

2

Revisão da Literatura

Existem hoje, na literatura científica, vários trabalhos utilizando técnicas de inteligência artificial no mercado financeiro. Dentre as técnicas destaca-se a utilização de Redes Neurais Artificiais na previsão dos retornos de ativos financeiros (ações, futuros, commodities e índices de ações). O bom desempenho das redes neurais nestes trabalhos as tem tornado uma ferramenta atrativa para aplicação em vários processos relacionados ao comportamento do mercado financeiro tais como o processo de seleção de empresas para formação de carteiras, previsão de tendências e precificação de derivativos. No setor de finanças, Redes Neurais também têm sido muito utilizadas para análise de crédito e previsão de falência.

Na literatura de Redes Neurais Artificiais, os trabalhos relacionados a ações são inúmeros e recebem bastante destaque. Os artigos normalmente buscam prever o nível das cotações no próximo período ou identificar a tendência do movimento dos preços (ascendente ou descendente). O artigo de O'connor e Madden de 2006 teve como objetivo prever a cotação de fechamento do DJIA (Dow Jones Industrial Average) utilizando fatores externos, isto é, o modelo não se limitava a utilizar cotações passadas. Os fatores externos usados foram o preço do petróleo e diferentes taxas de câmbio. Também foram usados indicadores técnicos derivados do DJIA. No conjunto de teste, obteve-se um retorno anual sobre o investimento de 21,10%. Como comparação, o retorno de mercado foi de 13,03%, e uma rede neural mais simples, que utilizava somente cotações passadas, teve retorno de apenas 8,03%.

Faria (2009) utiliza redes neurais artificiais para prever o comportamento do Ibovespa, verificando que foi possível prever o sinal da variação do índice em 60% das vezes. Conclui-se que este grau de eficácia é similar ao obtido em mercados desenvolvidos utilizando-se as mesmas técnicas, e que é possível desenvolver sistemas de suporte à decisão que explorem esta capacidade de previsão das redes neurais artificiais.

Já algoritmos genéticos são muito utilizados em conjunto com redes neurais em sistemas híbridos. No artigo de Kim, Min e Han de 2006 um algoritmo genético foi utilizado para combinar os resultados de dois sistemas de tomada de decisão (uma rede neural e um usuário *expert*). Desta maneira, o algoritmo pode aproveitar tanto o conhecimento humano quanto a capacidade das redes neurais em detectar padrões. Esta ideia foi utilizada na previsão do KOPSI, o índice da bolsa de valores da Coréia do Sul. O objetivo era classificar o movimento futuro do mercado em quatro níveis: bear¹, edged-down², edged-up³ e bull⁴. Constatou-se que, pelo fato de se adaptarem mais rapidamente às mudanças no ambiente, as pessoas conseguem prever melhor os movimentos mais rápidos do mercado (bull e bear); as redes neurais se saem melhor na previsão de tendências mais regulares e suaves (edged-up e edged-down). Juntando-se os dois através de um algoritmo genético foi possível obter um resultado superior, com 79,5% de acerto (contra 66% da rede neural e 59% dos experts).

Outra possibilidade de algoritmo híbrido combinando redes neurais e algoritmos genéticos é a criação de redes que mudem seus parâmetros arquiteturais de acordo com o problema. Esta técnica foi aplicada com sucesso à previsão de taxas de câmbio diárias em Nag e Mitra, 2002. Neste caso, uma população de redes neurais evoluía através do AG, obtendo-se como resultado uma rede neural com arquitetura ótima. No caso do estudo realizado com o iene e o dólar, o erro absoluto médio do modelo híbrido foi de 0,63; a melhor rede neural de arquitetura fixa utilizada teve um erro de 0,67. O modelo Garch, por sua vez, teve um erro de 0,66. Neste caso a abordagem híbrida superou os métodos convencionais.

É possível, por exemplo, utilizar algoritmos genéticos para selecionar as variáveis de entrada mais importantes de uma rede neural. Em Ko e Lin (2006) um algoritmo genético selecionou as informações contábeis mais relevantes para a previsão de falências; posteriormente, utilizando-se redes neurais, as empresas foram classificadas como estando em risco de falência ou não. Com isso, o índice de acertos foi de 82%. Sem nenhuma seleção inteligente de variáveis, o índice caiu para 77%.

¹ Bear = Forte Baixa

² Edged-down = Leve Baixa

³ Edged-up = Leve Alta

⁴ Bull = Forte Alta

Fadlalla e Lin 2001 pesquisaram aplicações reais de redes neurais no mercado financeiro entrando em contato com empresas gestoras de recursos. A Falcon Asset Management (Maryland) desenvolveu uma rede neural para prever o valor de títulos públicos americanos e da inflação obtendo excelentes resultados. A John Deere and Co. (Illinois) desenvolveu uma rede neural que é responsável por escolher empresas para investir na bolsa de acordo com 40 variáveis de entrada sobre cada uma das empresas. A rede tem tido um performance superior ao índice S&P nos últimos anos. Troy Buckner da Hyman Beck and Company obteve grande sucesso em 1997 com um retorno de 32% no ano em sua estratégia que utilizava uma rede neural para decidir operações curtas de compra e venda de ações. Uma famosa empresa ranqueada na “Fortune 500 Company”, que preferiu não se identificar, reportou um impressionante retorno de 300% operando ações e índices com decisões tomadas por uma rede neural. Atualmente ela esta desenvolvendo novas redes para operar títulos públicos e moedas.

O estudo científico de modelos para otimização de carteiras de investimento foi iniciado por Harry Markowitz (1952) “Portfolio Selection”, o qual lhe garantiu um prêmio Nobel de economia. Markowitz desenvolveu a teoria da média-variância de período simples, um procedimento analítico de combinação de ativos correlacionados, no sentido de formar portfólios eficientes.

Em 1964, William Sharpe com o artigo “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk” e John Lintner, em 1965, com “The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budgets”, desenvolveram e apresentaram o modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model). Segundo eles, o risco sistemático de uma carteira deve ser eliminado pela diversificação dos ativos

Alguns autores aprimoraram o modelo inicial de Markowitz alterando a análise de período simples para multi-período, Mossin (1968) e Li (2000). Outros autores formularam períodos-contínuos de análise, possibilitando o ajuste contínuo da posição da carteira feita por Merton (1971) e Pliska (1986).

Pouca literatura existe a respeito de otimização de carteiras de investimento compostas por opções financeiras. No Brasil a única bibliografia encontrada foi Ferreira e Ribeiro (2006). Nesse artigo os autores utilizam três ativos, duas calls e duas puts sobre cada ativo para montar uma carteira ótima fixa na data inicial e avaliá-la na data de vencimento. Foi feito uma Simulação de Monte Carlo para

simular as oscilações dos ativos até o vencimento e a função objetivo foi a média dos retornos dos diferentes percursos da carteira dividido pelo CVar. Por sua vez Vorst trata o problema de otimização de carteiras com opções como o problema de otimização de uma carteira composta por n Arrow-Debreu Securities, pois qualquer derivativo que tem seu preço como função de um ativo-objeto na data de seu vencimento, pode ser decomposto em uma combinação linear de n Arrow-Debreu Securities.