

## MODELOS DE PREVISÃO DE PREÇOS APLICADOS AOS CONTRATOS FUTUROS DE CAFÉ

BRESSAN, A.A.<sup>1</sup> E LIMA, J.E.<sup>2</sup>

- Tais informações podem ser obtidas junto ao endereço eletrônico da BM&F: <www.bmf.com.br> -

<sup>1</sup> Professor da UNA - Ciências Gerenciais. D.S. Economia Rural/Universidade Federal de Viçosa; <sup>2</sup> Professor do Departamento de Economia Rural, UFV, Ph. D. Michigan State University (USA).

**RESUMO:** Este artigo trata da aplicabilidade de modelos de previsão de séries temporais como ferramenta de decisão de compra e venda de contratos futuros de café na BM&F, em datas próximas ao vencimento. Os modelos estudados são os de Redes Neurais e Estruturais. Os dados utilizados correspondem às cotações semanais de café, nos mercados físico e futuro da BM&F. O objetivo consistiu em calcular os retornos médios de cada modelo em operações de compra e venda nos mercados futuros de café na BM&F, de modo a fornecer um indicativo do potencial ou da limitação de cada um deles, utilizando o Índice Sharpe. Os resultados indicam que os modelos apresentam retornos financeiros positivos na maioria dos contratos analisados, indicando o potencial de utilização desses modelos em negociações de contratos para datas próximas ao vencimento, com destaque para operações fundamentadas nas previsões nos modelos Estruturais, havendo, contudo, diferenças de desempenho preditivo.

**Palavras-chave:** café, modelos de previsão, tomada de decisão, mercados futuros, modelos de séries temporais.

### PRICE FORECAST MODELS APPLIED TO THE COFFEE FUTURE CONTRACTS

**ABSTRACT:** This paper studies the applicability of time series forecasting models as a decision tool of buy and sell decisions of coffee futures contracts in the Brazilian Futures Market (BM&F), on dates close to expiration. The models considered are: Neural Networks and Structural univariate time series forecasting models. Weekly data, of the spot and futures markets, from 1996 to 1999, are used in order to calculate the forecasts. The main purpose is to calculate the returns, of each model in buy and sell orders of coffee futures in the BM&F between 1998 and 1999, in order to show the potentials or limitations of each one, using the Sharpe Index as a parameter of comparison. The results indicate that the models have

positive returns in almost all contracts analyzed, indicating their potential as a decision tool for buying or selling futures contracts close to the expiration date, with distinction on the performance of the decisions based on the forecasts of Structural models, although some differences in the forecasting accuracy.

**Key words:** coffee, forecasting models, decision making, future markets, time series models.

## INTRODUÇÃO

A instabilidade do mercado de café gera incerteza com relação ao comportamento futuro dos preços. Desse modo, a produção cafeeira necessita de instrumentos que minimizem o risco e auxiliem no processo de tomada de decisão dos agentes participantes do agronegócio café (produtores, compradores e investidores em geral). Este é o enfoque da presente pesquisa, que tem o objetivo básico de determinar a viabilidade de aplicação de modelos de previsão de preços na negociação de contratos futuros de café.

Com o intuito de administrar riscos de mercado (oscilação de preços), o mercado futuro permite a permuta desses riscos com especuladores, apresentando-se como importante instrumento de segurança e sinalização de preços para todos os participantes da cadeia agroindustrial. HULL (1996) sintetiza essa relação, definindo os contratos futuros como compromissos de compra ou venda de um determinado ativo numa data preestabelecida e a um preço (cotação) que reflete as forças de oferta e demanda que atuam naquele momento.

Uma das alternativas para reduzir a incerteza no processo de tomada de decisões econômicas é a utilização de modelos de previsão de séries temporais ou univariados. Baseados na análise somente da variável em si, esses modelos são construídos a partir de processos estocásticos especiais, que buscam estimar o valor futuro da variável em questão com base somente em seus valores passados. Esse tipo de análise se aplica aos casos em que há um padrão persistente ou sistemático no comportamento da variável, que é possível de captar através de uma representação paramétrica (PINDYCK e RUBENFIELD, 1991).

Assim, o objetivo específico do presente estudo foi comparar os retornos médios de cada modelo em operações de compra e venda no mercado futuro de boi gordo, de modo a fornecer um indicativo do potencial ou da limitação de cada um deles.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada fundamenta-se na construção de modelos univariados de previsão de preços com base em dados de séries temporais. Há uma grande variedade de modelos aplicáveis a estudos dessa natureza. Para fins desta pesquisa, optou-se por selecionar os modelos Estruturais e de Redes Neurais.

### Modelos Estruturais

Os modelos Estruturais surgiram como uma alternativa aos modelos Box & Jenkins. Em tais modelos, a série é decomposta em termos da tendência, do ciclo, da sazonalidade e de um componente irregular.

A construção dos Modelos Estruturais segue os passos propostos por SOUZA (1989), com o diferencial de, inicialmente, logaritmicar a série e de se modelar apenas a tendência, de acordo com ANDREWS (1994). A análise é feita com intervenções, quando o modelo indicar um ajustamento pobre em determinado período.

### Modelos de redes neurais

Os modelos de Redes Neurais Artificiais (RNA) se diferenciam dos modelos tradicionais de previsão por serem modelos não-paramétricos, envolvendo algoritmos de *aprendizado*. Esses algoritmos buscam imitar a estrutura de interconexões do cérebro humano, com o intuito de incorporar o padrão de comportamento de uma série temporal de modo a prever da maneira mais eficiente possível valores futuros desta (TURBAN, 1993).

A construção de um modelo RNA envolve desde a modelagem adequada da rede até as transformações utilizadas para transmitir os dados a esta e métodos utilizados para interpretar os resultados obtidos. Esses três aspectos (modelagem, transformações e interpretação) são fundamentais na utilização das RNA para previsão de preços.

## CRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS MODELOS

Por si, o retorno financeiro é uma medida sem muito valor para julgar o desempenho de um sistema de negociação. A medida adequada para a comparação entre sistemas de negociação deve considerar a relação retorno-risco dos modelos.

Pode-se utilizar então uma medida clássica de retorno-risco, o Índice Sharpe (IS), que é definido na sua forma reduzida, por SCHWAGER (1984), como:

$$IS = \frac{R}{\sigma_R}$$

em que R é a média dos retornos do sistema de negociação e  $\sigma_R$  é o desvio-padrão dos retornos.

A premissa básica do IS é de que o desvio-padrão é uma medida de risco. Ou seja, quanto maior o desvio-padrão, maior o risco do sistema de negociação. Se o desvio-padrão for baixo, é razoável assumir que o retorno atual estará perto do retorno esperado. Por outro lado, se o desvio-padrão for alto, isso sugere que há alta probabilidade de que o retorno atual deve variar significativamente. Quanto maior o IS, melhor é o desempenho do modelo nas operações de compra/venda de contratos.

### FONTE DE DADOS

A comparação dos quatro modelos será feita a partir de uma base de dados secundária proveniente da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F)<sup>1</sup>. Essa base corresponde ao indicador de preço Esalq/BM&F para toda quarta-feira útil<sup>1</sup> entre 9 de setembro de 1996 e 31 de dezembro de 1999, para os contratos futuros de boi gordo.

### ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

São analisadas as previsões obtidas para os contratos de março, maio, julho, setembro e dezembro de 1998 e 1999. Os valores são expressos em US\$, referentes a resultados obtidos na penúltima semana de negociação.

**Quadro 8** - Índice Sharpe dos retornos financeiros das simulações: contratos de café 1998 e 1999

	R. Neural	Estrutural
Média (US\$)	-351,41	<b>1.380,59</b>
D.-Padrão (US\$)	8865,81	<b>8.753,06</b>
Índ. Sharpe	-0,040	<b>0,158</b>

Fonte: resultados da pesquisa.

Os retornos da estratégia utilizando modelos de Redes Neurais são comprometidos pela sinalização incorreta do modelo no contrato de dezembro de 1999, que gerou perda significativa, da ordem de US\$ 8.661,53, no contrato. Esse valor foi determinante para que o modelo fosse o único a apresentar retornos negativos no período.

O alto desvio-padrão nos retornos observados para as cinco estratégias decorre, como no caso do mercado de boi gordo, da alta volatilidade dos preços. Todavia, no mercado de café, essa volatilidade afeta de modo especial os contratos de maio e julho de 1998, e julho e setembro de 1999, períodos em que o mercado físico se caracterizou por uma significativa volatilidade nos preços.

O Índice Sharpe para as estratégias no mercado de café é positivo para os modelos Estruturais, sinalizando para o potencial destes em termos de retorno financeiro na operação com futuros.

No entanto, o baixo valor desses índices para este mercado indica que a aplicação dos modelos deve ser considerada com cuidado, dada a alta volatilidade das cotações do produto, fator determinante para a variabilidade dos retornos financeiros no período.

## CONCLUSÕES

O presente estudo foi elaborado com o objetivo de testar a aplicabilidade de modelos de previsão de séries temporais em negociações de contratos futuros de café, em operações de compra e venda de contratos. Os modelos estudados são os Estruturais e de Redes Neurais.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que, para o período analisado, o modelo com melhor desempenho preditivo e operacional é o Estrutural, que, em razão de suas sinalizações corretas das tendências de mercado, produz as melhores previsões em termos agregados, com médias positivas nas simulações de compra e venda de contratos futuros.

Os resultados obtidos nesta pesquisa fornecem um indicativo do potencial de aplicação dos modelos estudados em operações nos mercados futuros agropecuários, devendo ser complementados por outros estudos envolvendo a aplicação de modelos de previsão em negociações de contratos futuros de café.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, R. L. Forecasting Performance of Structural Time Series Models. In: **Journal of Business & Economic Statistics**, vol. 12, n°1, p. 129-133, 1994.

- HULL, J. **Introdução aos Mercados Futuros e de Opções**. São Paulo, BM&F/Cultura, 2<sup>a</sup> ed., 1996. 445p.
- PINDYCK, R. S.; RUBENFIELD, D. L. **Econometric Models and Economic Forecasts**. New York, McGrawHill, 3rd Ed., 1991. 565p.
- SCHWAGER, J. D. **A Complete Guide to The Futures Markets: Fundamental Analysis, Technical Analysis, Trading, Spreads and Options**. New York, Wiley, 1984. 540p.
- SOUZA, R. C. **Modelos Estruturais para Previsão de Séries Temporais: Abordagens Clássica e Bayesiana**. Rio de Janeiro, IMPA, 1989. 171p.
- TURBAN, E. **Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems**. New York, MacMillan, 1993. 832p.