



## **DESAFIO IV JCPOLI 2025: INVESTE.AI – SUA IA, SEU BOT, SUA ESTRATÉGIA**

**"CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL"**



### **IV JORNADA CIENTÍFICA DA ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES**

**23 A 26 DE ABRIL DE 2025**



# Bolsa de Valores

Sistema de Trading  
autônomo por IA.







# Bem Vindos

Apresentado por:

Amaury Cordeiro Júnior - 20241013700145

Andrei Ferreira Inomata - 20241013700420

Sofia Souza Costa - 20241013700498

Guilherme Magalhães - 20241013700161



# O que é Bolsa de Valores?

A bolsa de valores é uma **instituição financeira** onde são negociados diversos valores mobiliários como ações e títulos, conectando empresas que precisam de **capital com investidores**. Existem múltiplas bolsas ao redor do mundo, como a NYSE e Nasdaq nos EUA, a London Stock Exchange no Reino Unido e a **B3 no Brasil**. Cada bolsa opera com regulamentações próprias, mas todas compartilham o **objetivo de facilitar negociações em ambiente regulamentado**, proporcionando liquidez aos ativos financeiros, estabelecendo preços justos e permitindo que empresas captem recursos enquanto investidores participam do **crescimento econômico**.



# História da Bolsa de Valores

Das origens à modernidade

A primeira bolsa de valores formalmente estabelecida foi a **Bolsa de Amsterdã em 1602**, coincidindo com a criação da **Companhia Holandesa das Índias Orientais**, embora o conceito tenha raízes nas **feiras medievais europeias**. Esta instituição pioneira estabeleceu os princípios fundamentais que conectam diretamente o passado ao sistema financeiro global contemporâneo: emissão de ações negociáveis, formação de preços por oferta e demanda, e investimento sem participação direta na gestão. Ao longo dos séculos, essa estrutura evoluiu incorporando **tecnologias digitais** que transformaram negociações presenciais em **sistemas eletrônicos globais**, democratizando o acesso aos investimentos e desenvolvendo produtos financeiros sofisticados.





# Como funciona Bolsa de Valores

## O Mecanismo por trás do Trading

A bolsa de valores opera através de um **sistema centralizado** que conecta compradores e vendedores via **order book**, onde são registradas todas as intenções de negociação com seus respectivos preços e volumes. O **matching engine** da bolsa funciona como um mediador automático, combinando ordens compatíveis quando um comprador está disposto a pagar o que um vendedor pede, permitindo diferentes estratégias como ordens a mercado ou ordens limitadas. Para garantir liquidez contínua, **market makers** mantêm ofertas constantes de compra e venda. Atualmente, este processo é **predominantemente eletrônico e algorítmico**, com sistemas capazes de executar milhares de operações por segundo, tudo sob rigorosa **supervisão regulatória** para assegurar transparência e equidade nas transações.





# Tipos de Bolsas de Valores

## Mercado Primário e Secundário

- **Bolsas Tradicionais:** São físicas e têm um local específico onde ocorrem as negociações, como a B3 (Brasil), NYSE (EUA).
- **Bolsas Eletrônicas:** Operam totalmente online, sem presença física, como a NASDAQ.
- **Por tipo de ativo negociado:** Bolsa de ações, mercadorias e futuros, opções e criptomoedas
- **Por abrangência:** Regionais, Nacionais e Internacionais.



### Primário

O mercado primário é o ambiente onde novos títulos e valores mobiliários são emitidos e vendidos pela **primeira vez**, permitindo que empresas e governos captem recursos diretamente dos investidores.

Neste mercado ocorrem eventos como **IPOs** (Ofertas Públicas Iniciais) e emissões de novas ações ou debêntures, sendo que o **dinheiro investido vai diretamente para o emissor do título**, geralmente com intermediação de instituições financeiras especializadas.

### Secundário

O mercado secundário, por sua vez, é onde os títulos já emitidos são **negociados entre investidores**, sem que o dinheiro retorne para a empresa ou entidade emissora.

Este mercado **proporciona liquidez aos títulos**, permitindo que investidores possam vender seus ativos antes do vencimento.

As bolsas de valores são os principais exemplos de mercado secundário, onde diariamente milhões de transações ocorrem entre compradores e vendedores, estabelecendo o preço dos ativos conforme a oferta e demanda.





# Por que investir Bolsa de Valores

## Benefícios

- 1 - **Potencial de valorização do capital** superior a investimentos conservadores no longo prazo;
- 2 - **Renda passiva regular** através de dividendos;
- 3 - **Alta liquidez** para conversão rápida em dinheiro quando necessário;
- 4 - **Diversificação** entre diferentes setores e mercados para redução de riscos;
- 5 - **Proteção contra inflação**, já que ações representam participação em ativos reais;
- 6 - **Democratização do acesso ao crescimento econômico**, permitindo que pequenos investidores participem do desenvolvimento de grandes empresas;



# Riscos da Bolsa de Valores

# Investimento

## Entendendo potenciais armadilhas

Investir na bolsa de valores implica diversos riscos, incluindo a **volatilidade de mercado**, vieses comportamentais que levam a **decisões emocionais**, **dificuldades de timing**, **assimetria informacional**, **problemas de liquidez** e **concentração excessiva em poucos ativos**. Estes desafios podem comprometer significativamente os retornos e expor investidores a perdas substanciais, especialmente durante **períodos de turbulência nos mercados**.

A tecnologia moderna oferece soluções poderosas para **mitigar esses riscos** através da **inteligência artificial e robôs de trading**. Algoritmos de IA podem processar enormes volumes de dados em tempo real, **identificando padrões e tendências emergentes** que escapam à percepção humana, enquanto sistemas automatizados de trading **eliminam o componente emocional** das decisões de investimento, implementando estratégias disciplinadas com recursos, como **diversificação automática**, **stop-loss precisos** e **rebalanceamento dinâmico de carteiras**. Embora não eliminem completamente os riscos, estas ferramentas tecnológicas permitem um gerenciamento mais eficiente e sistemático dos investimentos.





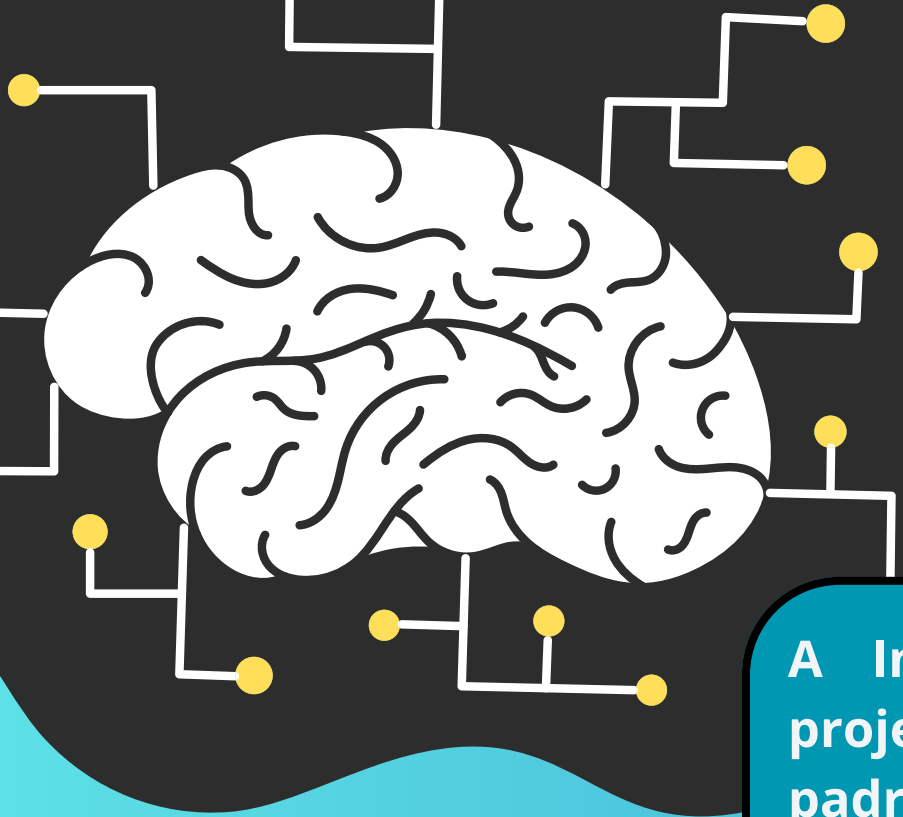
# O uso de Inteligência Artificial e Robôs de Trading

## Automatização dos processos

Um robô de trading com IA é um **sistema automatizado** que executa operações nos mercados financeiros utilizando algoritmos de inteligência artificial para tomar decisões de investimento. Diferente dos robôs tradicionais baseados em regras fixas, estes sistemas utilizam técnicas avançadas como **redes neurais, aprendizado profundo e processamento de linguagem natural** para analisar enormes volumes de dados – incluindo preços históricos, indicadores técnicos, notícias e sentimento de mercado – **identificando padrões complexos** que seriam imperceptíveis para humanos. Sua principal vantagem está na capacidade de **aprendizado contínuo**, adaptando-se às mudanças no mercado e refinando suas estratégias com base nos resultados anteriores.







# COMO A IA FUNCIONA

A Inteligência Artificial (IA) fundamentalmente consiste em sistemas computacionais projetados para **simular aspectos da inteligência humana**, processando dados para identificar padrões, aprender com experiências e tomar decisões. O funcionamento básico da IA envolve algoritmos que **analisam** grandes volumes de dados, **extraem** características relevantes, **constroem modelos** matemáticos para representar relações encontradas, e depois utilizam esses modelos para fazer **previsões ou tomar decisões** quando expostos a novos dados

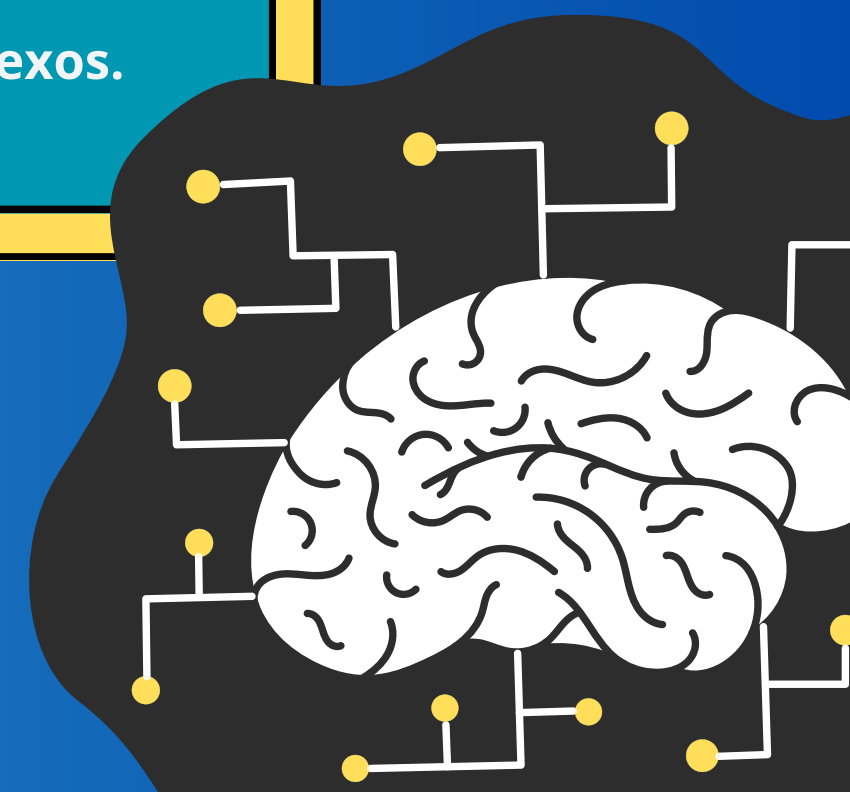
Seus principais tipos incluem:

**Aprendizado Supervisionado** - usa dados rotulados para fazer previsões;

**Aprendizado Não-Supervisionado** - descobre padrões em dados não rotulados;

**Aprendizado por Reforço** - aprende por tentativa e erro com sistema de recompensas;

**Redes Neurais** - inspiradas no cérebro humano para reconhecimento de padrões complexos.





# Aprendizado por Reforço

O Aprendizado por Reforço (RL) é uma vertente da Inteligência Artificial que permite a um agente, como o nosso robô de trading, **aprender a tomar decisões ótimas de forma autônoma**. Isso ocorre através de um ciclo contínuo de interações com um ambiente: **o agente observa o estado atual, escolhe uma ação, recebe uma recompensa** (positiva por um bom resultado, negativa por um ruim) **e transita para um novo estado**. O objetivo do agente é desenvolver uma política, ou seja, uma estratégia, que maximize a soma das recompensas recebidas ao longo do tempo, aprendendo com base na exploração de novas possibilidades e no aproveitamento de táticas que se mostraram bem-sucedidas anteriormente.

No domínio do trading financeiro, o mercado se torna o ambiente, e os dados de mercado (como preços históricos, volumes e indicadores técnicos) constituem o estado que o agente analisa. As ações do robô são as operações de **comprar, vender ou manter posições em ativos**, e as recompensas são diretamente derivadas dos lucros ou prejuízos financeiros resultantes dessas operações. Para este projeto, implementamos o **algoritmo A2C** (Advantage Actor-Critic). Este é um método avançado que permite ao robô não apenas aprender quais ações são vantajosas em determinados cenários de mercado, mas também a avaliar a qualidade desses cenários, otimizando assim suas estratégias de negociação para diferentes condições e buscando resultados consistentes.







# Separação dos Dados

A base de dados utilizada para treinar e validar nosso robô de trading é composta por **séries temporais históricas de ações**. Estes dados abrangem os períodos de **01/01/2017 a 31/12/2019** e de **01/01/2022 a 31/12/2024**. Os dados foram fornecidos ao sistema através de um arquivo no **formato CSV**, um método comum para importar cotações que podem ser originadas de diversas fontes, incluindo APIs financeiras como a do **yfinance**.

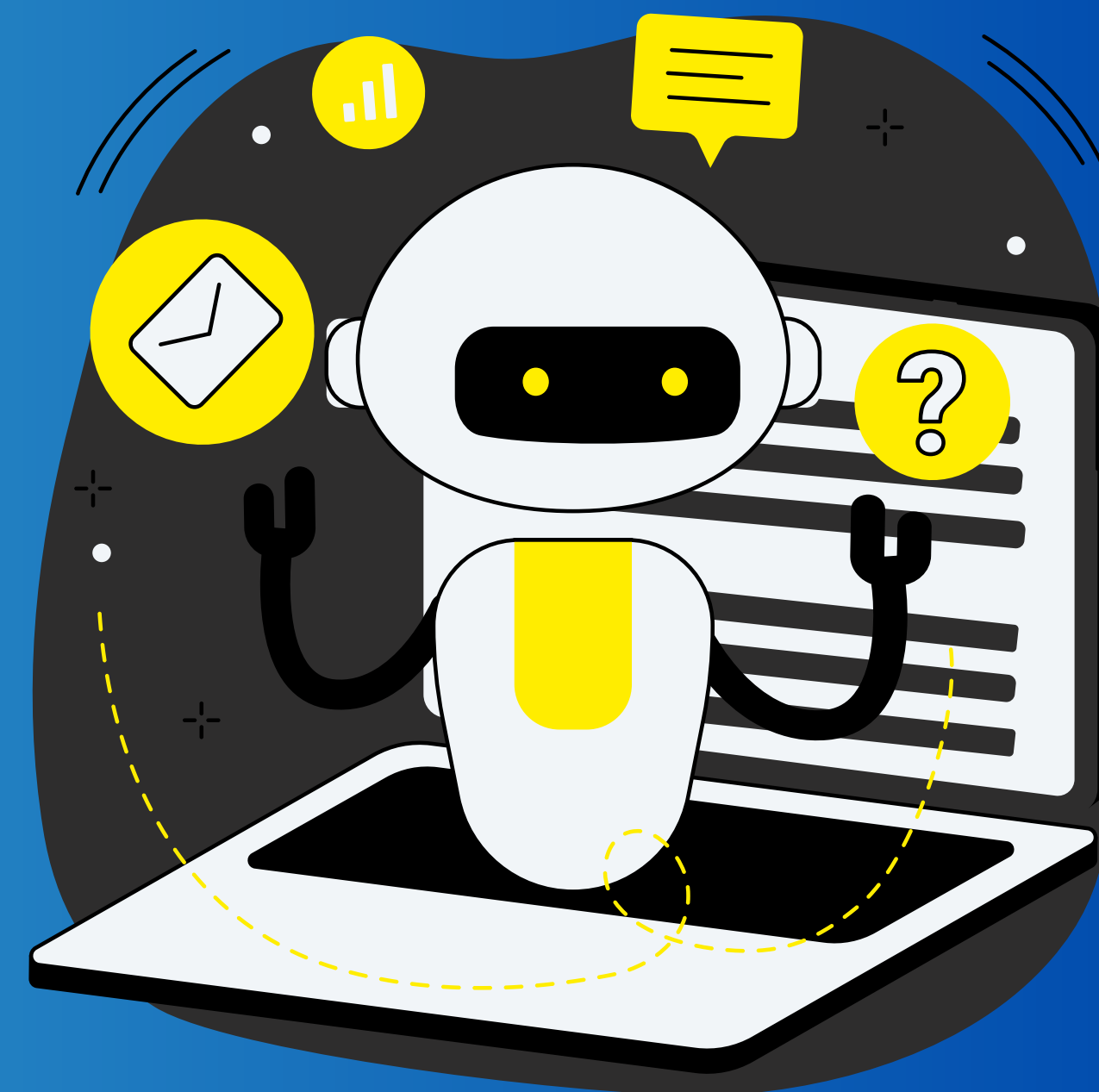
Cada registro no conjunto de dados contém informações cruciais para a análise e decisão do robô, estruturadas nas seguintes colunas principais: **Date** (a data da cotação, utilizada como referência temporal), **Ticker** (o símbolo identificador do ativo na bolsa), **Open** (preço de abertura do ativo no período), **High** (preço máximo atingido), **Low** (preço mínimo), **Close** (preço de fechamento) e **Volume** (quantidade de ativos negociados). Antes de serem efetivamente utilizados pelo modelo de inteligência artificial, esses dados brutos passam por uma etapa fundamental de pré-processamento, que inclui a **limpeza de possíveis inconsistências**, o **tratamento de dados faltantes** e a **correta indexação e ordenação temporal**.

# Algoritmos e Estratégia

A estratégia de negociação empregada por este robô não é baseada em um conjunto fixo de regras pré-programadas. Ela é **aprendida dinamicamente** pelo agente de Inteligência Artificial, o **modelo A2C (Advantage Actor-Critic)**.

Durante a fase de treinamento, o agente **interage milhares de vezes com o ambiente de mercado simulado**, realizando operações de compra, venda ou manutenção de posição. A cada ação, ele **recebe um feedback na forma de uma recompensa** (geralmente relacionada ao lucro ou prejuízo da operação). Através deste processo intensivo de tentativa, erro e recompensa, o agente A2C **desenvolve autonomamente uma política de decisão**, aprendendo a identificar padrões e correlações nos dados de mercado que, historicamente, se mostraram preditivos de movimentos de preço favoráveis e lucrativos.

Para formular sua estratégia em cada ponto de decisão, o robô **analisa o estado atual do mercado**, que é composto por uma janela de observação dos dados históricos mais recentes do ativo. Este estado não inclui apenas os preços de abertura, máxima, mínima, fechamento e o volume de negociações, mas também os valores dos indicadores técnicos que calculamos: a **Média Móvel Simples (SMA)**, o **Índice de Força Relativa (RSI)** e o **Saldo de Volume (OBV)**. Com base nessa combinação de informações, a política (estratégia) aprendida pelo A2C determina a ação que tem a maior probabilidade de levar a uma recompensa positiva.



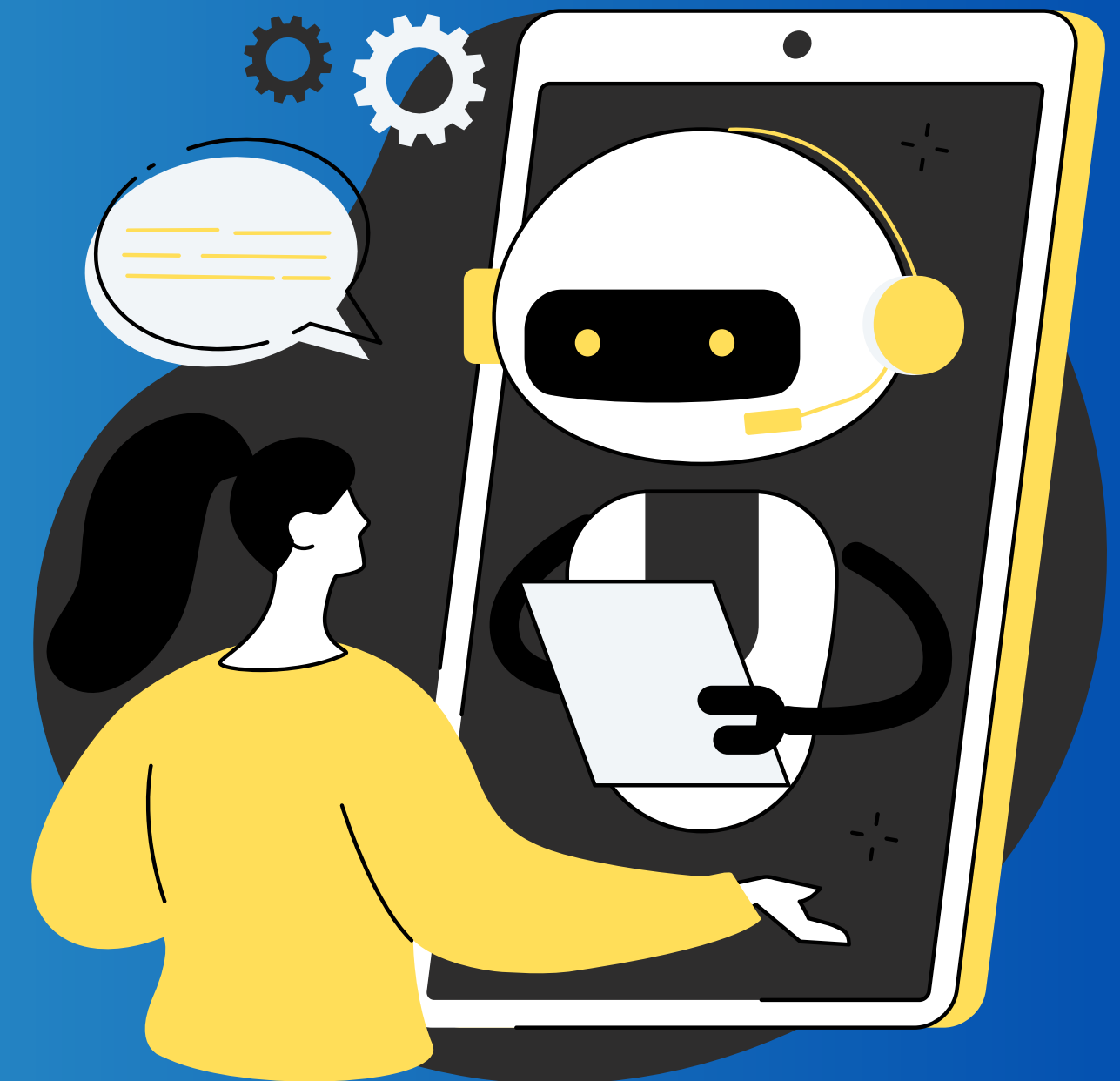


# Visualização – Streamlit

Para facilitar a análise e a interpretação dos resultados do nosso robô de trading, desenvolvemos um **dashboard interativo** utilizando a biblioteca **Streamlit** em Python. Esta ferramenta nos permite criar interfaces web ricas e dinâmicas diretamente a partir de **scripts Python**, tornando a exploração dos dados de backtesting e do comportamento do modelo de Aprendizagem por Reforço **muito mais acessível e intuitiva**. O objetivo principal do nosso dashboard é oferecer uma visão clara do **desempenho da estratégia**, permitindo que **o usuário carregue seus próprios dados de mercado em formato CSV, selecione ativos específicos** (tickers) para uma análise detalhada, e configure parâmetros chave da simulação, como o **valor do investimento inicial** para o cálculo do lucro em Reais e a **duração do treinamento do agente** (em timesteps).

O dashboard apresenta os resultados de forma organizada e visual. Para cada ticker analisado, são exibidos: o **lucro obtido** (tanto em termos percentuais quanto no valor monetário em Reais correspondente ao investimento inicial), a **recompensa total acumulada** pelo agente de RL, e um **gráfico detalhado** da simulação que mostra a evolução dos preços do ativo sobreposto com os pontos exatos onde o modelo decidiu realizar operações de compra (verde) e venda (vermelho). Adicionalmente, uma **tabela qualitativa** oferece um resumo das principais métricas de desempenho e os logs de processamento podem ser consultados para acompanhar as etapas da análise. A interface também oferece a funcionalidade de **analisar todos os tickers do arquivo de dados** em lote, com uma barra de progresso indicando o andamento, e ao final, apresenta um resumo comparativo da performance entre os diferentes ativos. Para demonstração e acesso facilitado, especialmente no ambiente **Google Colab**, esta aplicação Streamlit foi disponibilizada através de um **túnel ngrok**, tornando a interface acessível por meio de um **link público no navegador**:

<https://b1ae-34-66-45-144.ngrok-free.app/>



# Referências

## Documentação:

Streamlit: <https://docs.streamlit.io/>

Pyngrok: <https://pypi.org/project/pyngrok/>

Gymnasium :<https://gymnasium.farama.org/>

Gym: <https://www.gymlibrary.dev/index.html>

Stable-Baselines3: <https://stable-baselines3.readthedocs.io/en/master/>

Matplotlib: <https://matplotlib.org/stable/index.html>

Numpy: <https://numpy.org/doc/>

Pandas: <https://pandas.pydata.org/docs/>

## Máquina Virtual:

Google Colab: <https://colab.google>