

# Utilização de Redes Neurais Artificiais para Análise Técnica no Mercado de Ações: Estudo dos Índices IBOVESPA e Dow Jones Industrial Average (DJIA)

(Use of Neural Networks for Technical Analysis in the Market of Actions: A study of the indexes IBOVESPA and Dow Industrial Jones Average (DJIA))

Lumila Souza Girioli 1,2; Evandro Marcos Saidel Ribeiro 2

1 – Faculdades Integradas Fafibe – Bebedouro – SP  
[lumila@usp.br](mailto:lumila@usp.br)

2 – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEARP) – Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto - SP  
[saidel@fearp.usp.br](mailto:saidel@fearp.usp.br)

**Abstract.** This research presents an application of artificial neural networks (ANN) in stock market. A comparative study was accomplished in order to analyze the efficiency of an ANN application on the technical analysis of two important indexes: the BOVESPA index (IBOVESPA) and Dow Jones Industrial Average index (DJIA). The data were collected from Economática database. The ANN model was developed by using the Neuralyst software. Four simulations were accomplished considering the period from oct/2002 to april/2006. The ANN performance was analyzed and the results show that the method allows for up to 59% of success in the stock sell/keep/buy decision when considering IBOVESPA and up to 64% of success when considering the DJIA. Those preliminary results show the possibility of using ANN in the technical analysis.

**Keywords.** neural networks; ibovespa; dow industrial jones average; market of actions.

**Resumo.** Esta pesquisa apresenta uma aplicação de redes neurais artificiais (RNA) no mercado de ações. Foi realizado um estudo comparativo quanto à eficiência da aplicação de RNA na análise técnica de dois importantes índices: o índice BOVESPA (IBOVESPA) e o *Dow Jones Industrial Average* (DJIA). Os dados foram coletados no software Economática. Uma vez estabelecida a base de dados, foi utilizado o software Neuralyst™ para aplicar o modelo de RNA. No período de out/2002 a abril/2006 foi possível a realização de quatro simulações e analisar o desempenho da rede em cada simulação. Os resultados mostraram que o método tem poder de previsão de até 59% de acerto na tomada de decisão de compra e venda de ações considerando o IBOVESPA e de 64% de acerto considerando o DJIA. Esses resultados preliminares mostram a possibilidade de utilização de RNA na análise técnica.

**Palavras-chave.** redes neurais artificiais; ibovespa; *dow jones industrial average*; mercado de ações.

## 1. Introdução

Previsões acuradas no mercado de ações é um problema complexo, segundo Tutban e Aronson (2001, p. 15). Muitos modelos matemáticos têm sido desenvolvidos, sendo que, a técnica de redes neurais pode produzir com sucesso um modelo de previsão no mercado de ações. Nesse trabalho é feita uma análise técnica dos índices de mercado, IBOVESPA e DJIA, utilizando as redes neurais artificiais.

A tecnologia de redes neurais foi desenvolvida na tentativa de imitar a habilidade de aquisição de conhecimento e aprendizagem do cérebro humano. Ela oferece suporte significativo em termos de organização, classificação, e resumo de dados. Uma interessante revisão sobre aplicação de redes neurais em finanças é vista no artigo de Wong e Selvi (1998, p. 20). Um resumo de aplicações de redes neurais na área de administração pode ser visto em Hartson (1990, p. 30), que apresenta a utilização de redes neurais em uma grande variedade de problemas.

Um fator relevante no mercado de ações é o papel desempenhado pelos índices que avaliam a flutuação média do nível geral das cotações das ações: eles fornecem instantaneamente ao público investidor uma clara noção das flutuações das cotações que retratam as tendências presentes no mercado acionário. É a disponibilidade desta ferramenta informacional que possibilita a comparação entre os vários mercados acionários do mundo e viabiliza o complexo processo decisório de investimentos que o público enfrenta em seu dia-a-dia.

Os índices de mercado servem também como referência para a análise do comportamento dos preços de determinada ação, pois já há muito se sabe que as cotações das ações obedecem a tendências gerais presentes ao mercado, as quais são fielmente retratadas pelos índices. Sobretudo, os índices prestam-se como fiéis termômetros das expectativas sentidas pelos investidores em relação ao futuro desempenho da economia. A intensidade de suas flutuações funciona como parâmetro indispensável para a análise do risco (conceituado como variabilidade dos retornos dos investimentos). Além do mais, servem como referência (*benchmark*) para a avaliação do desempenho de ações e carteiras individuais, também constituem os índices de mercado acionário importante referência para a análise macroeconômica, porque em suas flutuações está retratado o desempenho geral médio da economia.

Apresenta-se a seguir na seção 2 a importância do índice IBOVESPA e DJIA e sua relevância. Redes neurais artificiais e suas aplicações são vistas no tópico 3. Os dados utilizados bem como a metodologia são expostos no tópico 4 e 5. Por fim, segue os resultados obtidos, as considerações finais e referências.

## **2. O índice BOVESPA e índice DJIA**

Segundo informações contidas no site da Bovespa, o índice IBOVESPA, é o valor atual, em moeda corrente, de uma carteira teórica de ações constituída em 02/01/1968, a partir de uma aplicação hipotética. Sua relevância consiste em retratar o comportamento dos principais papéis negociados na BOVESPA, servindo assim como um indicador médio das principais ações transacionadas. Além disso, é um índice extremamente confiável (manteve a integridade de sua série histórica) e com uma metodologia de fácil acompanhamento pelo mercado (o índice não sofreu modificações metodológicas desde sua implementação em 1968).

Já em relação ao índice DJIA, tudo começou com a fundação da Dow Jones & Co. em 1882 por Charles Henry Dow e Edward Jones com a finalidade de divulgar cotações de ações e notícias econômicas do mercado de New York. E foi em 1884 que Charles Henry Dow calculou e divulgou o primeiro índice do mercado acionário no boletim da Dow Jones & Co, o *Costumer's Afternoon Letter*. Dois anos depois, em 1896, Dow publica uma média específica para ações emitidas por empresas industriais,

o verdadeiro DJIA que hoje constitui o principal e mais popular índice de ações de todo o mundo. A fiel obediência à metodologia do índice DJIA ao longo dos últimos 100 anos tem-lhe conferido a indispensável continuidade e o mesmo continua sendo, há décadas, o principal índice do mercado acionário norte-americano e, como tal, um dos indicadores mais influentes nos principais mercados acionários do mundo.

### **3. Redes Neurais Artificiais**

A rede neural artificial é formada por unidades que simulam o funcionamento de um neurônio. Estes módulos devem funcionar de acordo com os elementos em que foram inspirados, recebendo e retransmitindo informações. Uma rede é composta por várias unidades de processamento, cujo funcionamento é bastante simples. Essas unidades, geralmente são conectadas por canais de comunicação que estão associados a determinado peso. As unidades fazem operações apenas sobre seus dados locais, que são entradas recebidas pelas suas conexões. O comportamento inteligente de uma Rede Neural Artificial vem das interações entre as unidades de processamento da rede. A maioria dos modelos de redes neurais possui alguma regra de treinamento, onde os pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões reais apresentados. Em outras palavras, elas aprendem através de exemplos.

#### **3.1 Processos de Aprendizado de uma Rede Neural Artificial**

A propriedade mais importante das redes neurais é a habilidade de aprender de seu ambiente e com isso melhorar seu desempenho. Isso é feito através de um processo iterativo de ajustes aplicado a seus pesos, o treinamento. O aprendizado ocorre quando a rede neural atinge uma solução generalizada para uma classe de problemas.

A rede neural se baseia nos dados para extrair um modelo geral. Portanto, a fase de aprendizado deve ser rigorosa e verdadeira, a fim de se evitar modelos espúrios. De 50 a 90% do total de dados devem ser separado para o treinamento da rede neural, dados estes escolhidos aleatoriamente, a fim de que a rede “aprenda” as regras e não “decore” exemplos. O restante dos dados só é apresentado à rede neural na fase de testes a fim de que ela possa “deduzir” corretamente o inter-relacionamento entre os dados.

O próximo passo é a definição da configuração da rede. Existem metodologias para a condução desta tarefa de configuração da rede. Normalmente estas escolhas são feitas de forma empírica. Após a configuração temos o treinamento da rede. Nesta fase serão ajustados os pesos das conexões. Uma boa escolha dos valores iniciais dos pesos da rede pode diminuir o tempo necessário para o treinamento. O treinamento deve ser interrompido quando a rede apresentar uma boa capacidade de generalização e quando a taxa de erro for suficientemente pequena, ou seja, menor que um erro admissível. Assim, deve-se encontrar um ponto ótimo de parada com erro mínimo e capacidade de generalização máxima. O último passo é o teste da rede. Durante esta fase o conjunto de teste é utilizado para determinar a performance da rede com dados que não foram previamente utilizados. O desempenho da rede, medido nesta fase, é uma boa indicação de sua performance real.

Finalmente, com a rede treinada e avaliada, ela pode ser integrada em um sistema do ambiente operacional da aplicação. Para a maior eficiência da solução, este sistema deverá conter facilidades de utilização como interface conveniente e facilidades de aquisição de dados através de planilhas eletrônicas, interfaces com unidades de processamento de sinais ou arquivos padronizados. Uma boa documentação do sistema e o treinamento de usuários são necessários para o sucesso do mesmo.

#### **3.2. Aplicações de Redes Neurais Artificiais**

As redes neurais possuem uma vasta área de pesquisa e desenvolvimento. Apesar de sua utilização ser recente, estudos sobre o desenvolvimento desta técnica em paralelo ao raciocínio humano datam da década de 50. Na área de negócios seu desenvolvimento é ainda mais recente, foi por volta de 1988 que começaram a surgir artigos em revistas científicas de grande renome internacional. Entre as principais aplicações desenvolvidas em redes neurais, destacam-se as áreas: Finanças, Contabilidade/Auditoria, RH, Marketing/Distribuição, Sistemas de Informações, Produção/Operações e Mercados Financeiros. Enfim, aplicações de redes neurais são inúmeras.

O presente trabalho aplica a metodologia de redes neurais ao mercado financeiro, analisando tecnicamente o mercado de ações através dos índices IBOVESPA e *Dow Jones Industrial Average* (DJIA). Uma aplicação para o *Dow Jones* já foi realizada por Shih (1994, p. 45). No presente trabalho, implementou-se a mesma metodologia, considerando outros períodos na análise e estendendo a aplicação ao índice IBOVESPA.

#### 4. Dados utilizados

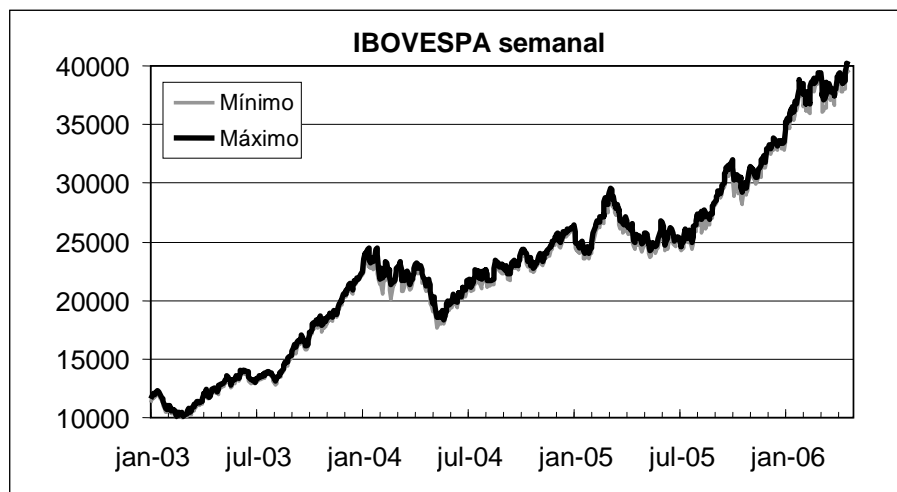
A fonte utilizada para coletar os dados foi o banco de dados Economática. Para esta investigação, foram coletados dados semanais sobre os índices DJIA e IBOVESPA de janeiro de 2003 a abril de 2006. As séries são compostas pelas seguintes informações: Data, Fechamento, Abertura, Mínimo, Máximo. Nas Figuras 1 e 2, são apresentados os dados semanais de Máximo e Mínimo para os índices IBOVESPA e DJIA, respectivamente.

#### 5. Metodologia

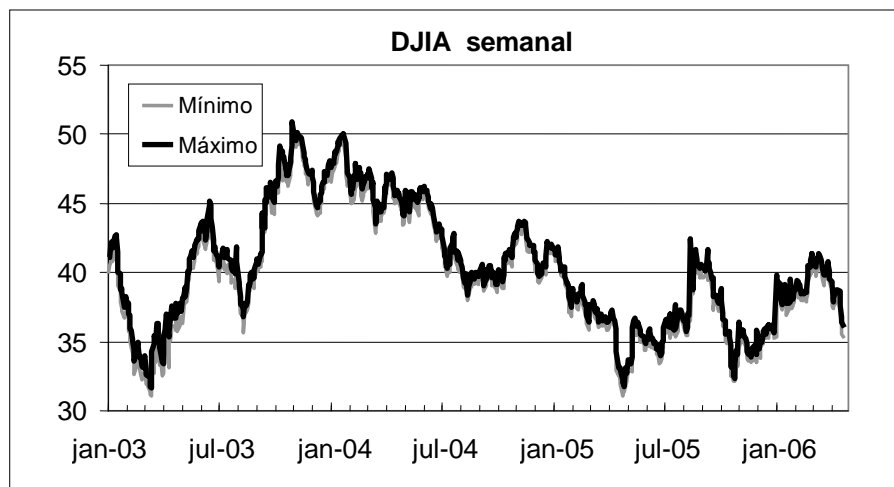
A implementação da rede neural seguiu o modelo de análise técnica descrito em Shih (1994, p. 45) no qual os dados de entrada são os seguintes índices técnicos:

- (a) *Delta Close*, variação no fechamento, de uma semana para outra;
- (b) *ROC* (do inglês, *Rate of change*), taxa de mudança de um mês para outro;
- (c) *Momentum*, variação no fechamento de um mês para outro;
- (d) *MAOsc* (do inglês, *Moving Average Oscillator*), mede a variação de média móvel (média da última quinzena menos a média da primeira quinzena, para o último mês).

**Figura 1 - Dados semanais de Máximo e Mínimo do índice IBOVESPA, de janeiro de 2003 a abril de 2006. Fonte: Economática**



**Figura 2 - Dados semanais de Máximo e Mínimo do índice DJIA, de janeiro de 2003 a abril de 2006. Fonte: Economática**



Esses dados semanais foram armazenados em uma planilha reservada para banco de dados. Foi observado que a inclusão de todos os dados (janeiro de 2003 a abril de 2006) leva a um baixo desempenho da rede neural. Assim, para aumentar o desempenho e ter um maior controle da simulação de compra e venda de ações, foi realizada uma simulação móvel, descrita por Tutban e Aronson (2001). Nesta simulação móvel o tamanho dos períodos é fixado em L meses, sendo que, M meses são utilizados para treinamento da rede e N meses são utilizados para teste, de tal forma que  $L = M+N$ .

A primeira etapa consiste na análise dos primeiros L meses do banco total de dados. A etapa seguinte consiste em analisar outros L meses do banco de dados, descartam-se os N primeiros meses e a mesma quantidade de meses (N) é adicionada na análise. Desta forma a simulação varre todo o banco de dados. Neste trabalho, considerou-se  $L = 24$  (dois anos),  $M = 18$  (um ano e meio), e  $N = 6$  (seis meses). Com isto, no período de outubro de 2002 a abril de 2006, foi possível a realização de quatro simulações sendo que, para cada simulação, o desempenho da rede foi analisado.

A primeira simulação ( $S_1$ ) contém dados de outubro de 2002 a setembro de 2003. Para a segunda simulação ( $S_2$ ) foram descartados os dados de outubro de 2002 a março de 2003 ( $N =$  seis meses) e acrescentados os dados de novembro a abril de 2003 ( $N =$  seis meses). Os dados para as simulações seguintes ( $S_3$  e  $S_4$ ) foram determinados de forma semelhante, ou seja, descartando dados de seis meses iniciais e acrescentando dados dos próximos seis meses. É importante notar que os dados de treinamento sempre são referentes a um período de 18 meses e os dados de teste sempre são referentes a um período seis meses.

## **6. Resultados**

Nesta seção são apresentados os parâmetros utilizados na determinação da rede, bem como os resultados obtidos.

A aplicação de redes neurais artificiais neste problema de compra e venda de ações foi obtida por meio do software Neuralyst™ (Shih, 1994). Este software implementa macros no Excel® de forma que a simulação fica totalmente executável na planilha do Excel®. Os parâmetros da rede são definidos de acordo com as instruções do software, contidas no manual do Neuralyst™ (Shih, 1994).

Os resultados mostraram na fase de treinamento, tanto para o índice IBOVESPA quanto para o índice DJIA, que o método reproduz com 100% de acerto a decisão

correta de compra e venda, ou seja, os ajustes dos pesos da rede foram feitos de forma a reproduzir todos os dados de entrada. Considerando os períodos de teste, os resultados obtidos foram os seguintes: para o período  $S_1$  o aproveitamento do índice IBOVESPA foi de 57% e do DJIA foi de 60%. No período  $S_2$  temos 63% para o DJIA e os mesmos 57% para o IBOVESPA. Em  $S_3$  o aproveitamento cai para 57% para o DJIA e sobe para 58% para o IBOVESPA. E por fim temos em  $S_4$  59% para o IBOVESPA e 64% para o DJIA. A porcentagem representa o quanto houve de acerto na tomada de decisão de compra e venda de ações. Esses resultados preliminares nos mostram a possibilidade de se utilizar RNA para uma análise técnica do IBOVESPA e do DJIA, bem como outros índices. A eficiência do método também poderá ser analisada para outros intervalos de tempo.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois se enquadram dentro do esperado. A aplicação feita por Shih (1994) contida no manual do software Neuralyst <sup>TM</sup> cita que os melhores resultados, para este tipo de análise, giram em torno de 60% a 70%, pois a análise técnica de preços é um problema, já que é difícil prever. O autor cita ainda que qualquer resultado obtido acima de 50% já é satisfatório considerando o mercado de ações.

## 7. Considerações finais

Neste trabalho aplicou-se a metodologia de redes neurais artificiais para realizar a análise técnica dos índices IBOVESPA e DJIA. O software empregado (Neuralyst <sup>TM</sup>) consiste em macros integradas ao software Excel®, o que facilita a modelagem do problema. Desta forma, esta ferramenta de análise pode se tornar um instrumento eficiente na análise do mercado.

Com relação às aplicações realizadas neste trabalho, os resultados mostraram uma reprodução dos resultados de Shih (1994, p. 45) para este novo período. A extensão para o IBOVESPA revelou resultados semelhantes, ou seja, desempenho da rede entre 50% a 60%. O sistema de redes neurais utilizado neste trabalho pode ainda ser alterado para considerar variáveis contábeis no modelo de análise, como receita, lucro líquido. Com esta adaptação será possível analisar a influência das informações contábeis no processo de decisão de compra e venda de ações.

## 8. Referências

- BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO (BOVESPA). Disponível em: <http://www.bovespa.com.br>.
- HARTSON, C. T., *Handbook of Neural Computing Application: 24 Business with Neural Networks*, New York: Academic Press, 1990.
- SHIH, Y., *Neuralyst <sup>TM</sup> Users's guide*. Cheshire Engineering Corporation, Pasadena, 1994.
- Software: Neuralyst <sup>TM</sup> - Neural Network Technology for Microsoft® Excel <sup>TM</sup>.
- Software: Economática®.
- TUTBAN E.; ARONSON J. E., *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- WONG, BO K.; SELVI, YAKUP. Neural network applications in finance: A review and analysis of literature (1990-1996), *Information & Management* 34, p.129-139, 1998