

**Rafael Zimmer**

**Título do trabalho apenas com a primeira letra em maiúsculo, com exceção de nomes próprios e científicos (em itálico), sem ponto final**

Orientador:

Prof. Dr. **OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA**

Tese apresentada para obtenção do título de Bacharel  
em Ciências da Computação

**São Paulo  
2024**

## RESUMO

**Título do trabalho apenas com a primeira letra em maiúsculo, com exceção de nomes próprios e científicos (em itálico), sem ponto final**

O presente trabalho propõe uma técnica de modelagem para simuladores de mercado financeiro, especificamente das dinâmicas de livros de ordens limite. A utilização de simuladores se revela de extrema importância para testar estratégias de negociação sem depender de grandes volumes de dados históricos, especialmente para estratégias cujo impacto no estado do livro de ordens não é desprezível e também não é refletido ao se utilizar ordens históricas e estáticas.

O simulador a ser desenvolvido é fundamentado na teoria de modelos ocultos de Markov (*Hidden Markov Chains*, ou *HMC*, em inglês) para modelar o comportamento dinâmico do livro de ordens limite. Além disso, serão comparadas diferentes distribuições para os processos de chegada de ordens e suas intensidades, especificamente os Processos de Hawkes, Cadeias de Markov Autoregressivas e Modelos de Hawkes Dependentes do Estado. Por fim, a principal contribuição do trabalho introduzir o uso de algoritmos genéticos como técnica para aproximar as distribuições dos processos de chegada de ordens dependentes dos estados, utilizando-se estimativas por máxima verossimilhança para comparar com outras técnicas utilizadas na literatura.

A abordagem proposta visa melhorar a precisão das simulações e fornecer insights mais robustos sobre o comportamento do mercado financeiro em diferentes cenários. O uso de algoritmos evolutivos tem como objetivo contribuir no desenvolvimento e na melhor compreensão de modelos simuladores do mercado financeiro, assim como o desenvolvimento de estratégias de negociação mais eficientes e resilientes a diferentes regimes de mercado.

**Palavras-chave:** Hidden Markov Chains, Limit Order Book Modelling, High-Frequency Data, Neural Networks, Hawkes Processes

**JEL:** C45; C15; G17

1 INTRODUÇÃO

Resumo

us fringilla hendrerit.  
Citação no meio do texto ? e entre parênteses (?)

Referências

**Tabela 1.1.** Estimates of libero ac erat vulputate feugiat non eu justo. Aenean blandit fermentum efficitur. Fusce faucibus turpis ac dolor sollicitudin, quis lobortis felis porttitor. Phasellus hendrerit quam sit amet erat fringilla, et bibendum ligula feugiat. Phasellus odio tortor, mollis ac cursus ut, fermentum ut orci. Vestibulum malesuada, justo vitae tincidunt posuere, nibh ipsum pellentesque mauris, et suscipit magna turpis pellentesque magna. Mauris sed dui vitae velit facilisis pharetra eu in enim. Suspendisse fringilla lobortis dolor eget sollicitudin.

Múltiplas colunas		Aqui	Acolá
Um	Largura fixa em (5.5pc).	Três	Coluna 4, largura fixa.



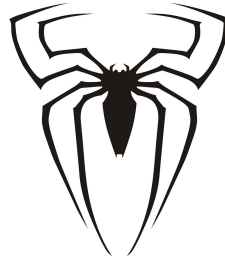
## APÊNDICES

### Apêndice I

Nulla condimentum vulputate porttitor. Nulla sollicitudin ante vel orci fringilla suscipit. Sed dolor diam, vulputate eu iaculis non, lobortis vel neque. Vivamus sit amet lectus mauris. Sed odio libero, finibus sed iaculis nec, fermentum a mauris. Vivamus ac arcu mauris. Donec molestie accumsan pulvinar. Sed feugiat in tortor vel porta. Donec sed sem posuere, suscipit nunc a, posuere diam.

**Tabela A.2.** Fusce lacinia pretium maximus. Vestibulum sagittis tempor ligula, vitae ultricies ipsum congue sit amet. Phasellus convallis elit quis magna molestie placerat. Morbi id volutpat arcu. Sed laoreet tortor eget turpis pulvinar rhoncus. Praesent eget leo ut velit tristique tristique et vel mi.

Quatro	Cinco	Seis
4	5	6
Four	Five	Six



**Figura A.1.** Aliquam vel tortor vitae metus posuere gravida. Maecenas ultricies enim mauris, ut ultrices justo pretium sed. Praesent bibendum, lorem sit amet auctor fringilla.

### Apêndice II

Vivamus sit amet lectus mauris. Sed odio libero, finibus sed iaculis nec.



## **ANEXOS**

### **Anexo A**

Vestibulum blandit vestibulum porta. Proin scelerisque eros molestie accumsan ultrices. Sed augue felis, hendrerit ac nibh vitae, aliquet vehicula massa. Etiam in scelerisque dolor, et interdum mauris. Nulla facilisis ac ligula a pharetra.

### **Anexo B**

Etiam in scelerisque dolor, et interdum mauris.