



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO
Departamento de Ciências de Computação

RAFAEL ZIMMER

**Otimizando Simulações de Mercado com Algoritmos Genéticos: Uma Análise de
Replicação de Regimes do Livro de Ordens Limite**

São Carlos - SP

2024



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO
Departamento de Ciências de Computação

RAFAEL ZIMMER

**Otimizando Simulações de Mercado com Algoritmos Genéticos: Uma Análise de
Replicação de Regimes do Livro de Ordens Limite**

Pré-Projeto do trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Ciência da Computa-
ção da Universidade de São Paulo - USP, como
requisito para obtenção do grau de Bacharel.

Orientador: OSWALDO LUIZ DO VALLE
COSTA

São Carlos - SP

2024

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma	16
---------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	DESCRIÇÃO DA SIGLA
-------	--------------------

SUMÁRIO

1	TEMA	6
2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	8
3	PROBLEMÁTICA	9
4	HIPÓTESE	11
5	OBJETIVOS	12
5.1	Objetivo geral	12
5.2	Objetivos específicos	12
6	JUSTIFICATIVA	13
7	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
7.1	<i>Linux</i>	14
7.1.1	SUBSEÇÃO	14
8	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
9	CRONOGRAMA	16
	REFERÊNCIAS	17

1 TEMA

O tema deste pré-projeto de pesquisa é a aplicação de algoritmos genéticos na modelagem e simulação de regimes de mercado, com foco específico nos livros de ordens limite. Algoritmos genéticos são métodos de otimização baseados em princípios evolutivos, que buscam encontrar soluções para problemas complexos através da seleção, recombinação e mutação de indivíduos em uma população (GOLDBERG, 1989; HOLLAND, 1975). Durante a pesquisa, os algoritmos genéticos serão utilizados como aproximadores das distribuições dos processos estocásticos que descrevem o tempo de chegada de ordens limite em um determinado mercado.

Contudo, é conhecido que os processos de tempo de chegada de ordens, assim como o do retorno financeiro de ativos, entre outros, não são estacionários, e tem suas características como média, variância e em alguns casos a classificação da distribuição adjacente alteradas ao longo do tempo (CONT, 2001). Essas alterações ocorrem tanto devido à mudanças nos regimes de mercado como no regime de subáreas ou das próprias empresas. Portanto é fundamental para os participantes do mercado financeiro conseguirem analisar e identificar tais regimes, pois afetam diretamente na escolha de estratégias de negociação, gerenciamento de risco e resultados obtidos (GATHERAL, 2010). No contexto de matemática financeira um regime refere-se aos padrões estatísticos observados nos preços, volume de negociação, volatilidade e outros indicadores ao longo do tempo. Compreender e replicar esses regimes em simulações é essencial para testar estratégias de investimento, desenvolver modelos de precificação de ativos e validar as mesmas (BACK; FOGEL; MICHALEWICZ, 1997; MITCHELL, 1996).

Os livros de ordens limite desempenham um papel fundamental nos mercados financeiros, pois representam a oferta e a demanda de ativos em um determinado momento (HASBROUCK, 2007). Eles exibem as ordens de compra e venda, juntamente com seus respectivos preços e quantidades, permitindo que os participantes do mercado visualizem a liquidez disponível e as intenções de negociação dos outros participantes. Modelar os livros de ordens limite é essencial para entender como as ordens são executadas, como a liquidez é formada e como os preços são determinados no mercado, e a simulação de ambientes que repliquem os padrões do mercado permite o desenvolvimento de estratégias de negociação mais complexas.

A utilização de algoritmos genéticos para modelagem e simulação de regimes de mercado oferece várias vantagens (GOLDBERG, 1989; MITCHELL, 1996). Esses algoritmos são capazes de lidar com problemas complexos e não-lineares, e podem encontrar aproximações para os processos de chegada eficientemente. Além disso, eles podem ser adaptados para incorporar diferentes fontes de informação e considerar múltiplos

objetivos, tornando-os adequados para uma ampla gama de aplicações financeiras. Tratando do problema de identificar os diversos regimes e suas probabilidades, existem diversas técnicas para delimitação e agrupamento de períodos do mercado com base em cadeias de Markov, como o modelo de regressão dinâmica de comutação de Markov que será utilizado na pesquisa (CONT; TANKOV, 2004).

Como um todo, a proposta visa explorar como os algoritmos genéticos podem ser utilizados para modelar e simular os regimes de mercado, com foco particular nos livros de ordens limite. Pretende-se investigar como esses algoritmos podem ser adaptados e usados para aproximar as distribuições dos processos com base em dados históricos, para melhor representar, e como as simulações resultantes podem ser usadas.

Esta pesquisa contribuirá para o avanço do conhecimento sobre a aplicação de algoritmos genéticos em finanças e sobre como esses métodos podem ser utilizados para modelar e simular os regimes de mercado. Os resultados esperados incluem a identificação de padrões e regularidades nos dados do mercado, a avaliação da eficácia das simulações geradas e a análise do impacto das estratégias de negociação sob diferentes condições de mercado.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

DELIMITAÇÃO

3 PROBLEMÁTICA

A principal motivação para esta pesquisa é permitir que algoritmos de aprendizado por reforço possam ser treinados em simuladores de mercado com dados históricos simulados, de forma que seja possível calcular e levar em conta o impacto de mercado dos agentes. Ou seja, o principal problema não é a falta de dados, mas sim que os simuladores atuais apenas usam dados históricos como ponto de partida inicial e inserem distribuições teóricas para atualizar e criar ordens, em vez de usar dados históricos para replicar características estatísticas dos diferentes regimes.

A necessidade de realizar simulações baseadas em dados históricos é crucial devido à natureza não estacionária dos processos de tempo de chegada de ordens e do retorno financeiro de ativos. Essas características variáveis ao longo do tempo são influenciadas por mudanças nos regimes de mercado e nas próprias empresas, afetando diretamente a escolha de estratégias de negociação, o gerenciamento de riscos e os resultados obtidos pelos participantes do mercado financeiro.

A compreensão e replicação dos regimes de mercado em simulações são essenciais para testar estratégias de investimento, desenvolver modelos de precificação de ativos e validar essas estratégias. Isso porque os regimes representam padrões estatísticos nos preços, volume de negociação, volatilidade e outros indicadores ao longo do tempo, influenciando significativamente as decisões dos agentes no mercado.

Os livros de ordens limite desempenham um papel fundamental nos mercados financeiros, representando a oferta e demanda de ativos em um determinado momento. Modelar esses livros é crucial para entender como as ordens são executadas, como a liquidez é formada e como os preços são determinados no mercado. Portanto, a simulação de ambientes que reflitam os padrões reais do mercado é crucial para o desenvolvimento de estratégias de negociação mais eficazes.

A utilização de algoritmos genéticos para modelagem e simulação de regimes de mercado oferece várias vantagens, incluindo a capacidade de lidar com problemas complexos e não-lineares de forma eficiente. Além disso, esses algoritmos podem ser adaptados para incorporar diferentes fontes de informação e considerar múltiplos objetivos, tornando-os adequados para uma ampla gama de aplicações financeiras.

Tratando especificamente do problema de identificar os diversos regimes de mercado e suas probabilidades, existem diversas técnicas, como o modelo de regressão dinâmica de comutação de Markov, que podem ser empregadas. Essas técnicas ajudam na delimitação e agrupamento de períodos de mercado com base em cadeias de Markov, contribuindo para uma modelagem mais precisa dos regimes de mercado.

Em suma, esta pesquisa visa explorar como os algoritmos genéticos podem ser utilizados para modelar e simular os regimes de mercado, com foco nos livros de ordens limite. Pretende-se investigar como esses algoritmos podem ser adaptados e usados para aproximar as distribuições dos processos com base em dados históricos, visando uma representação mais fiel dos regimes de mercado e como as simulações resultantes podem ser aplicadas na prática.

Os resultados esperados desta pesquisa incluem a identificação de padrões e regularidades nos dados do mercado, a avaliação da eficácia das simulações geradas e a análise do impacto das estratégias de negociação sob diferentes condições de mercado. Dessa forma, esta pesquisa contribuirá para o avanço do conhecimento sobre a aplicação de algoritmos genéticos em finanças e para uma melhor compreensão de como esses métodos podem ser utilizados na modelagem e simulação dos regimes de mercado.

4 HIPÓTESE

O PORQUE DISSO ACONTECER

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

OBJETIVO DO PROJETO

5.2 Objetivos específicos

1. MOTIVO 1;
2. MOTIVO 2;
3. MOTIVO 4; ...

6 JUSTIFICATIVA

JUSTIFICAR O DO PORQUE ESTA FAZENDO ESTE PROJETO (??).

CITACAO DIRETA

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 *Linux*

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA (??).

CITAÇÃO DIRETA

7.1.1 SUBSEÇÃO

8 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

[illegible]

REFERÊNCIAS

BACK, T.; FOGEL, D. B.; MICHALEWICZ, Z. (Ed.). **Handbook of evolutionary computation**. [S.l.]: Oxford University Press, 1997.

CONT, R. Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues. **Quantitative finance**, Taylor & Francis, v. 1, n. 2, p. 223–236, 2001.

CONT, R.; TANKOV, P. **Financial modelling with jump processes**. [S.l.]: Chapman & Hall/CRC, 2004.

GATHERAL, J. No-dynamic-arbitrage and market impact. **Quantitative finance**, Taylor & Francis, v. 10, n. 7, p. 749–759, 2010.

GOLDBERG, D. E. **Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning**. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1989.

HASBROUCK, J. **Empirical market microstructure: The institutions, economics, and econometrics of securities trading**. [S.l.]: Oxford University Press, 2007.

HOLLAND, J. H. **Adaptation in natural and artificial systems**. [S.l.]: University of Michigan Press, 1975.

MITCHELL, M. **An introduction to genetic algorithms**. [S.l.]: MIT press, 1996.