

Otimização de Carteiras de Fundos com métodos de Markowitz e de Aprendizado com Reforço

Marcos Carvalho Corrêa Junior

Prof. Dr. Rogerio de Oliveira

Motivação e Objetivo

A crescente disponibilidade de dados financeiros e o avanço das ferramentas computacionais têm incentivado a aplicação de métodos mais sofisticados na construção de carteiras de investimento. Modelos tradicionais, como a Teoria Moderna do Portfólio, embora ainda relevantes, nem sempre são suficientes em cenários voláteis ou com muitos ativos. Nesse contexto, algoritmos de aprendizado de máquina surgem como alternativas promissoras para tomada de decisão mais eficiente.

Este trabalho tem como objetivo comparar o desempenho de modelos tradicionais de otimização com técnicas baseadas em aprendizado de máquina, como algoritmos genéticos e Deep Reinforcement Learning. A análise será feita com base em dados reais, buscando entender quais abordagens oferecem melhores resultados sob diferentes métricas e contextos de mercado.

Metodologia

Como etapa inicial da pesquisa, foi realizada uma revisão da literatura, com o objetivo de mapear as principais técnicas de otimização de carteiras aplicadas nos últimos anos. Foram analisados artigos científicos, dissertações e trabalhos técnicos que abordam tanto modelos tradicionais, como o de média-variância proposto por Markowitz, quanto abordagens mais recentes baseadas em inteligência artificial e heurísticas. As abordagens identificadas na revisão estão sintetizadas na Tabela 1, que resume as técnicas utilizadas, os objetivos de otimização e os tipos de dados empregados em cada estudo analisado.

A partir da revisão, foram selecionados dois modelos para implementação: um baseado na Teoria Moderna do Portfólio e outro utilizando aprendizado por reforço profundo. Este segundo modelo foi desenvolvido com a biblioteca Gymnasium, da OpenAI, que permite simular ambientes de decisão sequencial. Os modelos serão aplicados sobre dados de fundos imobiliários que compõem o IFIX, selecionados por apresentarem boa liquidez e representatividade no mercado brasileiro, tornando a análise mais próxima da realidade dos investidores locais.

Resultados Preliminares

Com base na revisão teórica, foram selecionados dois modelos para aplicação prática: o modelo clássico de Markowitz e uma abordagem baseada em Deep Reinforcement Learning (DRL). Ambos foram implementados em Python e aplicados sobre dados reais de fundos imobiliários

O modelo de Markowitz foi utilizado para construir carteiras com máxima razão de Sharpe e mínima variância. Já o modelo de DRL foi treinado em ambiente simulado para aprender a alocar recursos entre ativos, com foco em maximizar o retorno acumulado. Os testes iniciais mostraram que cada abordagem apresenta vantagens distintas dependendo do cenário de mercado.

Autor	Técnica utilizada	Objetivo de otimização	Base de dados
Vaneli & Neto (2024)	Algoritmo Genético	Sharpe Ratio	Ações brasileiras (Ibovespa)
Melo (2022)	Deep Reinforcement Learning	Retorno acumulado	Ações (S&P 500) e Criptoativos
Costa (2022)	ML + HRP	Risco-retorno ajustado	ETFs internacionais de emergentes
Carvalho (2021)	Markowitz	Diversificação e retorno	Fundos Imobiliários (FIIs)
Tessari (2014)	Média-variância e mínima variância	Desempenho da carteira	FIIs e ações brasileiras
Souza (2017)	Markowitz (Solver/Excel)	Relação risco-retorno	Ações do Ibovespa
Loke (2023)	Machine Learning	Relação risco-retorno	Mercados Simulados

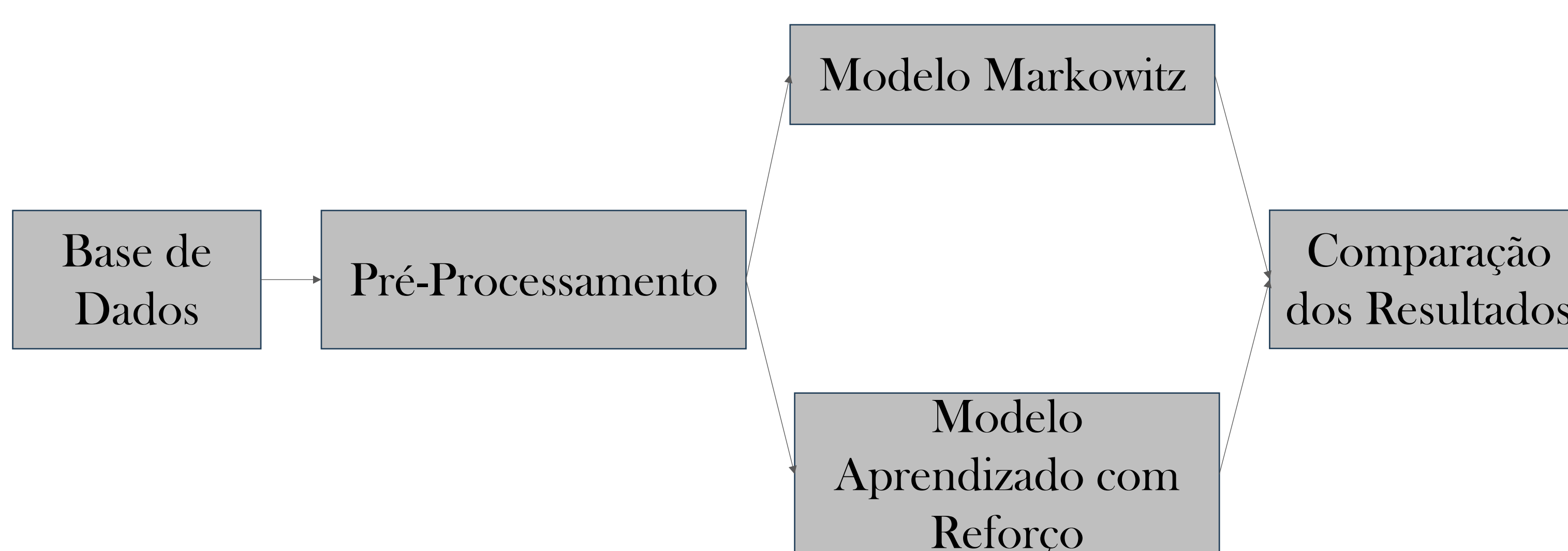
Tabela 1 - Técnicas utilizadas, objetivos de otimização e bases de dados dos estudos analisados

Fonte: Autor

Conclusões e próximos passos

Os resultados até aqui demonstram que diferentes abordagens de otimização apresentam comportamentos distintos dependendo das condições de mercado. As simulações iniciais mostraram que métodos baseados em aprendizado de máquina tendem a ser mais adaptáveis em cenários instáveis, enquanto modelos tradicionais como o de Markowitz oferecem maior estabilidade em ambientes previsíveis.

Com os fundamentos da pesquisa já estabelecidos, os próximos passos seguirão o fluxo de processamento apresentado no diagrama abaixo, que representa o caminho dos dados desde a coleta até a comparação dos modelos. A estrutura visa garantir uma comparação clara e fundamentada entre as diferentes abordagens adotadas.



Referências

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. *The Journal of Finance*, New York, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

LOKE, Z. X. et al. Portfolio optimization problem: a taxonomic review of solution methodologies. *IEEE Access*, New York, v. 11, p. 33099-33112, 2023.