

# 1

## Introdução

Em 1970, Eugene Fama formulou a hipótese de eficiência de mercado (EMH – Efficiency Market Hypothesis) [4], sugerindo que todo tipo de informação é prontamente absorvida pelo mercado financeiro, o que inviabiliza o uso de modelos de previsão de preços. A principal consequência disto seria a impossibilidade de um investidor superar a rentabilidade apresentada pelo mercado.

Porém, esta hipótese é muito debatida atualmente, em face de casos isolados de enriquecimento a partir de aplicações no mercado financeiro, como o do investidor Warren Buffet, que são vistos como um forte contra-exemplo para a teoria. Dois tipos de análise de ativos são amplamente utilizados: a análise técnica, que se baseia, através de gráficos das séries históricas dos preços, na repetição de padrões de comportamento dos mesmos para formular a previsão; e a análise fundamentalista, focada no desempenho econômico do setor e da empresa do ativo em questão.

Métodos quantitativos também vêm ganhando espaço entre as técnicas de auxílio e suporte à tomada de decisão de investimentos. Modelos lineares foram os pioneiros nesta área, como, por exemplo, os modelos autoregressivos e passeios aleatórios, porém seus desempenhos demonstraram-se frustrantes, sendo que Kuan e Lin em [9] comprovam isto. Modelos não lineares, então, assumiram papel de destaque entre pesquisadores e investidores. Entre eles, modelos econométricos e modelos baseados em inteligência computacional, como as Redes Neurais e Lógica Nebulosa, têm se mostrado os mais presentes.

Nesta dissertação é utilizado um modelo de inspiração econométrica, formado pela união da metodologia STAR e do algoritmo CART, desenvolvido por Corrêa da Rosa et al [8]. A metodologia STAR, Smooth Transition AutoRegression (AutoRegressão com Transição Suave), introduzida inicialmente por Chan e Tong [3], e aprofundada em Teräsvirta [15], e Lukkonen, Seikkonen e Teräsvirta [12], é uma abordagem composta por um modelo autoregressivo linear com os coeficientes sendo determinados pela posição

de um vetor de variáveis explanatórias no chamado espaço de transição. Já o algoritmo CART, Classification And Regression Trees, proposto por Breiman, Friedman, Olshen e Stone [2], é apresentado na forma de árvores binárias e, aqui, seu uso é baseado na facilidade de interpretação que o modelo resultante possui devido à possibilidade de visualização através das árvores binárias e a conseqüente utilização de regras de associação baseadas nelas.

O modelo é então chamado de STAR-Tree. No seu desenvolvimento, o crescimento da árvore é feito através de testes estatísticos do tipo Multiplicador de Lagrange, que testam a existência de não linearidades que justifiquem a divisão do nó vigente. Para cada divisão feita, são estimados os parâmetros lineares e não lineares presentes no modelo STAR. No momento em que o teste rejeita a hipótese de divisão em todos os nós presentes na profundidade em que a árvore se encontra, o procedimento de crescimento é dado como terminado. Com isso, obtém-se o modelo final estimado.

Como forma de avaliação do modelo STAR-Tree proposto, aplicou-se a metodologia à série de retornos de 10 ativos integrantes do IBOVESPA (Índice da Bolsa de Valores de São Paulo). Os ativos escolhidos foram os que apresentaram maior liquidez dentro do seu setor econômico de atuação. A avaliação foi feita a partir de medidas estatísticas de retorno e medidas financeiras. Estas últimas apresentam importância maior com relação às primeiras, pois quantificam o resultado prático que o modelo obteria se aplicado para orientar os investimentos.

A performance do modelo foi comparada à das Redes Neurais, de modelos ARMAX e do método Naive. O resultado alcançado por todos os modelos de previsão ainda foi confrontado com o rendimento real apresentado pelo ativo em análise durante o período em que os modelos foram testados. Um último estudo considerou a viabilidade dos modelos quando se leva em conta a possibilidade de alavancagem dos ganhos através de empréstimos de capital.

Os resultados obtidos indicam que, ao menos no Brasil, a utilização de modelos não lineares, especificamente, Redes Neurais e a abordagem ARC (Adaptative Regime Combination) do STAR-Tree, a ser explicada no capítulo (2), além de modelos lineares ARMAX, pode ser empregada para orientar estratégias de investimento lucrativas quando comparados àquelas obtidas com os métodos Naive. Ainda é válido comentar que a forma de negociação adotada produziu ganhos superiores à rentabilidade observada em praticamente todos os ativos analisados.

A organização da dissertação é feita como a seguir: no capítulo

(2) apresenta-se a base teórica para especificação e estimação do modelo STAR-Tree, com seções discriminadas para o algoritmo CART, para o modelo STAR e para o STAR-Tree; no capítulo (3) introduz-se os conceitos para obtenção de previsão Naive, modelos ARMAX e Redes Neurais; e no capítulo (4) aplicam-se os modelos às séries das ações escolhidas e apresentam-se os resultados obtidos. No apêndice, são apresentados cálculos matemáticos e introdução teórica para os testes de hipóteses e algoritmos de estimação não linear enunciados ao longo do texto.