

## **RESUMO**

A pesquisa objetivou testar a existência, no mercado futuro brasileiro, do fenômeno que a literatura batizou como a Hipótese de Samuelson, que postula que a volatilidade dos retornos de preços futuros aumenta à medida que o vencimento do contrato respectivo se aproxima. Para testar a hipótese em foco, foram utilizados dados dos seguintes contratos futuros, negociados na BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros : contrato futuro de Ibovespa, contrato futuro de dólar comercial, contrato futuro de boi gordo e contrato futuro de café arábica. O período abrangido estendeu-se de 30 de junho de 1994 a 30 de abril de 1998. Aplicação de quatro testes distintos a cada contrato não autoriza afirmar-se que a Hipótese de Samuelson se observa no mercado futuro brasileiro.

## **PALAVRAS-CHAVES**

Hipótese de Samuelson; Mercados Futuros; Volatilidade; BM&F

## **ABSTRACT**

The research aimed to test whether what is known in the literature as Samuelson's Hypothesis applies to the Brazilian futures markets. The hypothesis postulates that the volatility of a futures prices returns increase as the maturity of the corresponding contract gets closer. Four futures contracts traded at the BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros were studied, namely, those which have the Bovespa stock index, the American Dollar, cattle, and coffee as underlying assets. The period of the study covered from June-30-1994 to Apr-30-1998. Testing each futures contract with four different methodologies do not authorize saying that Samuelson's Hypothesis applies to the Brazilian futures markets.

## **KEY WORDS**

Samuelson's Hypothesis; Futures Markets; Volatility; BM&F

.

## SUMÁRIO

|      |                                     |    |
|------|-------------------------------------|----|
| I.   | A Hipótese de Samuelson .....       | 4  |
| II.  | Contratos Futuros Analisados .....  | 7  |
| III. | Metodologia e Resultados.....       | 8  |
|      | 3.1 Futuro de Ibovespa .....        | 12 |
|      | 3.2 Futuro de Dólar Comercial ..... | 17 |
|      | 3.3 Futuro de Boi Gordo.....        | 25 |
|      | 3.4 Futuro de Café Arábica.....     | 30 |
| IV.  | Resumo e Conclusões .....           | 34 |
| V.   | Bibliografia .....                  | 35 |
| VI.  | Apêndice .....                      | 38 |

Título do relatório: **A HIPÓTESE DE SAMUELSON NO MERCADO FUTURO BRASILEIRO : UM ESTUDO EMPÍRICO**

*Autor do Relatório:* José Evaristo dos Santos

Este documento relata os resultados de pesquisa sobre a existência, no mercado futuro brasileiro, do fenômeno denominado Hipótese de Samuelson.<sup>1</sup> Na primeira seção, o fenômeno é caracterizado e são apresentadas referências a estudos anteriores. Na segunda e terceira seções, respectivamente, são descritos os contratos futuros analisados, a metodologia utilizada e os resultados obtidos. A última seção resume o trabalho e apresenta as principais conclusões.

## **I. A HIPÓTESE DE SAMUELSON**

A contribuição de Paul Samuelson à Ciência Econômica é muito grande. Inúmeros são os seus artigos que viraram verdadeiros clássicos. Dentre eles, certamente *Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*, publicado na *Industrial Management Review* em 1965, ocupa lugar de destaque.

Nesse artigo, Samuelson desenvolve um modelo que propicia *insights*

importantes ao processo de precificação de ativos, não sendo exagero afirmar que esses *insights* constituem pilares básicos da Hipótese do Mercado Eficiente (*Efficient Market Hypothesis*).<sup>2</sup>

Um subproduto das idéias principais do modelo é a postulação que a volatilidade dos retornos de preços futuros de um ativo deveria crescer à medida que o vencimento do respectivo contrato futuro se aproxima : o preço futuro converge para o preço à vista no vencimento do contrato, e assim o preço futuro reagiria tanto mais fortemente à chegada de novas informações quanto mais próximo o vencimento do respectivo contrato.<sup>3</sup>

Revisão da literatura sobre o tema indica que a evidência empírica em outros países ainda é inconclusiva. A depender do período abrangido pelo estudo, da metodologia aplicada e do contrato futuro estudado, a Hipótese de Samuelson é confirmada ou não. Abaixo, indicação resumida dessa evidência.

- Rutledge[1976] : a hipótese é confirmada para trigo e óleo de soja, mas não é para prata e cacau;
- Grauer[1977] : a hipótese não é confirmada para dez *commodities*;

---

<sup>1</sup>Geraldo Mellone Jr. , Mestrando da Fundação Getúlio Vargas - São Paulo, atuou como assistente de pesquisa.

<sup>2</sup>Ver Fama[1970] e Fama[1991].

- Dusak-Miller[1979] : a hipótese não é confirmada para *live cattle*;
- Castelino and Francis[1982] : a hipótese é confirmada para o complexo soja (grãos, farelo e óleo);
- Milonas[1986] : a hipótese é confirmada para dez das onze *commodities* analisadas;
- Barnhill, Jordan, and Seale[1987] : a hipótese é confirmada para futuros de juros;
- Khoury and Yourougou[1993] : a hipótese é confirmada para seis *commodities* agropecuárias.
- Galloway and Kolb[1996] : a hipótese é confirmada para *commodities* agrícolas e de energia, mas não é para metais preciosos e futuros financeiros.

---

<sup>3</sup>Anderson and Danthine[1983] posteriormente desenvolveram um modelo que é mais geral que o de Samuelson, que se torna um caso particular do primeiro.

## II - CONTRATOS FUTUROS ANALISADOS

Quatro contratos futuros negociados na BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros foram estudados. Dois deles são futuros agropecuários (futuro de boi gordo e futuro de café arábica), e os dois outros, futuros financeiros (futuro de Ibovespa e futuro de dólar comercial). A tabela 1 apresenta as principais características desses contratos.

**Tabela 1**  
**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS CONTRATOS FUTUROS ESTUDADOS**

| ESPECIFICAÇÃO                   | IBOVESPA   | DÓLAR  | BOI GORDO                             | CAFÉ  |
|---------------------------------|--|--|---------------------------------------|---|
| Meses de vencimento             | meses pares  | todos  | todos                                 | Fev, abr, jun, ago, nov                                   |
| Último dia de negociação        | Quarta-feira mais próxima do dia 15 do mês de vencimento.    | Último dia útil do mês anterior ao de vencimento | Último dia útil do mês de vencimento. | Primeira sexta-feira do mês anterior ao mês de vencimento |
| Varição Mínima de apregoação    | 5 pontos   | R\$ 0,001 por US\$ 1.000,00                      | 0,01 ponto por arroba líquida         | 0,01 ponto por saca de 60kg                               |
| Número de vencimentos em aberto | Máximo 6   | Máximo 24  | Máximo 15                             | Máximo 7  |
| Tamanho                         | Ibovespa Futuro multiplicado pelo valor em R\$ de cada ponto | US\$ 50 mil                                      | 330 arrobas                           | 100 sacas   |

O período analisado estende-se de julho de 1994 a maio de 1998. A tabela 2 mostra, para contrato negociado, a quantidade de vencimentos, a quantidade média de observações por vencimento e o volume médio diário de contratos negociados nos últimos dois meses antes do vencimento.

**Tabela 2**  
**QUANTIDADE DE VENCIMENTOS, MÉDIA DE**  
**OBSERVAÇÕES E VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE**  
**CONTRATOS NEGOCIADOS**

| ESPECIFICAÇÃO         | IBOVESPA | DÓLAR  | BOI GORDO | CAFÉ ARÁBICA |
|-----------------------|----------|--------|-----------|--------------|
| Quant. de vencimentos | 23       | 44     | 19        | 16           |
| Obs. por vencimento   | 65       | 104    | 134       | 120          |
| Volume médio diário   | 46.006   | 80.932 | 34        | 42           |

Foram excluídos os vencimentos dos contratos futuros de boi gordo e café arábica cujo volume médio de contratos negociados foi inferior a 10 contratos nos últimos 2 meses de negociação antes do vencimento, e o vencimento de agosto de 1994 do contrato futuro de dólar, devido a pequeno número de observações.

### III. METODOLOGIA E RESULTADOS

Conforme indicamos anteriormente, estudamos os seguintes contratos futuros negociados na BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros : contrato futuro de Ibovespa, contrato futuro de dólar comercial, contrato futuro de boi gordo e contrato futuro de café arábica. O período de análise estendeu-se de 30 de junho de 1994 a 30 de abril de 1998. As observações básicas foram os preços de ajuste diários nesse período, a partir dos quais foram calculados os respectivos retornos diários,  $r_t$ , e a variância mensal desses retornos,  $\sigma_m$  :

- $r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$ ,  $P_t$  = preço de ajuste no dia  $t$

- $\sigma_m = \frac{\sum_{t=1}^n \left(r_t - \bar{r}\right)^2}{n-1}$ ,

- $\bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^n r_t}{n}$ , em que

- $n$  = quantidade de dias úteis no mês em foco.

A hipótese nula de não existência da Hipótese de Samuelson foi testada segundo duas metodologias básicas<sup>4</sup> : a primeira, que não controla outros determinantes da volatilidade dos retornos de preços futuros, identificados em estudos anteriores;<sup>5</sup> a segunda, que leva em consideração tais fatores.

A primeira metodologia consistiu em testar a hipótese nula de que a volatilidade no mês imediatamente anterior à data de vencimento é igual ou inferior à volatilidade no segundo mês anterior à data de vencimento.<sup>6</sup> Isso foi feito de duas maneiras. Primeiro, foi aplicado o teste F de igualdade de variâncias. Segundo, foi aplicado o teste não paramétrico denominado *Conover Squared*

<sup>4</sup>Seguimos Galloway and Kolb[1996].

<sup>5</sup>O efeito-ano, o efeito-mês, o efeito-mês-do-contrato e o efeito dia-da-semana. Ver Milonas[1986].

<sup>6</sup> Para os contratos futuros de boi gordo e café, cujo vencimento não coincide com início de mês-calendário, “mês

*Rank*,<sup>7</sup> a que denominaremos, no restante do trabalho, de teste de Conover. A aplicação desse teste não-paramétrico decorre do fato de o teste F não ser robusto a desvios da pressuposição de normalidade dos retornos.

A segunda metodologia consistiu na aplicação da regressão :<sup>8</sup>

$$\sigma_k^2 = c + \beta k + \sum_{i=1}^4 \delta_i D_i + \sum_{j=1}^{11} \gamma_j D_j + \sum_{l=1}^{11} \theta_l D_l + \sum_{m=1}^4 \phi_m D_m + \sum_{n=1}^2 \omega_n D_n + \varepsilon$$

onde:

- $c$  = constante
- $\sigma_k^2$  = volatilidade “observada”<sup>9</sup> no  $k$ -ésimo dia

anterior à data de vencimento do contrato, estimada pelo quadrado do retorno nesse dia;

- $k$  = variável que indica a quantidade de dias úteis antes da data de vencimento do contrato ( $k=1$ , por exemplo, significa que se trata do primeiro dia anterior à data de vencimento do contrato futuro em foco); “confirmação” da Hipótese de Samuelson se dá quando se obtém um valor de

---

anterior” significa os vinte de um dias úteis imediatamente anteriores ao dia de vencimento.

<sup>7</sup> Ver Apêndice para descrição do teste.

<sup>8</sup> O procedimento de Newey and West[1987], para levar em conta autocorrelação e heteroscedasticidade dos resíduos, foi aplicado.

<sup>9</sup>As aspas se devem ao fato de a volatilidade não ser realmente observável..

$\beta$  estatisticamente negativo;

- $D_i, D_j, D_l, D_m, D_n$  = variáveis artificiais indicativas, respectivamente, do dia da semana, do mês de negociação, do mês de vencimento do contrato, do ano de negociação e de dois meses “anormais”, março de 1995 e novembro de 1997. Essas variáveis tentam captar o efeito dia da semana, o efeito mês, o efeito mês de vencimento e o efeito ano, a que nos referimos anteriormente, além da “turbulência” ocorrida nos mercados financeiros brasileiros nos dois meses citados (associada aos reflexos, na economia brasileira, das crises cambiais mexicana e asiática).

A aplicação dessa segunda metodologia foi dividida em duas partes. Primeiramente, foram estimados os coeficientes de regressões para cada vencimento e para o total de observações, considerando-se apenas as dummies para os dias das semanas. Em seguida, para o número total de observações, foi estimada uma regressão com todas as dummies. Conforme veremos posteriormente, somente para umas poucas dummies os respectivos coeficientes se mostraram estatisticamente diferentes de zero.

### 3.1 FUTURO DE IBOVESPA

Os resultados da aplicação do teste F de igualdade de variâncias estão relatados na tabela 3 a seguir.

**TABELA 3**  
**MERCADO FUTURO DE ÍNDICE BOVESPA**  
**TESTE F DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | MÉDIA DIÁRIA<br>CONTR. NEG. | VARIÂNCIA<br>21 ULT. DIAS | VARIÂNCIA<br>21 DIAS ANT. | ESTATÍS-<br>TICA F | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------|-------------|
| Ago/94          | 30.272,12                   | 0,00032521                | 0,00094852                | 0,343              | 97,9%   | NR          |
| Out/94          | 45.571,88                   | 0,00104355                | 0,00048036                | 2,172              | 4,5%    | R           |
| Dez/94          | 65.547,60                   | 0,00094609                | 0,00118055                | 0,801              | 68,7%   | NR          |
| Fev/95          | 61.464,69                   | 0,00164556                | 0,00303145                | 0,543              | 91,0%   | NR          |
| Abr/95          | 44.123,50                   | 0,00317282                | 0,00766287                | 0,414              | 97,1%   | NR          |
| Jun/95          | 43.275,17                   | 0,00090179                | 0,00071907                | 1,254              | 30,9%   | NR          |
| Ago/95          | 44.469,60                   | 0,00055346                | 0,00055428                | 0,999              | 50,1%   | NR          |
| Out/95          | 40.649,19                   | 0,00034132                | 0,00039290                | 0,869              | 62,2%   | NR          |
| Dez/95          | 41.569,05                   | 0,00053500                | 0,00075078                | 0,713              | 77,2%   | NR          |
| Fev/96          | 41.023,60                   | 0,00020287                | 0,00067455                | 0,301              | 99,5%   | NR          |
| Abr/96          | 39.115,93                   | 0,00024479                | 0,00046158                | 0,530              | 91,8%   | NR          |
| Jun/96          | 36.781,38                   | 0,00021388                | 0,00017411                | 1,228              | 32,5%   | NR          |
| Ago/96          | 38.022,52                   | 0,00045322                | 0,00048462                | 0,935              | 55,9%   | NR          |
| Out/96          | 39.743,33                   | 0,00005431                | 0,00015089                | 0,360              | 98,6%   | NR          |
| Dez/96          | 41.251,40                   | 0,00009040                | 0,00007721                | 1,171              | 36,4%   | NR          |
| Fev/97          | 40.731,74                   | 0,00023336                | 0,00011158                | 2,091              | 5,4%    | NR          |
| Abr/97          | 47.252,67                   | 0,00029500                | 0,00033651                | 0,877              | 61,4%   | NR          |
| Jun/97          | 46.483,50                   | 0,00015369                | 0,00022315                | 0,689              | 79,4%   | NR          |
| Ago/97          | 77.280,07                   | 0,00212753                | 0,00038650                | 5,505              | 0,0%    | R           |
| Out/97          | 76.554,33                   | 0,00033792                | 0,00168644                | 0,200              | 100,0%  | NR          |
| Dez/97          | 45.425,40                   | 0,00066824                | 0,00568494                | 0,118              | 100,0%  | NR          |
| Fev/98          | 33.507,17                   | 0,00031997                | 0,00090520                | 0,353              | 98,8%   | NR          |
| Abr/98          | 38.030,14                   | 0,00015296                | 0,00014086                | 1,086              | 42,8%   | NR          |
| <b>Total R</b>  |                             |                           |                           |                    |         | <b>2</b>    |
| <b>Total NR</b> |                             |                           |                           |                    |         | <b>21</b>   |
| <b>Total</b>    |                             |                           |                           |                    |         | <b>23</b>   |

(\*) R:  $H_0$  é rejeitada; NR:  $H_0$  não é rejeitada

Nível de significância de 5%

$H_0$ : Variância mês anterior ao vencimento  $\leq$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

$H_1$ : Variância mês anterior ao vencimento  $>$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

Observamos que a hipótese nula não é rejeitada em 21 dos 23 vencimentos analisados, o que não nos leva a afirmar que, pelo teste em foco, a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de Índice Bovespa.<sup>10</sup>

Os resultados da aplicação do teste de Conover encontram-se na tabela 4.

**TABELA 4**  
**MERCADO FUTURO DE ÍNDICE BOVESPA**  
**TESTE DE CONOVER DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | ESTATÍSTICA<br>Z | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|------------------|---------|-------------|
| ago/94          | 1,314            | 90,6%   | NR          |
| out/94          | 0,653            | 74,3%   | NR          |
| dez/94          | 1,856            | 96,8%   | NR          |
| fev/95          | 2,199            | 98,6%   | NR          |
| abr/95          | 1,483            | 93,1%   | NR          |
| jun/95          | -0,056           | 47,8%   | NR          |
| ago/95          | 0,645            | 74,0%   | NR          |
| out/95          | 0,492            | 68,9%   | NR          |
| dez/95          | 1,000            | 84,1%   | NR          |
| fev/96          | 2,327            | 99,0%   | NR          |
| abr/96          | 1,762            | 96,1%   | NR          |
| jun/96          | -0,528           | 29,9%   | NR          |
| ago/96          | 0,605            | 72,8%   | NR          |
| out/96          | 2,410            | 99,2%   | NR          |
| dez/96          | -0,349           | 36,4%   | NR          |
| fev/97          | -0,816           | 20,7%   | NR          |
| abr/97          | 0,918            | 82,1%   | NR          |
| jun/97          | 0,776            | 78,1%   | NR          |
| ago/97          | -1,312           | 9,5%    | NR          |
| out/97          | 3,535            | 100,0%  | NR          |
| dez/97          | 4,872            | 100,0%  | NR          |
| fev/98          | 3,371            | 100,0%  | NR          |
| abr/98          | -0,044           | 48,3%   | NR          |
| <b>Total R</b>  |                  |         | <b>0</b>    |
| <b>Total NR</b> |                  |         | <b>23</b>   |
| <b>Total</b>    |                  |         | <b>23</b>   |

(\*) R = H<sub>0</sub> é rejeitada; NR = H<sub>0</sub> não é rejeitada  
Nível de significância de 5%

H<sub>0</sub>: Variância no mês anterior ao vencimento ≤ Variância no 2º mês anterior ao vencimento

H<sub>1</sub>: Variância no mês anterior ao vencimento > Variância no 2º mês anterior ao vencimento

Observamos que a hipótese nula não é rejeitada em todos os 23

vencimentos analisados, o que também não nos leva a afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de índice Bovespa.

Os resultados da primeira parte da segunda metodologia encontram-se na tabela 5, a seguir.

---

<sup>10</sup> Estaríamos inclinados a afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de Índice Bovespa se tivéssemos obtido um índice de rejeição da hipótese nula superior a 50%, estatisticamente. Uma vez que temos 23 vencimentos, precisaríamos que a hipótese nula tivesse sido rejeitada em, pelo menos,  $0,5 \times 23 + 2\sqrt{23 \times 0,5 \times 0,5} = 16,3$ , isto é, 17 vencimentos. Ver Berenson and Levine(1996).

**TABELA 5**  
**MERCADO FUTURO DE ÍNDICE BOVESPA**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENCTO          | NÚMERO DE OBSERV. | Constante                     | Dias até o Vencimento           | (*)R/ NR | Dummy 2ª Feira                | Dummy 3ª Feira | Dummy 5ª Feira              | Dummy 6ª Feira              | R2 Ajust. | Schwarz criterion |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|
| Ago/94          | 33                | 0,00024800<br>0,934228        | 0,00002470<br>1,730618          | NR       |                               |                |                             |                             | 0,0587    | -14,1652          |
| Out/94          | 48                | 0,00082900<br><b>2,338932</b> | -0,00001100<br>-0,858307        | NR       | 0,001421<br><b>3,135828</b>   |                |                             |                             | 0,1504    | -13,2346          |
| Dez/94          | 75                | 0,00105500<br><b>3,865954</b> | -0,00000515<br>-0,808729        | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0047   | -13,3738          |
| Fev/95          | 52                | 0,00233200<br><b>3,041292</b> | -0,00001170<br>-0,450144        | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0159   | -11,6402          |
| Abr/95          | 42                | 0,00337400<br>1,191570        | 0,00008490<br>0,714004          | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0121   | -9,2175           |
| Jun/95          | 47                | 0,00049200<br>1,306181        | 0,00002320<br>1,639853          | NR       |                               |                |                             |                             | 0,0354    | -13,1507          |
| Ago/95          | 54                | 0,00030900<br>1,489430        | 0,00001470<br>2,173646          | NR       |                               |                |                             |                             | 0,0657    | -14,2193          |
| Out/95          | 72                | 0,00040600<br><b>3,065006</b> | -0,00000120<br>-0,372089        | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0123   | -14,8559          |
| Dez/95          | 49                | 0,00039600<br>1,598924        | 0,00000281<br>0,326259          | NR       |                               |                | 0,000681<br><b>2,065109</b> |                             | 0,0464    | -13,9580          |
| Fev/96          | 51                | 0,00011500<br>0,515069        | 0,00001370<br>1,775893          | NR       |                               |                |                             |                             | 0,0413    | -14,1173          |
| Abr/96          | 54                | 0,00018400<br>1,103840        | 0,00000252<br>0,471797          | NR       |                               |                | 0,000495<br><b>2,314822</b> |                             | 0,0656    | -14,6407          |
| Jun/96          | 49                | 0,00018900<br><b>2,527269</b> | 0,00000024<br>0,090687          | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0211   | -16,3504          |
| Ago/96          | 66                | 0,00046200<br><b>4,204074</b> | -0,00000570<br>-2,014461        | R        |                               |                |                             | 0,000303<br><b>2,237888</b> | 0,0973    | -15,3219          |
| Out/96          | 125               | 0,00017600<br><b>2,967440</b> | 0,00000002<br>0,027082          | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0081   | -15,9501          |
| Dez/96          | 80                | 0,00010500<br><b>4,598679</b> | -0,00000057<br>-1,179605        | NR       | -0,000060<br><b>-2,161341</b> |                |                             |                             | 0,0477    | -18,3043          |
| Fev/97          | 71                | 0,00028600<br><b>4,138309</b> | -0,00000413<br><b>-2,421500</b> | R        |                               |                |                             |                             | 0,0650    | -16,1705          |
| Abr/97          | 83                | 0,05040300<br>0,398048        | -0,00122500<br>-0,473883        | NR       | 0,306737<br><b>1,998621</b>   |                |                             |                             | 0,0500    | -1,0215           |
| Jun/97          | 76                | 0,00021500<br><b>2,914554</b> | 0,00000000<br>-0,000089         | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0135   | -15,9734          |
| Ago/97          | 80                | 0,00159900<br><b>4,234268</b> | -0,00002210<br><b>-2,673571</b> | R        |                               |                |                             |                             | 0,0722    | -12,6641          |
| Out/97          | 79                | 0,00027700<br>0,568230        | 0,00001670<br>1,600770          | NR       |                               |                | 0,001244<br><b>2,100661</b> |                             | 0,0589    | -12,1897          |
| Dez/97          | 101               | 0,00262900<br><b>3,166251</b> | -0,00001970<br>-1,373135        | NR       |                               |                |                             |                             | 0,0088    | -10,8720          |
| Fev/98          | 48                | 0,00001500<br>0,085513        | 0,00002750<br>4,280876          | NR       |                               |                |                             |                             | 0,2693    | -14,6618          |
| Abr/98          | 49                | 0,00014600<br><b>3,131927</b> | -0,00000028<br>-0,165927        | NR       |                               |                |                             |                             | -0,0207   | -17,2910          |
| <b>TOTAL R</b>  |                   |                               |                                 |          | <b>3</b>                      |                |                             |                             |           |                   |
| <b>TOTAL NR</b> |                   |                               |                                 |          | <b>20</b>                     |                |                             |                             |           |                   |
| <b>TOTAL</b>    |                   |                               |                                 |          | <b>23</b>                     |                |                             |                             |           |                   |

continua

**TABELA 5**(continuação)  
**MERCADO FUTURO DE ÍNDICE BOVESPA**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENC TO      | NÚMERO DE OBSERV. | Constante                     | Dias até o Vencimento    | (*)R/ NR  | Dummy 2ª Feira                | Dummy 3ª Feira | Dummy 5ª Feira | Dummy 6ª Feira | R2 Ajust. | Schwarz criterion |
|--------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-------------------|
| <b>TOTAL</b> | 1484              | 0,0019960<br><b>0,3130360</b> | -0,0000352<br>-0,2458220 | <b>NR</b> | 0,0173540<br><b>1,9815370</b> |                |                |                | 0,00134   | -3,98997          |

(\*) R = H<sub>0</sub> é rejeitada; NR = H<sub>0</sub> não é rejeitada

Os valores abaixo dos coeficientes estimados são as estatísticas t.

H<sub>0</sub> : c(1) ≥ 0

H<sub>1</sub> : c(1) < 0;

c(1) = coeficiente da variável dias até o vencimento

Podemos notar que a hipótese nula nesse caso também não é rejeitada na maioria dos vencimentos -- 20 vezes em um total de 23 -- o que novamente não nos leva a afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de Ibovespa. A regressão com todas as observações também não mostrou o coeficiente de dias até o vencimento significativamente negativo.

Ao adicionarmos todas as dummies, obtivemos os resultados indicados na Tabela 6, para todas as observações.

**TABELA 6**  
**MERCADO FUTURO DO ÍNDICE BOVESPA**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMY SIGNIFICATIVA**

| NÚMERO DE OBSERVAÇÕES |             | 1484            |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| DESCRIÇÃO             | Coeficiente | Estatística t   |
| Constante             | 0,000366    | 0,058426        |
| Dias até o vencimento | 0,000008    | 0,056765        |
| (*)R/NR               |             | NR              |
| Dummy Março           | 0,051786    | <b>3,751899</b> |
| R2-Ajust.             | 0,008118    |                 |
| Schwarz Criterion     | -3,996778   |                 |

(\*)R =  $H_0$  é rejeitada; NR =  $H_0$  não é rejeitada

$H_0 : c(1) \geq 0$

$H_1 : c(1) < 0$

$c(1)$  = coef. da variável dias até o vencimento

Observamos que, também com a adição de todas as variáveis dummies, continuamos não rejeitando a hipótese nula de não existência da Hipótese de Samuelson. De modo geral, podemos concluir com esses testes que não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson ocorre no mercado futuro de índice Bovespa.

### 3.2 FUTURO DE DÓLAR COMERCIAL

O teste F de igualdade de variâncias apresentou o resultado constante da Tabela 7, a seguir.

**TABELA 7**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**TESTE F DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO | MÉDIA DIÁRIA<br>CONTR. NEG. | VARIÂNCIA<br>MÊS VCTO | VARIÂNCIA<br>MÊS ANT. | ESTATÍSTICA-<br>F | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------|-------------|
| Set/94     | 52.607,42                   | 0,00002142            | 0,00015713            | 0,136             | 100,0%  | NR          |
| Out/94     | 121.428,79                  | 0,00005699            | 0,00002588            | 2,202             | 3,9%    | R           |
| Nov/94     | 114.183,79                  | 0,00008119            | 0,00005713            | 1,421             | 22,4%   | NR          |
| Dez/94     | 121.696,05                  | 0,00003610            | 0,00009169            | 0,394             | 97,5%   | NR          |
| Jan/95     | 91.621,71                   | 0,00002125            | 0,00006752            | 0,315             | 99,3%   | NR          |
| Fev/95     | 113.275,74                  | 0,00001147            | 0,00002893            | 0,397             | 97,8%   | NR          |
| Mar/95     | 143.422,85                  | 0,00001134            | 0,00001811            | 0,626             | 83,3%   | NR          |
| Abr/95     | 148.026,80                  | 0,00013581            | 0,00001326            | 10,244            | 0,0%    | R           |
| Mai/95     | 151.570,49                  | 0,00000899            | 0,00014051            | 0,064             | 100,0%  | NR          |
| Jun/95     | 121.270,46                  | 0,00001458            | 0,00001207            | 1,208             | 35,4%   | NR          |
| Jul/95     | 171.019,19                  | 0,00001637            | 0,00001783            | 0,918             | 57,4%   | NR          |
| Ago/95     | 114.278,98                  | 0,00000332            | 0,00002757            | 0,120             | 100,0%  | NR          |
| Set/95     | 85.188,25                   | 0,00000073            | 0,00000464            | 0,157             | 100,0%  | NR          |
| Out/95     | 70.361,14                   | 0,00000035            | 0,00000097            | 0,356             | 98,7%   | NR          |
| Nov/95     | 110.252,02                  | 0,00000021            | 0,00000059            | 0,347             | 98,8%   | NR          |
| Dez/95     | 155.968,54                  | 0,00000028            | 0,00000062            | 0,460             | 95,2%   | NR          |
| Jan/96     | 122.536,03                  | 0,00000022            | 0,00000038            | 0,577             | 87,5%   | NR          |
| Fev/96     | 105.946,30                  | 0,00000009            | 0,00000040            | 0,234             | 99,9%   | NR          |
| Mar/96     | 102.985,03                  | 0,00000012            | 0,00000026            | 0,440             | 95,4%   | NR          |
| Abr/96     | 133.701,44                  | 0,00000005            | 0,00000021            | 0,242             | 99,8%   | NR          |
| Mai/96     | 59.149,73                   | 0,00000006            | 0,00000016            | 0,362             | 98,4%   | NR          |
| Jun/96     | 72.132,26                   | 0,00000008            | 0,00000011            | 0,678             | 80,7%   | NR          |
| Jul/96     | 69.671,71                   | 0,00000002            | 0,00000017            | 0,126             | 100,0%  | NR          |
| Ago/96     | 52.208,95                   | 0,00000003            | 0,00000007            | 0,512             | 93,2%   | NR          |
| Set/96     | 96.392,29                   | 0,00000127            | 0,00000202            | 0,630             | 85,3%   | NR          |
| Out/96     | 78.933,42                   | 0,00000002            | 0,00000145            | 0,015             | 100,0%  | NR          |
| Nov/96     | 27.719,65                   | 0,00000003            | 0,00000007            | 0,464             | 95,6%   | NR          |
| Dez/96     | 33.494,86                   | 0,00000012            | 0,00000015            | 0,824             | 66,2%   | NR          |
| Jan/97     | 39.327,46                   | 0,00000005            | 0,00000041            | 0,126             | 100,0%  | NR          |
| Fev/97     | 34.602,58                   | 0,00000006            | 0,00000030            | 0,205             | 100,0%  | NR          |
| Mar/97     | 30.821,00                   | 0,00000012            | 0,00000016            | 0,739             | 73,4%   | NR          |
| Abr/97     | 57.887,68                   | 0,00000015            | 0,00000027            | 0,540             | 89,7%   | NR          |
| Mai/97     | 52.118,63                   | 0,00000012            | 0,00000015            | 0,826             | 66,2%   | NR          |
| Jun/97     | 35.060,08                   | 0,00000014            | 0,00000018            | 0,748             | 73,3%   | NR          |
| Jul/97     | 64.815,27                   | 0,00000002            | 0,00000015            | 0,141             | 100,0%  | NR          |
| Ago/97     | 21.624,65                   | 0,00000011            | 0,00000003            | 3,310             | 0,5%    | R           |
| Set/97     | 73.619,70                   | 0,00000006            | 0,00000029            | 0,214             | 99,9%   | NR          |
| Out/97     | 140.711,70                  | 0,00000013            | 0,00000020            | 0,667             | 81,8%   | NR          |
| Nov/97     | 29.477,49                   | 0,00000058            | 0,00000023            | 2,480             | 2,1%    | R           |
| Dez/97     | 58.571,74                   | 0,00000439            | 0,00000192            | 2,284             | 3,2%    | R           |

continua

**TABELA 7 (continuação)**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**TESTE F DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | MÉDIA DIÁRIA<br>CONTR. NEG. | VARIÂNCIA<br>MÊS VCTO | VARIÂNCIA<br>MÊS ANT. | ESTATÍSTICA-<br>F | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------|-------------|
| <b>Jan/98</b>   | 34.501,15                   | 0,00000053            | 0,00001422            | 0,037             | 100,0%  | <b>NR</b>   |
| <b>Fev/98</b>   | 28.389,32                   | 0,00000054            | 0,00000217            | 0,251             | 99,8%   | <b>NR</b>   |
| <b>Mar/98</b>   | 19.799,10                   | 0,00000012            | 0,00000179            | 0,070             | 100,0%  | <b>NR</b>   |
| <b>Abr/98</b>   | 23.043,65                   | 0,00000003            | 0,00000034            | 0,099             | 100,0%  | <b>NR</b>   |
| <b>Total R</b>  |                             |                       |                       |                   |         | <b>5</b>    |
| <b>Total NR</b> |                             |                       |                       |                   |         | <b>39</b>   |
| <b>Total</b>    |                             |                       |                       |                   |         | <b>44</b>   |

(\*) R:  $H_0$  é rejeitada; NR:  $H_0$  não é rejeitada

Nível de significância de 5%

$H_0$ : Variância mês anterior ao vencimento  $\leq$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

$H_1$ : Variância mês anterior ao vencimento  $>$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

Notamos que, dos 44 vencimentos analisados, não rejeitamos a hipótese nula em 39 deles. Isso nos mostra claramente que também para o mercado de dólar, não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente.<sup>10</sup>

Os resultados da aplicação do teste de Conover encontram-se na tabela 8.

<sup>10</sup> A afirmativa apoia-se em raciocínio estatístico semelhante ao colocado na nota anterior.

**TABELA 8**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**TESTE DE CONOVER DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO | ESTATÍSTICA<br>Z | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|------------|------------------|---------|-------------|
| set/94     | -1,170           | 12,1%   | NR          |
| out/94     | -0,684           | 24,7%   | NR          |
| nov/94     | 0,063            | 52,5%   | NR          |
| dez/94     | 1,650            | 95,0%   | NR          |
| jan/95     | 1,432            | 92,4%   | NR          |
| fev/95     | 3,162            | 99,9%   | NR          |
| mar/95     | 0,932            | 82,4%   | NR          |
| abr/95     | -3,101           | 0,1%    | R           |
| mai/95     | 3,274            | 99,9%   | NR          |
| jun/95     | 0,276            | 60,9%   | NR          |
| jul/95     | 1,032            | 84,9%   | NR          |
| ago/95     | 3,524            | 100,0%  | NR          |
| set/95     | 5,387            | 100,0%  | NR          |
| out/95     | 2,593            | 99,5%   | NR          |
| nov/95     | 2,219            | 98,7%   | NR          |
| dez/95     | 1,902            | 97,1%   | NR          |
| jan/96     | 0,995            | 84,0%   | NR          |
| fev/96     | 2,175            | 98,5%   | NR          |
| mar/96     | 1,677            | 95,3%   | NR          |
| abr/96     | 1,625            | 94,8%   | NR          |
| mai/96     | 1,597            | 94,5%   | NR          |
| jun/96     | 1,154            | 87,6%   | NR          |
| jul/96     | 1,632            | 94,9%   | NR          |
| ago/96     | 1,704            | 95,6%   | NR          |
| set/96     | 3,315            | 100,0%  | NR          |
| out/96     | 5,027            | 100,0%  | NR          |
| nov/96     | 2,928            | 99,8%   | NR          |
| dez/96     | 1,281            | 90,0%   | NR          |
| jan/97     | 2,281            | 98,9%   | NR          |
| fev/97     | 1,310            | 90,5%   | NR          |
| mar/97     | 0,308            | 62,1%   | NR          |

continua

**TABELA 8 (continuação)**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**TESTE DE CONOVER DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | ESTATÍSTICA<br>Z | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|------------------|---------|-------------|
| abr/97          | 0,894            | 81,4%   | NR          |
| mai/97          | 1,019            | 84,6%   | NR          |
| jun/97          | 0,891            | 81,4%   | NR          |
| jul/97          | 2,659            | 99,6%   | NR          |
| ago/97          | 0,755            | 77,5%   | NR          |
| set/97          | 2,335            | 99,0%   | NR          |
| out/97          | 1,333            | 90,9%   | NR          |
| nov/97          | 4,323            | 100,0%  | NR          |
| dez/97          | -0,375           | 35,4%   | NR          |
| jan/98          | 3,567            | 100,0%  | NR          |
| fev/98          | 3,107            | 99,9%   | NR          |
| mar/98          | 2,794            | 99,7%   | NR          |
| abr/98          | 3,885            | 100,0%  | NR          |
| <b>Total R</b>  |                  |         | <b>1</b>    |
| <b>Total NR</b> |                  |         | <b>43</b>   |
| <b>Total</b>    |                  |         | <b>44</b>   |

R = H<sub>0</sub> é rejeitada; NR = H<sub>0</sub> não é rejeitada

Nível de significância de 5%

H<sub>0</sub>: Variância no mês anterior ao vencimento ≤ Variância no 2º mês anterior ao vencimento

H<sub>1</sub>: Variância no mês anterior ao vencimento > Variância no 2º mês anterior ao vencimento

Podemos notar que a hipótese nula é rejeitada em apenas 1 dos 44 vencimentos pelo teste de Conover. Por esse teste, também não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de dólar comercial no Brasil.

Com relação à aplicação da segunda metodologia, tivemos o seguinte resultado, de acordo com a tabela 9.

**TABELA 9**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENCTO | NÚMERO DE OBSERV. | Constante                     | Dias até o vencimento         | (*)R/NR | Dummy 2ª Feira              | Dummy 3ª Feira | Dummy 5ª Feira                | Dummy 6ª Feira | R2-ajust. | Schwarz criterion |
|--------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------|-------------------|
| set/94 | 42                | 0,000018<br><b>2,414592</b>   | 0,000000<br>-0,354200         | NR      | 0,000041<br><b>1,940809</b> |                |                               |                | 0,1539    | -20,4890          |
| out/94 | 56                | 0,000050<br><b>2,042255</b>   | -0,000001<br>-1,330055        | NR      | 0,000065<br><b>2,878962</b> |                |                               |                | 0,2221    | -19,4343          |
| nov/94 | 73                | 0,000065<br><b>3,437694</b>   | -0,000001<br><b>-2,099251</b> | R       | 0,000106<br><b>3,148600</b> |                |                               |                | 0,3255    | -19,1953          |
| dez/94 | 85                | 0,000037<br><b>2,413597</b>   | 0,000000<br>0,383985          | NR      | 0,000089<br><b>2,373949</b> |                |                               |                | 0,1368    | -18,6508          |
| jan/95 | 96                | 0,000049<br><b>2,770170</b>   | 0,000000<br>0,746474          | NR      |                             |                |                               |                | -0,0069   | -18,3384          |
| fev/95 | 111               | 0,000034<br><b>2,348737</b>   | 0,000000<br>1,598173          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0068    | -18,2770          |
| mar/95 | 119               | 0,000013<br>1,179169          | 0,000001<br>2,380247          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0429    | -18,1985          |
| abr/95 | 120               | 0,000061<br>1,478442          | 0,000000<br>0,385828          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0029    | -17,7021          |
| mai/95 | 118               | 0,000051<br>1,518435          | 0,000000<br>1,004856          | NR      |                             |                | -0,000042<br><b>-2,275367</b> |                | 0,0107    | -17,8281          |
| jun/95 | 137               | 0,000032<br>1,293615          | 0,000001<br>1,949964          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0133    | -17,2051          |
| jul/95 | 135               | 0,000019<br>1,147108          | 0,000001<br>3,422610          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0276    | -17,1621          |
| ago/95 | 68                | -0,000011<br>-0,938794        | 0,000001<br>2,126870          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0974    | -19,1266          |
| set/95 | 90                | -0,000450<br>-1,457173        | 0,000016<br>1,616982          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0692    | -12,9793          |
| out/95 | 79                | -0,000024<br>-1,564176        | 0,000001<br>1,767386          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0719    | -18,7074          |
| nov/95 | 87                | -0,000012<br>-1,238808        | 0,000000<br>1,401930          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0486    | -19,9215          |
| dez/95 | 89                | -0,000001<br>-1,139408        | 0,000000<br>2,413858          | NR      |                             |                |                               |                | 0,1654    | -25,1933          |
| jan/96 | 197               | -0,000324<br><b>-2,901192</b> | 0,000002<br>3,645901          | NR      |                             |                |                               |                | 0,2734    | -14,8726          |
| fev/96 | 106               | -0,000003<br>-1,471557        | 0,000000<br>1,964541          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0755    | -22,6835          |
| mar/96 | 88                | -0,000005<br>-1,108942        | 0,000000<br>1,231688          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0337    | -21,2605          |
| abr/96 | 90                | -0,000001<br>-1,407228        | 0,000000<br>1,930530          | NR      |                             |                |                               |                | 0,0791    | -25,1787          |
| mai/96 | 92                | 0,000000<br>-0,919622         | 0,000000<br>2,405457          | NR      |                             |                |                               |                | 0,1525    | -27,8169          |
| jun/96 | 88                | -0,000001<br>-1,912921        | 0,000000<br>2,555634          | NR      |                             |                |                               |                | 0,1484    | -26,2475          |
| jul/96 | 83                | 0,000000<br>-0,984469         | 0,000000<br>2,033307          | NR      |                             |                |                               |                | 0,1093    | -28,5763          |

continua

**TABELA 9 (continuação)**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENCTO          | NÚMERO DE OBSERV. | Constante                     | Dias até o vencimento | (*)R/NR   | Dummy 2ª Feira | Dummy 3ª Feira | Dummy 5ª Feira | Dummy 6ª Feira | R2-ajust. | Schwarz criterion |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-------------------|
| ago/96          | 85                | 0,000000<br>-0,571897         | 0,000000<br>2,294451  | NR        |                |                |                |                | 0,0660    | -28,9933          |
| set/96          | 93                | 0,000000<br>-0,017320         | 0,000000<br>0,741682  | NR        |                |                |                |                | 0,0004    | -22,5504          |
| out/96          | 104               | 0,000001<br>0,805815          | 0,000000<br>0,416100  | NR        |                |                |                |                | -0,0093   | -23,6559          |
| nov/96          | 81                | -0,000001<br>-1,114943        | 0,000000<br>1,270384  | NR        |                |                |                |                | 0,0197    | -23,1973          |
| dez/96          | 97                | -0,000001<br>-1,088425        | 0,000000<br>1,246021  | NR        |                |                |                |                | 0,0227    | -22,9449          |
| jan/97          | 135               | -0,000001<br>-0,914918        | 0,000000<br>1,205064  | NR        |                |                |                |                | 0,0079    | -22,2482          |
| fev/97          | 113               | -0,000001<br>-0,981913        | 0,000000<br>1,274468  | NR        |                |                |                |                | 0,0250    | -23,6491          |
| mar/97          | 113               | -0,000001<br>-0,923593        | 0,000000<br>1,279459  | NR        |                |                |                |                | 0,0263    | -23,0237          |
| abr/97          | 148               | 0,000000<br>-0,617362         | 0,000000<br>2,190848  | NR        |                |                |                |                | 0,0542    | -25,8180          |
| mai/97          | 135               | -0,000010<br>-1,788621        | 0,000000<br>2,039744  | NR        |                |                |                |                | 0,0487    | -19,9850          |
| jun/97          | 112               | -0,000002<br><b>-2,125230</b> | 0,000000<br>2,790359  | NR        |                |                |                |                | 0,1159    | -23,6398          |
| jul/97          | 170               | -0,000010<br>-1,361478        | 0,000000<br>1,465547  | NR        |                |                |                |                | 0,0332    | -19,7536          |
| ago/97          | 115               | -0,000009<br>-1,693519        | 0,000000<br>1,856434  | NR        |                |                |                |                | 0,0868    | -20,9898          |
| set/97          | 134               | -0,000002<br>-1,474856        | 0,000000<br>1,717390  | NR        |                |                |                |                | 0,0598    | -23,9042          |
| out/97          | 130               | -0,000001<br>-1,579979        | 0,000000<br>2,030125  | NR        |                |                |                |                | 0,0623    | -24,1071          |
| nov/97          | 111               | 0,000000<br>1,477251          | 0,000000<br>-0,063106 | NR        |                |                |                |                | -0,0091   | -27,2346          |
| dez/97          | 121               | 0,000003<br><b>2,094748</b>   | 0,000000<br>-1,496231 | NR        |                |                |                |                | 0,0481    | -24,7834          |
| jan/98          | 119               | 0,000007<br>1,841589          | 0,000000<br>-1,210270 | NR        |                |                |                |                | 0,0093    | -22,5961          |
| fev/98          | 90                | 0,000002<br>1,409446          | 0,000000<br>1,296448  | NR        |                |                |                |                | 0,0037    | -21,9245          |
| mar/98          | 108               | 0,000001<br>0,275523          | 0,000000<br>1,685097  | NR        |                |                |                |                | 0,0244    | -21,4062          |
| abr/98          | 107               | -0,000006<br><b>-1,943399</b> | 0,000000<br>2,979891  | NR        |                |                |                |                | 0,1286    | -21,3050          |
| <b>TOTAL R</b>  |                   |                               |                       | <b>1</b>  |                |                |                |                |           |                   |
| <b>TOTAL NR</b> |                   |                               |                       | <b>43</b> |                |                |                |                |           |                   |
| <b>TOTAL</b>    |                   |                               |                       | <b>44</b> |                |                |                |                |           |                   |

continua

**TABELA 9 (continuação)**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENCTO | NÚMERO DE OBSERV. | Constante              | Dias até o vencimento | (*)R/NR | Dummy 2ª Feira | Dummy 3ª Feira | Dummy 5ª Feira | Dummy 6ª Feira | R2-ajust. | Schwarz criterion |
|--------|-------------------|------------------------|-----------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-------------------|
| TOTAL  | 4696              | -0,000034<br>-1,683020 | 0,000001<br>2,668705  | NR      |                |                |                |                | 0,0289    | -16,4770          |

R = H<sub>0</sub> é rejeitada; NR = H<sub>0</sub> não é rejeitada

Os valores abaixo dos coeficientes estimados são as estatísticas t.

H<sub>0</sub> : c(1) ≥ 0

H<sub>1</sub> : c(1) < 0

c(1) = coef. da variável dias até o vencto.

Nesse caso, mostra-se também evidente a rejeição da Hipótese de Samuelson. Dos 44 contratos analisados, em apenas 1 houve rejeição da hipótese nula. Quando olhamos o resultado com todas as observações, também não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de dólar comercial.

Quando incluímos todas as variáveis, notamos que as variáveis dummies relativas aos meses de negócio abril e maio, ao mês de março de 1995 e aos anos de 1994, 1996 e 1997 são significativamente diferentes de zero, como mostra a Tabela 10. Entretanto, a introdução dessas variáveis não muda o nível de significância do nosso foco, que é a variável dias até o vencimento. Os resultados são apresentados na tabela 10.

**TABELA 10**  
**MERCADO FUTURO DE DÓLAR**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES SIGNIFICATIVAS**

| NÚMERO DE OBSERVAÇÕES |             | 4696             |
|-----------------------|-------------|------------------|
| DESCRIÇÃO             | Coeficiente | Estatística t    |
| Constante             | -0,000028   | <b>-1,798176</b> |
| Dias até o vencimento | 0,000001    | 3,600313         |
| <b>(*)R/NR</b>        |             | <b>NR</b>        |
| Dummy Abril           | 0,000034    | <b>2,011814</b>  |
| Dummy Maio            | 0,000029    | <b>2,457557</b>  |
| Dummy 1994            | 0,000026    | <b>2,984250</b>  |
| Dummy 1996            | -0,000042   | <b>-5,108526</b> |
| Dummy 1997            | -0,000037   | <b>-4,857152</b> |
| Dummy Março 1995      | 0,000547    | <b>2,665966</b>  |
| R2-Ajust.             | 0,143084    |                  |
| Schwarz Criterion     | -16,5925800 |                  |

(\*)R = Ho é rejeitada; NR = Ho não é rejeitada

H<sub>0</sub> : c(1) ≥ 0

H<sub>1</sub> : c(1) < 0

c(1) = coef. da variável dias até o vencto.

De acordo com os testes realizados, não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de dólar comercial.

### 3.3 FUTURO DE BOI GORDO

Os resultados do teste F de igualdade de variâncias encontram-se na tabela 11, onde podemos notar que, dos 19 vencimentos analisados, em 18 não podemos rejeitar a hipótese nula. Portanto, também não podemos afirmar que a hipótese em estudo está presente nesse contrato, por esse teste.

**TABELA 11**  
**MERCADO FUTURO DE BOI GORDO**  
**TESTE DE F IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | MÉDIA DIÁRIA<br>CONTR. NEG. | VARIÂNCIA<br>MÊS VCTO | VARIÂNCIA<br>MÊS ANT. | ESTATÍSTICA-<br>F | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------|-------------|
| Ago/95          | 14,52                       | 0,00004419            | 0,00007867            | 0,562             | 90,5%   | NR          |
| Out/95          | 23,71                       | 0,00006961            | 0,00010911            | 0,638             | 83,7%   | NR          |
| Dez/95          | 33,85                       | 0,00011782            | 0,00010214            | 1,154             | 37,9%   | NR          |
| Fev/96          | 13,72                       | 0,00002211            | 0,00007646            | 0,289             | 99,4%   | NR          |
| Abr/96          | 15,37                       | 0,00002960            | 0,00003533            | 0,838             | 64,8%   | NR          |
| Jun/96          | 22,34                       | 0,00001019            | 0,00008086            | 0,126             | 100,0%  | NR          |
| Ago/96          | 16,18                       | 0,00002106            | 0,00002031            | 1,037             | 46,6%   | NR          |
| Set/96          | 14,44                       | 0,00003959            | 0,00002197            | 1,802             | 9,4%    | NR          |
| Out/96          | 111,67                      | 0,00003382            | 0,00003906            | 0,866             | 62,8%   | NR          |
| Nov/96          | 9,93                        | 0,00005205            | 0,00004274            | 1,218             | 32,9%   | NR          |
| Dez/96          | 89,59                       | 0,00002911            | 0,00007878            | 0,370             | 98,0%   | NR          |
| Fev/97          | 70,48                       | 0,00005005            | 0,00004281            | 1,169             | 36,3%   | NR          |
| Jun/97          | 25,34                       | 0,00001718            | 0,00005581            | 0,308             | 99,4%   | NR          |
| Jul/97          | 13,67                       | 0,00001995            | 0,00001991            | 1,002             | 49,9%   | NR          |
| Ago/97          | 20,58                       | 0,00002146            | 0,00002515            | 0,853             | 63,7%   | NR          |
| Set/97          | 22,47                       | 0,00001626            | 0,00002898            | 0,561             | 90,2%   | NR          |
| Out/97          | 51,36                       | 0,00003392            | 0,00001395            | 2,432             | 2,3%    | R           |
| Dez/97          | 48,73                       | 0,00001649            | 0,00014157            | 0,117             | 100,0%  | NR          |
| Fev/98          | 29,38                       | 0,00000826            | 0,00002509            | 0,329             | 98,8%   | NR          |
| <b>Total R</b>  |                             |                       |                       |                   |         | <b>1</b>    |
| <b>Total NR</b> |                             |                       |                       |                   |         | <b>18</b>   |
| <b>Total</b>    |                             |                       |                       |                   |         | <b>19</b>   |

(\*) R:  $H_0$  é rejeitada; NR:  $H_0$  não é rejeitada

Nível de significância de 5%

$H_0$ : Variância mês anterior ao vencimento  $\leq$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

$H_1$ : Variância mês anterior ao vencimento  $>$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

Os resultados do teste de Conover são apresentados na tabela 12.

**TABELA 12**  
**MERCADO FUTURO DE BOI GORDO**  
**TESTE DE CONOVER DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | ESTATÍSTICA<br>Z | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|------------------|---------|-------------|
| ago/95          | 2,721            | 99,7%   | NR          |
| out/95          | 1,059            | 85,5%   | NR          |
| dez/95          | 0,601            | 72,6%   | NR          |
| fev/96          | 2,691            | 99,6%   | NR          |
| abr/96          | -0,356           | 36,1%   | NR          |
| jun/96          | 3,626            | 100,0%  | NR          |
| ago/96          | 1,897            | 97,1%   | NR          |
| set/96          | -0,419           | 33,8%   | NR          |
| out/96          | 1,630            | 94,8%   | NR          |
| nov/96          | 0,690            | 75,5%   | NR          |
| dez/96          | 2,628            | 99,6%   | NR          |
| fev/97          | 0,064            | 52,5%   | NR          |
| jun/97          | 3,092            | 99,9%   | NR          |
| jul/97          | 1,390            | 91,8%   | NR          |
| ago/97          | 2,435            | 99,3%   | NR          |
| set/97          | 2,116            | 98,3%   | NR          |
| out/97          | 1,056            | 85,5%   | NR          |
| dez/97          | 2,833            | 99,8%   | NR          |
| fev/98          | 2,404            | 99,2%   | NR          |
| <b>Total R</b>  |                  |         | <b>0</b>    |
| <b>Total NR</b> |                  |         | <b>19</b>   |
| <b>Total</b>    |                  |         | <b>19</b>   |

(\*) R = H<sub>0</sub> é rejeitada; NR = H<sub>0</sub> não é rejeitada

Nível de significância de 5%

H<sub>0</sub>: Variância no mês anterior ao vencimento ≤ Variância no 2º mês anterior ao vencimento

H<sub>1</sub>: Variância no mês anterior ao vencimento > Variância no 2º mês anterior ao vencimento

A hipótese nula não é rejeitada em nenhum dos 19 contratos analisados.

Também não podemos afirmar, por este teste, que a Hipótese de Samuelson se verifica no mercado futuro de boi gordo no Brasil.

A tabela 13 apresenta os resultados do primeiro teste envolvendo regressões.

**TABELA 13**  
**MERCADO FUTURO DE BOI GORDO**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENCTO          | NÚMERO DE OBSERV. | Constante                     | Dias até o vencimento    | (*)R/<br>NR | Dummy 2ª Feira                | Dummy 3ª Feira                | Dummy 5ª Feira                | Dummy 6ª Feira | R2-ajust. | Schwarz criterion |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------|-------------------|
| ago/95          | 174               | 0,00000022<br>0,008250        | 0,00000013<br>3,607346   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,1205    | -17,2820          |
| out/95          | 215               | 0,00002770<br>1,175736        | 0,00000072<br>2,578388   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0655    | -17,3820          |
| dez/95          | 113               | 0,00013100<br><b>3,380319</b> | -0,00000023<br>-0,399118 | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0075   | -17,0272          |
| fev/96          | 73                | 0,00000778<br>0,338031        | 0,00000227<br>2,419689   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,1049    | -17,7617          |
| abr/96          | 77                | -0,00000043<br>-0,020653      | 0,00000148<br>1,771404   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0853    | -18,3010          |
| jun/96          | 86                | 0,00003750<br><b>2,295454</b> | 0,00000007<br>0,250379   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0113    | -19,0130          |
| ago/96          | 164               | 0,00001070<br>1,126810        | 0,00000034<br>2,501585   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0388    | -18,9717          |
| set/96          | 51                | 0,00003900<br>3,242322        | -0,00000027<br>-0,664420 | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0118   | -19,9779          |
| out/96          | 240               | 0,00001860<br>1,698543        | 0,00000034<br>3,156770   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0496    | -18,4012          |
| nov/96          | 76                | 0,00004770<br><b>2,763290</b> | 0,00000017<br>0,414387   | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0103   | -19,1611          |
| dez/96          | 133               | 0,00005260<br><b>3,617405</b> | -0,00000002<br>-0,099405 | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0076   | -18,7522          |
| fev/97          | 85                | 0,00004700<br><b>2,743579</b> | 0,00000016<br>0,460838   | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0087   | -19,2020          |
| jun/97          | 146               | 0,00007300<br><b>3,430424</b> | -0,00000015<br>-0,801572 | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0042   | -18,0293          |
| jul/97          | 114               | -0,00000401<br>-0,257626      | 0,00000159<br>3,770675   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0971    | -17,4004          |
| ago/97          | 136               | -0,00000610<br>-0,445110      | 0,00000137<br>4,343698   | NR          |                               | -0,000040<br><b>-2,516623</b> |                               |                | 0,1371    | -17,7409          |
| set/97          | 152               | -0,00000790<br>-0,521215      | 0,00000112<br>3,265828   | NR          |                               | -0,000043<br><b>-2,805753</b> |                               |                | 0,1230    | -17,7576          |
| out/97          | 286               | 0,00003990<br><b>4,930645</b> | 0,00000003<br>0,518403   | NR          |                               |                               |                               |                | -0,0026   | -18,9712          |
| dez/97          | 97                | 0,00007560<br><b>2,402947</b> | -0,00000051<br>-1,253469 | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0018    | -17,8334          |
| fev/98          | 133               | 0,00002420<br><b>3,041865</b> | 0,00000016<br>1,232265   | NR          |                               |                               |                               |                | 0,0020    | -19,3409          |
| <b>TOTAL R</b>  |                   |                               |                          | <b>0</b>    |                               |                               |                               |                |           |                   |
| <b>TOTAL NR</b> |                   |                               |                          | <b>19</b>   |                               |                               |                               |                |           |                   |
| <b>TOTAL</b>    |                   |                               |                          | <b>19</b>   |                               |                               |                               |                |           |                   |
| <b>TOTAL</b>    | 2551              | 0,00005400<br><b>9,082047</b> | 0,00000028<br>3,827201   | <b>NR</b>   | -0,000016<br><b>-2,531969</b> | -0,000013<br><b>-2,001253</b> | -0,000022<br><b>-3,250799</b> |                | 0,0208    | -17,9605          |

(\*) R = H<sub>0</sub> é rejeitada; NR = H<sub>0</sub> não é rejeitada

Os valores abaixo dos coeficientes estimados são as estatísticas t.

H<sub>0</sub> : c(1) ≥ 0

H<sub>1</sub> : c(1) < 0, c(1) = coef. da variável dias até o vencto

Os resultados mostram que a hipótese nula não é rejeitada na totalidade dos casos. Com a introdução de todas as dummies, obtivemos os resultados constantes da tabela 14.

**TABELA 14**  
**MERCADO FUTURO DE BOI GORDO**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS**  
**ATÉ O VENCIMENTO E DUMMIES SIGNIFICATIVAS**

| NÚMERO DE OBSERVAÇÕES |             | 2551               |
|-----------------------|-------------|--------------------|
| DESCRIÇÃO             | Coeficiente | Estatística t      |
| Constante             | 0,0000592   | <b>9,6807020</b>   |
| Dias até o vencimento | 0,0000003   | 3,5789780          |
| <b>(*)R/NR</b>        |             | <b>NR</b>          |
| Dummy Segunda         | -0,0000154  | <b>-2,4882300</b>  |
| Dummy Terça           | -0,0000132  | <b>-2,0272930</b>  |
| Dummy Quinta          | -0,0000220  | <b>-3,2928110</b>  |
| Dummy Junho           | -0,0000428  | <b>-10,2149500</b> |
| R2-Ajust.             | 0,0290430   |                    |
| Schwarz Criterion     | -17,9662400 |                    |

(\*)R = Hipótese nula é rejeitada; NR = hipótese nula não é rejeitada

$H_0 : c(1) \geq 0$

$H_1 : c(1) < 0$

$c(1)$  = coef. da variável dias até o vencto.

Apesar de os coeficientes das variáveis dummy para segunda-feira, terça-feira, quinta-feira e para o mês de junho se mostrarem significativos, continuamos a não rejeitar a hipótese nula para a variável dias até o vencimento.

Para o contrato futuro de boi gordo, também não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson se verifica.

### 3.4 FUTURO DE CAFÉ ARÁBICA

Como ocorreu nos outros contratos analisados, a hipótese em estudo também não é confirmada por qualquer dos testes aplicados. A tabela 15 mostra os resultados do teste F de igualdade de variâncias.

**TABELA 15**  
**MERCADO FUTURO DE CAFÉ ARÁBICA**  
**TESTE F DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | MÉDIA DIÁRIA<br>CONTR. NEG. | VARIÂNCIA<br>21 ULT. DIAS | VARIÂNCIA<br>21 DIAS ANT. | ESTATÍS-<br>TICA F | P-VALOR | (*)R/<br>NR |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------|-------------|
| Set/94          | 20,10                       | 0,00075634                | 0,00141400                | 0,535              | 91,5%   | NR          |
| Dez/94          | 23,02                       | 0,00037135                | 0,00061652                | 0,603              | 86,7%   | NR          |
| Mar/95          | 31,60                       | 0,00031974                | 0,00029980                | 1,067              | 44,3%   | NR          |
| Mai/95          | 21,36                       | 0,00007410                | 0,00008746                | 0,848              | 64,3%   | NR          |
| Jul/95          | 27,12                       | 0,00058867                | 0,00033912                | 1,736              | 11,3%   | NR          |
| Set/95          | 16,00                       | 0,00031089                | 0,00026226                | 1,186              | 35,4%   | NR          |
| Dez/95          | 16,10                       | 0,00026877                | 0,00018123                | 1,484              | 19,3%   | NR          |
| Jul/96          | 33,71                       | 0,00059848                | 0,00011537                | 5,188              | 0,0%    | R           |
| Set/96          | 54,29                       | 0,00042750                | 0,00032313                | 1,323              | 26,9%   | NR          |
| Dez/96          | 162,02                      | 0,00008440                | 0,00021618                | 0,391              | 97,9%   | NR          |
| Mar/97          | 55,71                       | 0,00101141                | 0,00142612                | 0,710              | 77,5%   | NR          |
| Mai/97          | 43,88                       | 0,00032063                | 0,00112226                | 0,286              | 99,6%   | NR          |
| Jul/97          | 51,33                       | 0,00073915                | 0,00209252                | 0,354              | 98,8%   | NR          |
| Set/97          | 47,52                       | 0,00056330                | 0,00039320                | 1,433              | 21,4%   | NR          |
| Dez/97          | 48,45                       | 0,00021430                | 0,00015383                | 1,394              | 23,3%   | NR          |
| Mar/98          | 18,26                       | 0,00029316                | 0,00021162                | 1,386              | 23,6%   | NR          |
| <b>Total R</b>  |                             |                           |                           |                    |         | <b>1</b>    |
| <b>Total NR</b> |                             |                           |                           |                    |         | <b>15</b>   |
| <b>Total</b>    |                             |                           |                           |                    |         | <b>16</b>   |

(\*) R:  $H_0$  é rejeitada; NR:  $H_0$  não é rejeitada

Nível de significância de 5%

$H_0$ : Variância mês anterior ao vencimento  $\leq$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

$H_1$ : Variância mês anterior ao vencimento  $>$  Variância do 2º mês anterior ao vencimento

Dos 16 vencimentos analisados, a hipótese nula não é rejeitada em 15 casos.

Os resultados do teste de Conover são relatados na tabela 16.

**TABELA 16**  
**MERCADO FUTURO DE CAFÉ ARÁBICA**  
**TESTE DE CONOVER DE IGUALDADE DE VARIÂNCIAS**

| VENCIMENTO      | ESTATÍSTICA |         | (*)R/<br>NR |
|-----------------|-------------|---------|-------------|
|                 | Z           | P-VALOR |             |
| set/94          | 0,416       | 66,1%   | NR          |
| dez/94          | 0,712       | 76,2%   | NR          |
| mar/95          | 1,409       | 92,1%   | NR          |
| mai/95          | 1,902       | 97,1%   | NR          |
| jul/95          | 1,245       | 89,4%   | NR          |
| set/95          | 0,285       | 61,2%   | NR          |
| dez/95          | 0,162       | 56,5%   | NR          |
| jul/96          | -1,603      | 5,4%    | NR          |
| set/96          | -0,082      | 46,7%   | NR          |
| dez/96          | 2,324       | 99,0%   | NR          |
| mar/97          | 1,099       | 86,4%   | NR          |
| mai/97          | 2,497       | 99,4%   | NR          |
| jul/97          | 3,041       | 99,9%   | NR          |
| set/97          | -0,292      | 38,5%   | NR          |
| dez/97          | -0,322      | 37,4%   | NR          |
| mar/98          | 0,208       | 58,2%   | NR          |
| <b>Total R</b>  |             |         | <b>0</b>    |
| <b>Total NR</b> |             |         | <b>16</b>   |
| <b>Total</b>    |             |         | <b>16</b>   |

(\*) R =  $H_0$  é rejeitada; NR =  $H_0$  não é rejeitada

Nível de significância de 5%

$H_0$ : Variância no mês anterior ao vencimento < ou = Variância no 2º mês anterior ao vencimento

$H_1$ : Variância no mês anterior ao vencimento > Variância no 2º mês anterior ao vencimento

Aqui, a hipótese nula não é rejeitada em todos os vencimentos.

As tabelas 17 e 18, a seguir, apresentam os resultados da aplicação da metodologia de regressão da variância dos retornos contra dias até o vencimento.

**TABELA 17**  
**MERCADO FUTURO DE CAFÉ ARÁBICA**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS ATÉ O**  
**VENCIMENTO E DUMMIES DE DIAS DA SEMANA**

| VENCTO          | NÚMERO DE OBSERV. | Constante                     | Dias até o vencimento         | (*)R/ NR  | Dummy 2ª Feira                | Dummy 3ª Feira                | Dummy 5ª Feira | Dummy 6ª Feira                | R2-ajust. | Schwarz criterion |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| set/94          | 55                | -0,000279<br>-0,609903        | 0,000030<br>2,325451          | NR        | 0,002113<br><b>2,131992</b>   |                               |                |                               | 0,2075    | -12,2551          |
| dez/94          | 98                | -0,000068<br>-0,256698        | 0,000009<br>3,096124          | NR        | 0,001135<br><b>2,208726</b>   |                               |                |                               | 0,1603    | -13,2345          |
| mar/95          | 121               | 0,000327<br><b>2,605697</b>   | 0,000002<br>1,325404          | NR        |                               |                               |                |                               | 0,0052    | -14,2462          |
| mai/95          | 104               | 0,000005<br>0,052561          | 0,000003<br>2,353581          | NR        |                               |                               |                |                               | 0,0789    | -15,5214          |
| jul/95          | 105               | 0,000625<br><b>3,301621</b>   | -0,000003<br><b>-2,104389</b> | R         |                               |                               |                |                               | 0,0544    | -14,7141          |
| set/95          | 97                | 0,000427<br><b>3,111294</b>   | 0,000000<br>-0,385915         | NR        |                               | -0,000216<br><b>-2,138147</b> |                |                               | 0,0071    | -14,9527          |
| dez/95          | 129               | 0,000312<br><b>2,913966</b>   | 0,000001<br>0,966085          | NR        |                               |                               |                |                               | -0,0028   | -14,6808          |
| jul/96          | 176               | 0,000317<br>1,869150          | 0,000000<br>0,293668          | NR        |                               |                               |                | -0,000188<br><b>-2,275434</b> | -0,0008   | -14,3010          |
| set/96          | 173               | 0,000456<br><b>3,804318</b>   | -0,000001<br>-0,864722        | NR        |                               |                               |                |                               | 0,0012    | -14,7555          |
| dez/96          | 122               | 0,000015<br>0,256691          | 0,000004<br>3,451213          | NR        |                               |                               |                |                               | 0,1069    | -15,0565          |
| mar/97          | 143               | 0,000999<br><b>2,021819</b>   | -0,000004<br>-1,162492        | NR        |                               |                               |                |                               | 0,0109    | -12,6935          |
| mai/97          | 77                | 0,000653<br><b>2,476914</b>   | 0,000007<br>1,163638          | NR        |                               |                               |                | -0,000832<br><b>-2,484046</b> | 0,0067    | -12,0665          |
| jul/97          | 124               | 0,001547<br><b>3,931894</b>   | -0,000003<br>-1,364526        | NR        | -0,000609<br><b>-2,996818</b> |                               |                | -0,000757<br><b>-3,407800</b> | 0,0379    | -12,8821          |
| set/97          | 147               | 0,000889<br><b>4,180175</b>   | 0,000001<br>0,866391          | NR        | -0,000376<br><b>-2,325125</b> |                               |                | -0,000484<br><b>-2,407002</b> | 0,0073    | -13,1295          |
| dez/97          | 120               | 0,000251<br><b>2,010549</b>   | 0,000002<br>1,736136          | NR        |                               |                               |                |                               | 0,0132    | -14,5759          |
| mar/98          | 132               | 0,000305<br><b>2,390643</b>   | 0,000001<br>1,200221          | NR        |                               |                               |                |                               | -0,0026   | -14,4036          |
| <b>TOTAL R</b>  |                   |                               |                               | <b>1</b>  |                               |                               |                |                               |           |                   |
| <b>TOTAL NR</b> |                   |                               |                               | <b>15</b> |                               |                               |                |                               |           |                   |
| <b>TOTAL</b>    |                   |                               |                               | <b>16</b> |                               |                               |                |                               |           |                   |
| <b>TOTAL</b>    | 1923              | 0,0005560<br><b>8,2663380</b> | -0,0000005<br>-1,2050620      | NR        |                               | 0,0001450<br><b>2,1851520</b> |                |                               | 0,0028    | -13,6193          |

(\*)R =  $H_0$  é rejeitada; NR =  $H_0$  não é rejeitada

Os valores abaixo dos coeficientes estimados são as estatísticas t.

$H_0 : c(1) \geq 0$

$H_1 : c(1) < 0$

$c(1)$  = coef. da variável dias até o vencto.

**TABELA 18**  
**MERCADO FUTURO DE CAFÉ ARÁBICA**  
**REGRESSÕES DA VARIÂNCIA DOS RETORNOS CONTRA DIAS**  
**ATÉ O VENCIMENTO E DUMMIES SIGNIFICATIVAS**

| NÚMERO DE OBSERVAÇÕES |             | 1923             |
|-----------------------|-------------|------------------|
| DESCRIÇÃO             | Coeficiente | Estatística t    |
| Constante             | 0,000513    | <b>7,962328</b>  |
| Dias até o vencimento | 0,000000    | -0,452042        |
| (*)R/NR               |             | <b>NR</b>        |
| Dummy 6ª Feira        | -0,000155   | <b>-3,088629</b> |
| Dummy 1994            | 0,000710    | <b>6,062504</b>  |
| Dummy 1997            | 0,000455    | <b>6,015391</b>  |
| Dummy Março           | -0,000148   | <b>-2,016337</b> |
| Dummy Outubro         | -0,000374   | <b>-3,955983</b> |
| Dummy Novembro        | -0,000469   | <b>-6,156367</b> |
| Dummy Dezembro        | -0,000308   | <b>-2,793871</b> |
| Dummy Abril           | -0,000267   | <b>-3,558580</b> |
| Dummy Setembro        | -0,000356   | <b>-3,750639</b> |
| R2-Ajust.             | 0,0665260   |                  |
| Schwarz Criterion     | -13,5805500 |                  |

(\*)R = Ho é rejeitada; NR = Ho não é rejeitada

$H_0 : c(1) \geq 0$

$H_1 : c(1) < 0$

$c(1)$  = coef. da variável dias até o vencto.

Continuamos a não rejeitar a hipótese nula em 15 dos 16 casos nas regressões apenas com as dummies de dias da semana. Quando introduzimos todas as outras dummies, também não rejeitamos a hipótese nula. Aqui também a conclusão é que não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson está presente no mercado futuro de café arábica.

#### **IV - RESUMO E CONCLUSÕES**

Nesta pesquisa, testamos a existência, no mercado futuro brasileiro, do fenômeno conhecido como Hipótese de Samuelson, isto é, que a volatilidade dos retornos de preços futuros aumenta à medida que se aproxima a data de vencimento dos respectivos contratos.

Estudamos quatro contratos futuros negociados na BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros: futuro de Ibovespa, futuro de dólar, futuro de boi gordo e futuro de café arábica, durante o período de julho de 1994 a maio de 1998.

Cada contrato foi submetido a quatro testes distintos. Os resultados obtidos mostraram que não podemos afirmar que a Hipótese de Samuelson ocorre no mercado futuro brasileiro. Tais resultados encontram-se em linha com os obtidos por outros autores, no mercado futuro americano.

## V. BIBLIOGRAFIA

Anderson, R. W., 1985, Some Determinants of the Volatility of Futures Prices, *Journal of Futures Markets* 5, 331-348

Anderson, R. W., and J. P. Danthine, 1983, The Time Pattern of Hedging and the Volatility of Futures, *Review of Economic Studies* 50, 249-266

Barnhill, T. M., J. V. Jordan, and W. E. Seale, 1987, Maturity and Refunding Effects of Treasury-Bond Futures Price Variance, *Journal of Financial Research* 10, 121-131

Berenson, Mark L., and David M. Levine, 1996, Basic Business Statistics : Concepts and Applications, 6th. Ed., Prentice-Hall

Castelino, M. G., and J. C. Francis, 1982, Basis Speculation in Commodity Futures : The Maturity Effect, *Journal of Futures Markets* 2, 195-206

Cornett, M. M., and R. C. Trevino, 1989, Monthly Return Patterns on Commodity Futures Contracts, *Review of Futures Markets* 8, 86-104

Dusak-Miller, K., 1979, The Relation Between Volatility and Maturity in Futures Contracts, in R. M. Leuthold, Commodity Markets and Futures Prices, Chicago Mercantile Exchange, 1979

Fama, E., 1970, Efficient Capital Markets : Theory and Empirical Work, *Journal of Finance* 25(2), 383-417

Fama, E., 1991, Efficient Capital Markets : II, *Journal of Finance*, 264-293

Ferris, S., and D. Chance, 1987, Trading Time Effects in Financial and Commodity Futures Markets, *Financial Review* 22, 281-294

Finnerty, J. E., and H. Y. Park, 1988, Intraday Return and Volatility Patterns in the Stock Market : Futures Versus Spot, in Advances in Futures and Options Research 3, North-Holland, 301-317

French, K. R., and R. Roll, 1986, Stock Return Variances : The Arrival of Information and the Reaction of Traders, *Journal of Financial Economics* 17, 5-26

Galloway, T., and R. Kolb, 1996, Futures Prices and the Maturity Effect, *Journal of Futures Markets* 16(7), 809-828

Garbade, K., and W. Silber, 1983, Price Movements and Price Discovery in Futures and Cash Markets, *Review of Economics and Statistics* 65, 289-297

Grauer, F. L. A., 1977, Equilibrium in Commodity Futures Markets : Theory and Tests, Ph. D. Dissertation, Stanford University

Hill, J., T. Schneeweis, and J. Yau, 1990, International Trading/Non-Trading Time Effects on Risk Estimation in Futures Markets, *Journal of Futures Markets* 4, 407-423

Jordan, J. V., W. E. Seale, S. J. Dinehart, and D. E. Kenyon, 1988, The Intraday Variability of Soybean Futures Prices : Information and Trading Effects, *Review of Futures Markets* 7, 96-108

Kenyon, D., K. Kenneth, J. Jordan, W. Seale, and N. McCabe, 1987, Factors Affecting Agricultural Futures Price Variance, *Journal of Futures Markets* 7, 73-91

Khoury, N. T., and P. Yourougou, 1989, Price Discovery Performance and Maturity Effects in the Canadian Feed Wheat Market, *Review of Futures Markets* 8, 402-418

Khoury, N., and P. Yourougou, 1993, Determinants of Agricultural Futures Price Volatilities : Evidence from Winnipeg Commodity Exchange, *Journal of Futures Markets* 13, 345-356

Lauterback, B., and M. Monroe, 1989, Evidence on the Effect of Information and Noise Trading on Intraday Gold Futures Returns, *Journal of Futures Markets* 4, 297-306

Milonas, N. T., 1986, Price Variability and the Maturity Effect in Futures Markets, *Journal of Futures Markets* 6, 443-460

Milonas, N. T., 1995, Measuring Seasonalities in Commodity Markets and the Half-Month Effect, *Journal of Futures Markets* 11, 331-345

Milonas, N. T., and A. Vora, 1985, Sources of Nonstationarity in Cash and Futures Prices, *Review of Research in Futures Markets* 4, 31-326

Newey, W., and West, K., 1987, A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroscedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix, *Econometrica* 55, 703-708

Ross, S. A., 1989, Information and Volatility : The No-Arbitrage Martingale Approach to Timing and Resolution Irrelevancy, *Journal of Finance* 44, 1-17

Rutledge, D. J. S., 1976, A Note on the Variability of Futures Prices, *Review of Economics and Statistics* 58, 118-120

Samuelson, P., 1965, Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly, *Industrial Management Review* 6, 41-49

Sprent, P., 1993, Applied Nonparametric Statistical Methods, 2<sup>nd</sup> ed., Chapman & Hall

## VI. APÊNDICE

O teste não-paramétrico de igualdade de variâncias proposto por Conover<sup>11</sup> envolve os passos descritos a seguir.

1. Estimam-se as médias  $m_X$  e  $m_Y$  das amostras de X e Y, respectivamente, onde:

$$X = x_1, x_2, \dots, x_m, e$$

$$Y = y_1, y_2, \dots, y_n, .$$

2. Para cada observação, calcula-se o valor absoluto do desvio em relação à média respectiva,  $|x_i - m_X|$  e  $|y_i - m_Y|$

3. Os desvios absolutos são ranqueados, de 1 até  $m+n$ , do menor para o maior desvio absoluto. Para qualquer das amostras, calcula-se a soma dos quadrados dos rankings. Seja T essa soma.

4. Para grandes amostras (acima de 15 observações), T segue uma distribuição normal, com :

$$E(T) = \frac{m \left( \sum_{j=1}^{m+n} s_j \right)}{m+n} e$$

---

<sup>11</sup> Para detalhes, ver Sprent (1993).

$$\text{Var}(T) = \frac{mn}{(m+n)(m+n-1)} \sum_{j=1}^{m+n} s_j^2 - \frac{1}{m+n} \left( \sum_{j=1}^{m+n} s_j \right)^2$$

onde  $s_j = \text{ranking}$  de cada observação.

5. A variável  $Z = \frac{T - E(T)}{\sqrt{\text{Var}(T)}}$ , segue, então, uma distribuição normal

padronizada, sendo utilizada para aplicação do teste em foco.