

## 5

### Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho, estudamos o problema de negociar ativos em bolsas de valores, objetivando maximizar o lucro. Implementamos estratégias simples para a resolução do problema de execução otimizada de transações, como a *Submit and Leave*, *Submit and Execute* e a *Aleatória*. Implementamos também duas adaptações de estratégias mais sofisticadas propostas por Nevmyvaka, que denotamos como *Reinforcement Learning* e *Kearns*. Alguns parâmetros foram criados para o ajuste da agressividade do negociador, permitindo que o negociador assumira menos riscos, porém diminuindo a expectativa de lucro.

Executamos uma série de experimentos em nosso simulador usando dados históricos da Petrobras, Vale e Dólar. Usamos os relatórios gerados pelos experimentos para analisar o comportamento de cada estratégia. Pudemos observar que a estratégia *Kearns* tem um alto nível de estabilidade, ficando sempre entre as melhores estratégias nos experimentos. Uma das estratégias simples, a *Submit and Leave*, obteve um bom desempenho, mas mostramos que para que isso seja possível, um cuidadoso ajuste manual é necessário. Esse ajuste não é viável, pois um pequeno desvio no *fator* (seção 4.3) pode provocar perdas significativas.

Pelos nossos experimentos, concluímos que as estratégias que fazem uso de alguma fase de aprendizado, executada nos dados históricos, possuem um desempenho mais estável, implicando em resultados mais favoráveis.

No problema geral de execução otimizada de transações, as estratégias precisam negociar um volume ( $V$ ) de ativos durante um período de tamanho  $H$ . No nosso trabalho, há uma restrição a mais:  $V = 1$  em todos os períodos de negociação. Estratégias que fazem uso de aprendizado, como a *Reinforcement Learning*, poderiam aumentar razoavelmente seu desempenho caso  $V > 1$ . Esta hipótese se baseia no trabalho de Nevmyvaka (Nevmyvaka et al. 2006), onde a estratégia *Submit and Leave* obteve desempenho muito inferior ao obtido pela *Reinforcement Learning*, diferentemente dos nossos resultados.

Algumas sugestões de trabalhos futuros podem ser vistas a seguir.

- Adaptar o simulador para aceitar ofertas com  $V > 1$  e alterar as estratégias para que possam submeter tal tipo de oferta. Isto aumentaria

a realidade da simulação, já que nos mercados financeiros, ofertas normalmente possuem  $V > 1$ ;

- Desenvolver estratégias ainda não propostas na literatura;
- Implementar outras estratégias que foram propostas (seção 1.3) para aumentar a gama de estratégias do simulador e enriquecer nosso ambiente de comparação.