

**Trabalho de Formatura Supervisionado**

**Previsão da volatilidade do índice IBOVESPA  
por redes neurais artificiais - Proposta**

Gabriel Ogawa Cruz

Orientador: Roberto Hirata Jr.

# Motivação

O índice IBOVESPA é um indicador do desempenho médio dos ativos com maior representatividade do mercado de ações brasileiro [BMF], o que o leva a ser utilizado como referência para a situação geral do mercado. Embora o índice em si não possa ser negociado por ser uma carteira teórica, existem vários instrumentos derivativos como futuros e opções sobre esses futuros que são negociados. Portanto, é extremamente desejável ser capaz de estimar o comportamento futuro do IBOVESPA, tanto para negociação de seus derivativos quanto para ter uma visão do comportamento do mercado em geral.

Em particular, a volatilidade de mercado é uma medida desejável por ser um dos fatores variáveis de maior peso na precificação de opções [BS73] e por estar relacionada com o desempenho do mercado: épocas de volatilidade alta ou crescente em geral ocorrem quando o mercado está ruim, ou caindo, enquanto épocas de volatilidade baixa em geral ocorrem com o mercado bom [Eas].

Atualmente, é comum o uso de modelos de séries temporais como o GARCH e MGARCH para a modelagem da volatilidade de ativos. Entretanto, o ajuste de tais modelos depende fortemente da qualidade das séries disponíveis, além de serem incapazes de detectar todas as dinâmicas do mercado em geral por apenas utilizarem as séries dos ativos como insumo, já que em muitos casos o comportamento atual de um ativo não está completamente refletido em seu comportamento histórico. Por esses motivos, modelos de séries temporais nem sempre satisfazem a necessidade de estimar o comportamento futuro de ativos.

Sugere-se, então, o uso de redes neurais artificiais para a obtenção de previsões mais precisas para o comportamento futuro de um ativo, no caso do índice IBOVESPA. Devido à capacidade de redes neurais de detectar padrões mais sutis em grandes conjuntos de dados, espera-se que um modelo que utiliza redes neurais seja capaz de gerar previsões mais próximas da realidade, em relação aos modelos usuais de séries temporais.

# Proposta

Proponho como trabalho de formatura estudar, implementar e ajustar um modelo que utilize redes neurais para gerar previsões para horizontes de 5, 10 e 21 dias úteis da volatilidade do IBOVESPA, correspondendo a prazos de uma semana, duas semanas e um mês, respectivamente. A volatilidade referência de um dia  $D$  será definida como o desvio padrão dos retornos do dia  $D$  e 20 dias úteis anteriores, de forma que o valor dado pelo modelo para a previsão de 21 dias úteis será completamente previsto, enquanto para 5 e 10 dias há uma parte já nos dados existentes.

Para o ajuste do modelo serão utilizados dados diários de negociação de diversos instrumentos e diversos mercados que exerçam influência sobre o comportamento do índice. Os dados foram extraídos de arquivos publicados pela Bolsa em seu site, e o *dataset* resultante será disponibilizado com o trabalho.

# Cronograma previsto

Tarefas/Mês	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Levantamento Bibliográfico	○	○	○							
Obtenção do conjunto de dados		○	○							
Análise dos dados			△	×	×					
Implementação e ajuste do modelo					×	×	×	×		
Análise dos resultados						×	×	×	×	
Produção da Monografia				×	×	×	×	×	×	×

**Figura 1:** Cronograma de atividades previstas. Círculos indicam atividades concluídas e triângulos atividades em andamento até a confecção deste documento.

## Breve descrição de alguns itens do cronograma

**Obtenção do conjunto de dados** Consistiu em extrair de diversos arquivos publicados pela Bolsa em seu site os dados diários de negociação de ações, opções e futuros, além de vários indicadores econômicos e agropecuários. Os dados de negociação incluem preços de abertura, mínimo, médio, máximo e de fechamento para cada pregão, além de volume, número de negócios e quantidade de contratos negociados. Foram obtidos dados para o período entre 2008-08-01 e 2018-03-29, que foram inseridos em um simples banco de dados InfluxDB para facilitar o acesso durante o desenvolvimento do trabalho.

**Análise dos dados** Preliminarmente é interessante entender os comportamentos de séries importantes como a do próprio IBOVESPA, dos ativos de maior peso na carteira teórica, indicadores econômicos e agropecuários e futuros relacionados. Uma das decisões mais importantes do trabalho é a seleção das séries que servirão como *input* ao ajuste do modelo, o que leva à necessidade de uma análise de características como correlações entre séries, mudanças de níveis e movimentos atípicos. Além disso, será importante a forma de tratamento de séries de futuros e opções, visto que sua estrutura não é tão simples quanto séries de dados de ações ou do índice, dado que existem diversas séries concorrentes com diferentes vencimentos e que se encerram, diferente de uma série contínua como o caso das ações.

**Implementação de ajuste do modelo** Neste ponto a rede neural em si deverá ser implementada e ajustada aos dados escolhidos após análise. É de se esperar de que ocorra um processo contínuo de melhoria do modelo com alterações nos conjuntos de dados sendo utilizados e/ou no tipo e estrutura da rede neural sendo utilizada de modo a produzir melhores resultados, o que implica na continuidade da análise dos dados disponíveis e dos resultados obtidos ao longo da implementação do modelo.

**Análise dos resultados** Para avaliar a qualidade do modelo implementado será necessário avaliar a significatividade e precisão dos resultados obtidos (previsões de volatilidade) em relação aos resultados esperados, considerando períodos distintos para treinamento e validação para avaliar também a robustez do modelo. Em especial, como 2018 é um ano de eleição será interessante avaliar como o modelo se comporta para previsões do mês de Outubro, em que pode-se esperar um comportamento não usual do mercado e portanto um caso difícil de ser contemplado no modelo.

# Referências Bibliográficas

- [BMF] BMFBOVESPA. Metodologia do Índice ibovespa. <http://www.bmfbovespa.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A828D29514A326701516E695D7F65C0>. Último acesso em 15/04/2018. 1
- [BS73] Fischer Black e Myron Scholes. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3):637–654, 1973. 1
- [Eas] Ed Easterling. Volatility in perspective. <https://www.crestmontresearch.com/docs/Stock-Volatility-Perspective.pdf>. Último acesso em 15/04/2018. 1