atualmente, a indústria de tecnologia financeira, conhecida como FinTech, tem se destacado por seu crescimento acelerado. Seu principal objetivo é utilizar tecnologias avançadas para promover inovações e aprimorar processos no setor financeiro. A expectativa é de que, nos próximos anos, essa área transforme significativamente a forma como são enfrentados diversos desafios relacionados à tomada de decisão em finanças, incluindo negociação de ativos, gestão de investimentos, gerenciamento de riscos, administração de carteiras, detecção de fraudes e consultoria financeira. Esses problemas geralmente envolvem decisões sequenciais, ocorrem em ambientes parcialmente observáveis e incertos, e, em alguns casos, adversariais. Um dos segmentos mais desafiadores e relevantes dentro da FinTech é o da negociação algorítmica, também chamada de trading quantitativo, que consiste no uso de sistemas computacionais e regras matemáticas específicas para executar operações no mercado financeiro (THÉATE; ERNST, 2021).

Nesse contexto, o presente projeto, desenvolvido como parte do VIII Desafio em Ciência de Dados da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), teve como objetivo criar um sistema de negociação automatizado baseado em inteligência artificial. A solução proposta foi voltada para operações em ambientes simulados de mercado financeiro, integrando técnicas de aprendizado por reforço, estratégias de backtesting e uma interface para visualização dos resultados obtidos.

**Metodologia**

Para organização das atividades do projeto, foi adotada a metodologia ágil SCRUM. Segundo Schwaber e Sutherland, 2020, o SCRUM é uma metodologia amplamente reconhecida e aplicada em ambientes de desenvolvimento de softwares, projetos de ciência de dados e projetos complexos e dinâmicos. A metodologia organiza as atividades em ciclos curtos e bem definidos, conhecidos como sprints. As cerimônias do SCRUM, como o Daily Scrum, Sprint Planning, Sprint Review e Sprint Retrospective, promovem a transparência, a colaboração contínua e a adaptação rápida a mudanças, o que se mostrou crucial para a entrega de resultados dentro do prazo estipulado pelo edital.

**Planejamento inicial**

Nas sprints iniciais, foram conduzidas atividades fundamentais para o estabelecimento da base do projeto, tais como:

* Estruturação da equipe e definição de responsabilidades;
* Configuração dos ambientes de desenvolvimento e versionamento (setup de ferramentas e criação de repositórios);
* Realização da análise exploratória dos dados históricos;
* Implementação inicial do pipeline de treino e validação com backtesting.

**Coleta e Tratamento de Dados**

A base de dados utilizada consistiu em séries temporais de ativos financeiros históricos, obtidas por meio da API do Yahoo Finance, com corte temporal até 31 de dezembro de 2024, conforme especificado no edital do desafio. As etapas de preparação dos dados incluíram:

* Tratamento de valores ausentes e remoção de outliers;
* Geração de variáveis auxiliares, como retornos logarítmicos e sinais para o agente;
* Engenharia de atributos, com a inserção de indicadores técnicos amplamente utilizados em análise técnica, tais como:
* Índice de Força Relativa (Relative Strength Index – RSI);
* Convergência/Divergência de Médias Móveis (MACD);
* Médias móveis simples e exponenciais (SMA, EMA).

**Modelagem dos Algoritmos**

Durante as sprints dedicadas à etapa de modelagem, foram testadas diversas abordagens baseadas em inteligência artificial e estatística com o objetivo de identificar o modelo com maior desempenho e robustez no ambiente simulado. Os modelos avaliados incluíram:

* Modelos de aprendizado supervisionado: Random Forest e Regressão Linear;
* Modelos estatísticos clássicos: ARIMA e SARIMA;
* Modelos de aprendizado por reforço profundo: Deep Q-Learning e e PPO (Proximal Policy Optimization);

Os resultados parciais de cada abordagem foram apresentados e discutidos nas cerimônias de Sprint Review, bem como armazenados no repositório do projeto, permitindo a seleção dos métodos mais promissores com base em critérios como estabilidade, retorno acumulado e taxa de acerto.

**Sistema de Backtesting**

Foi desenvolvido um sistema de backtesting personalizado com o objetivo de simular o comportamento do agente em um ambiente de mercado virtual. Esse sistema foi responsável por registrar cada ação do agente (compra, venda ou manutenção da posição) e convertê-la em uma operação financeira fictícia, permitindo o cálculo de métricas de desempenho, tais como:

* Percentual de operações vencedoras e perdedoras;
* Taxa de acerto por tipo de decisão (buy/hold/sell);
* Lucro acumulado no período de teste.

Esse mecanismo permitiu uma avaliação consistente das estratégias testadas, respeitando o corte temporal e os critérios estabelecidos pela organização do desafio.

**Resultados e discussões**

O modelo baseado em Deep Q-Learning demonstrou desempenho superior entre as abordagens testadas, apresentando maior capacidade de adaptação ao ambiente simulado e obtendo lucros acumulados consistentes ao longo dos episódios. Mesmo com uma arquitetura simplificada — sem uso de target network — o agente aprendeu uma política eficiente de negociação, com decisões progressivamente mais assertivas ao longo do treinamento.

Para garantir a reprodutibilidade dos experimentos, todos os processos que envolvem aleatoriedade foram configurados com seed = 42. Além disso, todos os detalhes técnicos como bibliotecas utilizadas, base de teste, estrutura de pastas, e instruções de execução estão documentados no repositório oficial do projeto: https://github.com/CaioHenri99/VIII-Desafio\_Investe.AI

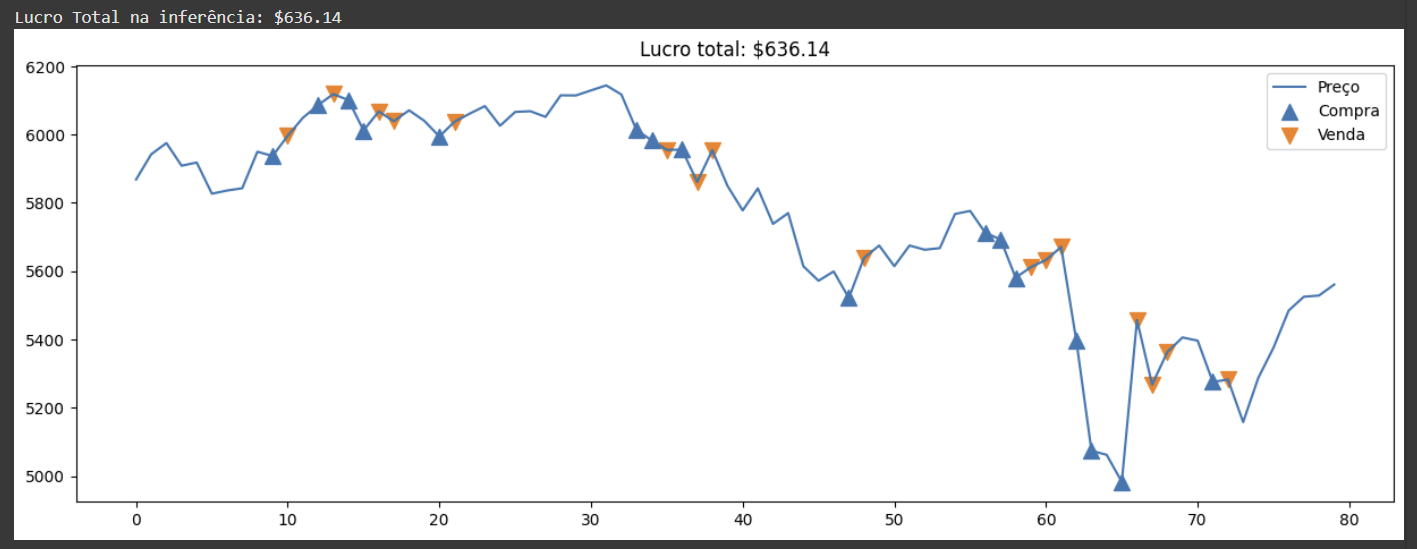
As decisões do agente (compra, venda, manter) foram registradas e analisadas com base em métricas quantitativas e gráficos gerados automaticamente ao fim de cada episódio. Embora a avaliação dos resultados tenha sido feita localmente durante o desenvolvimento, uma interface interativa foi desenvolvida em Streamlit como parte da entrega final. Essa interface facilita a apresentação dos resultados por meio de visualizações acessíveis e interativas, reforçando o potencial de comunicação de soluções baseadas em dados.

Segundo Arya et al. (2021), ferramentas como o Streamlit tornam mais acessível a entrega de projetos de ciência de dados, facilitando a validação de hipóteses e a comunicação dos resultados com usuários finais. Os principais indicadores de desempenho do agente incluem:

* Lucro acumulado no período de teste: R$ XXXX,XX;
* Percentual de operações vencedoras: XX%;
* Taxa de acerto por tipo de decisão (compra/venda): XX% / XX%;
* Total de episódios treinados: 50;
* Tamanho do batch: 64;
* Tamanho da janela de observação (state\_size): 10.

A Figura 1 apresenta o comportamento do agente sobre a série de preços, com marcações visuais dos pontos de compra e venda, permitindo análise qualitativa das decisões tomadas ao longo do tempo.

Figura 1 – Comportamento do agente Deep Q-Learning com marcação de operações

****

Fonte: autoria própria.

Ao longo dos episódios de treinamento, observou-se uma evolução gradual na política do agente, com decisões mais consistentes e lucrativas. A taxa de acerto nas decisões de venda indicou que o agente aprendeu a identificar momentos de lucro positivo, mesmo com uma função de recompensa simplificada. Futuros testes com mais episódios e uma arquitetura DQN completa podem contribuir para um desempenho mais robusto.

**Considerações finais**

O projeto INVESTE.AI demonstrou o potencial das técnicas de inteligência artificial, especialmente do aprendizado por reforço profundo, na construção de agentes autônomos para negociação em mercados financeiros. A utilização de um sistema de backtesting robusto e de indicadores técnicos consagrados permitiu avaliar com maior confiança as decisões do agente. Apesar da simplicidade da arquitetura utilizada, o modelo Deep Q-Learning apresentou resultados promissores, mostrando capacidade de adaptação ao ambiente de negociação simulado e evidenciando evolução contínua ao longo dos episódios de treinamento.

Além dos ganhos técnicos, o uso de metodologias ágeis (SCRUM) contribuiu significativamente para a organização e a entrega do projeto dentro dos prazos estipulados. A interface em Streamlit viabilizou uma apresentação clara e interativa dos resultados, facilitando a compreensão por stakeholders diversos.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o uso de arquiteturas mais avançadas (como DQN com target network e experience replay mais refinado), aumento do número de episódios de treinamento e avaliação em bases de dados com maior diversidade temporal e setorial. O projeto reforça que a interseção entre ciência de dados, IA e finanças é promissora e deve continuar sendo explorada em soluções práticas e acessíveis.

**Referências**

ARYA, V.; NARAYAN, A.; SAHA, D. Streamlit for Data Science and Machine Learning. O’Reilly Media, 2021.

FRAZIER, P. S.; CHOPRA, S; LIM, B.; XIE, Y.; CURTIS, Z.; KRISHNAMOORTHY, S.; SCHWARTZ, A.. Reinforcement Learning for Trading Systems and Portfolios: A Survey. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2212.06064>.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. Guia do Scrum: a definição do Scrum – regras do jogo. [S. l.]: Scrum.org, 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-PortugueseBR-3.0.pdf>

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS. VIII Desafio em Ciência de Dados – Edital. Goiânia: PUC Goiás, 2024. Disponível em: [PUC Goiás - Congressos, Atividades e Apresentações](https://congressos.pucgoias.edu.br/iv-jornada-cientifica-da-escola-politecnica-e-de-artes)

THÉATE, T.; ERNST, D. An application of deep reinforcement learning to algorithmic trading. Expert Systems with Applications, v. 173, p. 114632, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114632>.