

Precificação de opções de *commodities* agropecuárias no Brasil: o caso do café arábica*

Dalton Rodrigues da Silva Leite[§]
João Gomes Martines Filho[□]
Carlos José Caetano Bacha[†]

RESUMO

Precificar opções é utilizar modelos para determinar o seu preço. O presente trabalho compara o valor fornecido por alguns modelos de precificação de opções com os preços efetivos, negociados na BM&F, das opções sobre contratos futuros de café com vencimento entre fevereiro de 1997 e agosto de 1999. Os resultados da pesquisa mostram que o modelo que melhor representou o mercado de opções sobre contratos futuros de café da BM&F, no período analisado, foi o modelo de Black, utilizando a volatilidade implícita como previsão da volatilidade futura. Entretanto, o método de cálculo da volatilidade que representou de modo estatisticamente significativo a volatilidade real, calculada *ex-post*, foi o da volatilidade histórica. Esses resultados sugerem que as posições vendidas foram mais lucrativas do que as posições compradas no período analisado.

Palavras-chave: modelos de precificação de opções, café, Brasil.

ABSTRACT

This paper compares and tests options pricing models to the actual premiums on the coffee options on futures contract negotiated at Bolsa de Mercadorias & Futuros. It uses data on the contracts with expiration date from February 1997 through August 1999. The results show that the Black's model, using the implicit volatility as a forecast of the future volatility, is the best to represent the actual premiums of the options market on the coffee future contracts. However in an *exp post* analysis, it is the historical volatility procedure that best fits the actual volatility of the options. Since options premiums were overpriced under this period of analysis, we find that short positions were more profitable than long positions.

Key-words: pricing options models, coffee, Brazil.

JEL classification: Q13, Q14.

* Artigo baseado na dissertação de mestrado do primeiro autor, orientada e co-orientada pelos demais autores, respectivamente.

§ Mestre em Economia Aplicada pela ESALQ/USP e técnico do Banco do Brasil S.A.

□ Professor Doutor da ESALQ/USP e Visiting Scholar da University of Illinois at Urbana-Champaign.

† Professor Associado da ESALQ/USP.

Recebido em abril de 2000. Aceito em agosto de 2000.

1 Introdução

O objetivo deste trabalho é comparar os valores fornecidos por alguns modelos de precificação de opções sobre futuro em relação aos preços efetivos de opções sobre futuro de café, negociadas na BM&F, com vencimentos¹ entre fevereiro de 1997 e agosto de 1999. Este período antecede a internacionalização das negociações com contratos agrícolas na BM&F, iniciada em 8 de dezembro de 1999, e que, no primeiro momento, se concentraram nos contratos futuros de café. O pouco tempo decorrido dessa internacionalização (e, portanto, as poucas informações disponíveis) não permite, ainda, a sua inclusão em nossa análise.

O termo “precificação de opções” é utilizado para designar a utilização de modelos matemáticos para valorar contratos de opções, ou seja, determinar seu preço. Uma importante variável desses modelos é a volatilidade. Esta é o desvio padrão dos retornos de curto prazo de um ativo (valorado pelo seu preço *spot*) expresso em porcentual ao ano.

Um contrato de opção dá ao seu titular, ou comprador, mediante o pagamento de um valor (preço ou prêmio da opção), o direito, mas não a obrigação, de comprar ou vender algo (o ativo básico da opção) por determinado valor em uma época futura preestabelecida. O vendedor, ou lançador, do contrato de opção tem a obrigação, respectivamente, de vender ou comprar o ativo básico da opção, caso o comprador venha a exercer seu direito. Para tanto, o vendedor recebe, no ato da venda, o prêmio da opção.

Os contratos de opção propiciam aos agentes econômicos oportunidade para administrar o risco de flutuação de preço ao qual estão sujeitos. Há dois tipos de opções: a européia e a americana. A primeira não permite a liquidação antes do vencimento, a segunda permite esta alternativa.

A idéia básica por trás dos modelos de precificação é a de fornecer um valor que, respeitadas as restrições impostas na concepção dos modelos, pode ser considerado como o “valor teórico” para compra e ou venda do referido contrato de opção.

Como sempre há entre os modelos de precificação uma ou mais premissas desiguais e ou a utilização de diferentes tratamentos matemáticos, pode-se sempre supor que os preços gerados por esses modelos, no apreçamento de uma determinada opção, podem diferir entre si. Dessa

1 Os contratos de opções vencem um mês antes dos contratos futuros aos quais se referem.

forma, conhecer um modelo de precificação de opções que expresse, da melhor forma possível, o comportamento das opções negociadas no mercado pode auxiliar os agentes econômicos na tomada de decisão e contribuir para a eficiência do mercado, evitando retornos anormais.

A cultura do café possui grande importância econômica para o País, tendo sido objeto de constantes estudos, tanto de seus aspectos agrônômicos quanto econômicos. Entre os contratos agrícolas negociados na BM&F, os contratos de café são os que possuem maior liquidez. Martits (1998) estudou os fatores que afetam o sucesso/fracasso dos contratos futuros agrícolas negociados na BM&F e concluiu que há algumas características do setor agroindustrial do café que são responsáveis pelo relativo sucesso desses contratos.

No Brasil há alguns trabalhos sobre teste de modelos de precificação, porém, todos relacionados ao mercado de opções de ações, como, por exemplo, Barreto e Baidya (1987), Vitiello Júnior (1998) e Rochman (1998). Não há, entretanto, nenhum trabalho publicado, até a presente data, que tenha avaliado como os preços praticados no mercado de opções sobre contratos futuros de café se aproximam ou diferem dos valores sugeridos por modelos de precificação. Essa avaliação é, por sua vez, importante para detectar possíveis comportamentos erráticos dos agentes que operam com opções sobre contratos futuros de café.

2 Modelos considerados no trabalho

Entre o vários modelos de precificação de opções existentes,² foram selecionados para o presente trabalho o de Black (1976), o de Barone-Adesi e Whaley (1987) e o de Bjerksund & Stensland (1993).

Listamos abaixo as hipóteses comuns a todos os modelos escolhidos:

- o comportamento do preço dos ativos corresponde ao modelo lognormal no qual μ (retorno esperado) e σ (volatilidade) são constantes;
- não há custos de transação ou impostos. Todos os títulos são perfeitamente divisíveis;

2 Uma exposição completa dos modelos de precificação de opções, com suas vantagens e deficiências, pode ser vista em Leite (2000).

- o ativo não paga qualquer tipo de remuneração (cupom) durante a vida da opção;
- não há oportunidades de arbitragem sem risco;
- a negociação com títulos é contínua;
- os investidores podem captar ou emprestar à mesma taxa de juro livre de risco;
- a taxa de juro livre de risco de curto prazo, r , é constante.

O quadro a seguir apresenta algumas características particulares a cada um destes modelos.

Quadro 1

Algumas Características Relevantes dos Modelos Estudados

Modelo de Black	– Embora tenha sido desenvolvido para precificação de opções europeias sobre contratos futuros, é o modelo mais usado pelo mercado na precificação de opções agropecuárias da BM&F, que são do tipo americano.
Modelo de Barone-Adesi e Whaley	– O método de aproximação quadrática de Barone-Adesi e Whaley pode ser usado para precificar opções de compra e venda de um ativo com taxa de custo de carregamento b ; – Calcula o valor do prêmio pelo direito de exercício antecipado que deve ser somado à Fórmula de Black, quando $b < r$, como no caso de opções sobre contratos futuros.
Modelo de Bjerksund e Stensland	– A aproximação de Bjerksund e Stensland pode ser usada para precificar opções americanas de ações, sobre futuros e de taxa de câmbio; – Baseado na definição de um preço limite para o exercício (preço de disparo); – Investigações numéricas dos autores do modelo indicam que ele é um tanto mais preciso para opções de longo prazo que o modelo de Barone-Adesi e Whaley.

A escolha destes modelos foi feita considerando-se os seguintes aspectos:

- facilidade de obtenção dos dados (*inputs*) exigidos pelo modelo;
- eficiência computacional (tempo gasto para execução dos cálculos); e
- facilidade de operacionalização.

A existência destas características nos modelos a serem testados parece ser fundamental para que possam ser usados em larga escala pelos participantes do mercado.

As equações básicas desses modelos, que foram estimadas, são as seguintes:

a) modelo de Black

$$c = e^{-rT} [F.N(d_1) - X.N(d_2)] \quad (1)$$

$$p = e^{-rT} [X.N(-d_2) - F.N(-d_1)] \quad (2)$$

onde:

c = preço de uma opção de compra europeia,

p = preço de uma opção de venda europeia,

F = preço corrente do contrato futuro objeto da opção,

X = preço de exercício da opção,

r = taxa de juros livre de risco (continuamente capitalizada),

T = tempo até o vencimento da opção (em anos),

σ = volatilidade do contrato futuro (desvio padrão dos retornos), e,

N() = função de distribuição de probabilidade acumulada de uma variável normal padronizada.

$$d_1 = \frac{\ln(F/X) + \sigma^2 T/2}{\sigma\sqrt{T}} \quad e \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

b) Modelo de Barone-Adesi & Whaley

$$\begin{aligned} C(S, T) &= c(S, T) + A_2 (S/S^*)^{q_2}, \text{ quando } S < S^* \quad e \\ C(S, T) &= S - X \quad \text{quando } S \geq S^* \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} P(S, T) &= p(S, T) + A_1 (S/S^{**})^{q_1}, \text{ quando } S > S^{**} \quad e \\ P(S, T) &= X - S, \text{ quando } S \leq S^{**} \end{aligned} \quad (4)$$

onde:

$c(S, T)$ = preço de uma opção de compra europeia (determinado pelo modelo de Black),

$C(S, T)$ = preço de uma opção de compra americana,

$p(S, T)$ = preço de uma opção de venda europeia (determinado pelo modelo de Black),

$P(S, T)$ = preço de uma opção de venda americana,

S = preço corrente do ativo objeto da opção,

X = preço de exercício da opção,

T = tempo até o vencimento da opção (em anos),

S^* = valor crítico para o exercício de uma opção de compra americana,

S^{**} = valor crítico para o exercício de uma opção de venda americana,

$$A_2 = (S^*/q_2) \{1 - e^{(b-r)T} N[d_1(S^*)]\}$$

$$A_1 = - (S^{**}/q_1) \{1 - e^{(b-r)T} N[-d_1(S^{**})]\}$$

q_1 e q_2 são as raízes da equação: $aS^q[q^2 + (N-1)q - M/K] = 0$, onde:

$$M = 2r/\sigma^2, \quad N = 2b/\sigma^2,$$

b = custo de carregamento,

r = taxa de juros livre de risco (continuamente capitalizada), e

σ = volatilidade do ativo (desvio padrão dos retornos).

c) Modelo de Bjerksund & Stensland

$$C = \alpha S^\beta - \alpha \phi(S, T, \beta, I, I) + \phi(S, T, 1, I, I) - \phi(S, T, 1, X, I) - X \phi(S, T, 0, I, I) + X \phi(S, T, 0, X, I) \quad (5)$$

$$P(S, X, T, r, b, \sigma) = C(X, S, T, r - b, -b, \sigma) \quad (6)$$

onde:

C = preço de uma opção de compra americana,

P = preço de uma opção de venda americana,

S = preço corrente do ativo objeto da opção,

X = preço de exercício da opção,

T = tempo até o vencimento da opção (em anos),

r = taxa de juros livre de risco (continuamente capitalizada),

b = custo de carregamento,

σ = volatilidade do ativo (desvio padrão dos retornos),

I = preço de disparo (valor do ativo acima do qual a opção de compra deve ser exercida),

$\alpha = (I - X)I^{-\beta}$, e,

$$\beta = \left(\frac{1}{2} - \frac{b}{\sigma^2} \right) + \sqrt{\left(\frac{b}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + 2 \frac{r}{\sigma^2}}$$

É importante lembrar que para se utilizar esses modelos para a precificação de opções, é necessário que se tenha em mãos os valores de todas as variáveis, quais sejam: o preço do contrato futuro de café (ativo básico), o preço de exercício da opção, o tempo até o vencimento da opção, a taxa de juros livre de risco e a volatilidade.

2.1 A volatilidade

A volatilidade é considerada a variável mais importante devido, principalmente, à dificuldade de estimá-la corretamente e à alta sensibilidade do preço a ser calculado em relação às variações do seu valor. No presente trabalho consideraram-se dois tipos de volatilidade: a histórica e a implícita.

2.1.1 A volatilidade histórica

Pode-se entender a volatilidade histórica como o desvio padrão, expresso em porcentagem ao ano, dos retornos continuamente capitalizados de um ativo (valorado pelo seu preço *spot*).

O cálculo da volatilidade (σ) a partir de dados históricos dos preços de um ativo pode ser obtido, segundo Hull (1997), por meio das seguintes fórmulas:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} \text{ ou} \quad (7)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n r_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n r_i \right)^2} \quad (8)$$

onde:³

s = estimativa do desvio padrão dos retornos continuamente capitalizados;

$n + 1$ = número de observações dos preços;

$r_i = \ln(S_i / S_{i-1})$, sendo S_i o preço do ativo no final do i -ésimo intervalo ($i = 1, 2, \dots, n$);

\bar{r} = média de r_i .

Como r_i é o retorno continuamente capitalizado do preço do ativo, e o desvio padrão dos valores de r_i é $\sigma\sqrt{T}$, a variável s é uma estimativa de $\sigma\sqrt{T}$. Assim, σ pode ser estimado como:

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{T}} \quad (9)$$

onde T é o intervalo de tempo em anos entre dois dados consecutivos da amostra. O erro padrão dessa estimativa é de aproximadamente $\sigma/\sqrt{2n}$

2.1.2 Volatilidade implícita

A volatilidade implícita é aquela que, aplicada a um modelo de precificação de opções, torna o prêmio teórico igual ao prêmio de mercado.

Pelo fato das fórmulas mais usadas no mercado para precificação de opções não permitirem

3 A expressão $\ln(S_i/S_{i-1})$ é o retorno, capitalizado de forma contínua, fornecido pelo ativo S no intervalo (S_i, S_{i-1}) . Os valores de S_i e S_{i-1} são, normalmente, os preços de fechamento dos dias i e $i-1$.

4 Uma explicação detalhada do método, incluindo exemplos, pode ser encontrada em Chriss (1997).

que se isole a variável volatilidade, isto tem de ser feito por processos iterativos de tentativa e erro, como o algoritmo de aproximação de Newton-Raphson⁴ ou o Método da Bisseção (*Bisection Method*), ou ainda outras fórmulas, como as encontradas em Feinstein (1988) e Brenner e Subrahmanyam (1988), por exemplo.

Neste trabalho utilizou-se o método de Newton-Raphson, que usa a seguinte fórmula:

$$\sigma_{i+1} = \sigma_i - \frac{c(\sigma_i) - c_m}{\partial c / \partial \sigma_i} \quad (10)$$

onde: σ_i é a volatilidade, c_m é o preço de mercado da opção, $c(\sigma_i)$ é o valor calculado pela Fórmula de Black e Scholes (FBS) e $\partial c / \partial \sigma_i$ é o vega - sensibilidade do valor da opção a pequenas mudanças na volatilidade - da opção quando precificada utilizando-se o valor da volatilidade σ_i .

Deve-se repetir o processo até que $|c_m - c(\sigma_{i+1})| \leq \varepsilon$, que é o ponto onde σ_{i+1} é a volatilidade implícita (ε é o grau de precisão desejado). Segundo Haug (1997), raramente são necessárias mais do que duas ou três repetições para convergir para o valor correto (segundo a precisão esperada).

Silva Neto (1996) também descreve o método de Newton-Raphson, porém com o nome de “Método por Tentativa e Erro usando a Fórmula do Vega”. Adaptou-se abaixo a descrição do método feita por Silva Neto (1996, p. 159):

“O processo consiste em estimar um primeiro número para a volatilidade (v_i) e aplicá-lo à FBS para se obter o valor teórico da opção (C_i) para essa volatilidade. Em seguida, calcula-se o vega (V_i) para esta volatilidade (v_i) e, por fim, utilizam-se esses valores (C_i , V_i e v_i) para calcular a volatilidade implícita. Repetir o processo utilizando-se agora o valor calculado para a volatilidade implícita para alimentar a FBS (no lugar de v_i). O processo termina quando, ao aplicarmos o valor calculado para a volatilidade implícita na FBS, chegarmos ao valor teórico que se iguala ao preço de mercado.”

As fórmulas são:

$$V_i = S\sqrt{T} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{h^2}{2}} \quad (11)$$

$$\text{Volatilidade implícita} = v_i - \frac{C_i - p}{V_i} \quad (12)$$

onde:

S = preço do ativo,

T = tempo para o vencimento,

$$h = \frac{\ln(S/X) + (r + v_i^2/2)T}{v_i \sqrt{T}},$$

X = preço de exercício,

r = taxa de juros livre de risco,

v_i = volatilidade,

C_i = valor teórico da opção para a volatilidade v_i ,

V_i = vega da opção para o valor teórico C_i ,

p = valor do prêmio de mercado.

No presente texto foi utilizada a equação (12) para cálculo da volatilidade implícita.

2.2 A classificação das opções

Além de serem classificadas em opções de compra e venda, européia ou americana, as opções também podem ser classificadas quanto à relação entre o preço de exercício e o preço corrente do ativo objeto de negociação (o *moneyness*, M). Neste último aspecto, as opções classificam-se em:

- opção no dinheiro (*at the money*): opção (compra ou venda) cujo preço de exercício é igual ou muito próximo do preço corrente do ativo objeto;
- opção dentro do dinheiro (*in the money*): opção de compra (venda) cujo preço de exercício está abaixo (acima) do preço corrente do ativo objeto;
- opção fora do dinheiro (*out the money*): opção de compra (venda) cujo preço de exercício está acima (abaixo) do preço corrente do ativo objeto.

Para efeito da classificação quanto à *moneyness* (M) consideraram-se os seguintes limites arbitrários, sugeridos por Hauser e Lauterbach (1997):

- Opções no dinheiro (AT): $0,95 < M < 1,05$
- Opções dentro do dinheiro (IN): $M \geq 1,05$
- Opções fora do dinheiro (OUT): $M \leq 0,95$.

onde:

$M = F/X$ para opções de compra;

$M = X/F$ para opções de venda;

X = preço de exercício da opção; e

F = preço corrente do contrato futuro objeto da opção.

3 Testes estatísticos utilizados

Para cada um dos modelos de precificação de opções considerados (o de Black, o de Barone-Adesi e Whaley e o de Bjerksund e Stensland) foram calculados dois valores para cada uma das opções analisadas, um utilizando o valor da volatilidade implícita e outro utilizando o valor da volatilidade histórica.

Como foram testados três modelos e dois métodos diferentes de cálculo da volatilidade, foram obtidos, ao final, seis valores teóricos calculados para cada opção.

Para se avaliar a precisão dos modelos usou-se um teste simples de erro quadrático médio (*root mean-square error*, $RMSE$). A interpretação dos resultados deste teste é extremamente simples: o modelo que apresentar o menor $RMSE$ é o que melhor estima o verdadeiro preço de mercado da opção.

A fórmula empregada neste teste é a seguinte:

$$RMSE_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \left(\frac{Q_{MKT_i} - Q_{MODEL_{ij}}}{Q_{MKT_i}} \right)^2} \quad (13)$$

onde n é o número de opções avaliadas, Q_{MKTi} é o preço de mercado da opção i e $Q_{MODELij}$ é o preço da opção i calculada pelo modelo j (Q pode ser tanto uma opção de compra “C” como uma venda “P”).

Esta medida de exatidão é sugerida por Pelly (1989), Myers e Hanson (1993) e por Broadie e Detemple (1996).

Além do teste acima citado, efetuaram-se dois testes de hipóteses com as seguintes finalidades: (i) confirmar, estatisticamente, a exatidão dos modelos escolhidos e (ii) averiguar se há diferença, estatisticamente significativa, entre os valores calculados pelos modelos. Para a realização dos testes de hipótese foi necessário estabelecer algumas definições, a seguir discutidas.

Inicialmente, definiu-se o logaritmo da razão entre o preço de mercado da opção⁵ i , e o preço da mesma opção calculado de acordo com o modelo j , como $F_{(MKTMODj)i}$, dado por:

$$F_{(MKTMODj)i} = \ln \left(\frac{Q_{MKTi}}{Q_{MODELij}} \right) \quad (14)$$

onde:

Q_{MKTi} é o preço de mercado da opção i .

$Q_{MODELij}$ é o preço teórico da opção i calculado pelo modelo j ;

Este valor de $F_{(MKTMODj)i}$ se aproxima, matematicamente, para pequenas diferenças entre os valores, da diferença porcentual relativa entre o preço de mercado da opção i e o preço calculado pelo modelo j para a mesma opção.⁶ Isto quer dizer, em outras palavras, que a taxa de crescimento se aproxima da taxa de desconto.

5 O subscrito i engloba aqui quatro características que, juntas, definem, de modo inequívoco, cada uma das opções analisadas. Essas características são: se a opção é de compra (C) ou venda (P), o preço de exercício da opção, o contrato futuro ao qual ela se refere (mês de vencimento) e o tempo até o vencimento.

6 $\ln \left(\frac{Q_{MKTi}}{Q_{MODELij}} \right) \cong \left(\frac{Q_{MKTi} - Q_{MODELij}}{Q_{MKTi}} \right)$

Os valores calculados pelos j modelos testados foram nomeados da seguinte maneira:

BVH = valor calculado pelo modelo de Black usando o valor calculado da volatilidade histórica;

BVI = valor calculado pelo modelo de Black usando o valor calculado da volatilidade implícita;

BSVH = valor calculado pelo modelo de Bjerksund e Stensland usando o valor calculado da volatilidade histórica;

BSVI = valor calculado pelo modelo de Bjerksund e Stensland usando o valor calculado da volatilidade implícita;

BWVH = valor calculado pelo modelo de Barone-Adesi e Whaley usando o valor calculado da volatilidade histórica;

BWVI = valor calculado pelo modelo de Barone-Adesi e Whaley usando o valor calculado da volatilidade implícita.

Definiu-se, em seguida, a média das diferenças percentuais relativas dos preços das opções i praticados pelo mercado em relação aos preços calculados conforme o modelo j como

$$\sum_{i=1}^n F_{(MKTMODj)}$$

$$\bar{F}_{(MKTMODj)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{(MKTMODj)i} \quad (15)$$

n = número de opções da amostra

O primeiro teste comparou as seguintes hipóteses para os valores de $\bar{F}_{(MKTMODj)}$

$$H_0. \mu = 0$$

$$H_1. \mu > 0$$

onde: μ = a média populacional das diferenças dos logaritmos dos preços de mercado das opções i e os logaritmos dos preços calculados pelo modelo j para as mesmas opções.

Neste caso, optou-se pelo teste unilateral, pois há a suspeita de que o preço no qual a opção foi negociada no mercado seja maior do que o preço fornecido pelos modelos. Tal suspeita baseia-se no afirmado por Martits (1998), segundo o qual mercados pouco líquidos apresentam um alto custo, chamado custo de liquidez. Como, porém, esses custos não são totalmente captados pelos modelos, mas estão incorporados aos preços praticados no mercado, é possível se esperar o resultado acima descrito.

Para realizar o segundo teste de hipótese, definiu-se o logaritmo da razão entre cada par de preços calculados por dois modelos (j e k) para a opção i como $\bar{F}_{(MODjMODk)i}$

$$F_{(MODjMODk)i} = \ln \left(\frac{Q_{MODELij}}{Q_{MODELik}} \right) \quad j \neq k \quad (16)$$

onde:

$Q_{MODELij}$ é o preço teórico da opção i calculado pelo modelo j (BVH, BVI, BSVH, BSVI, BWVH ou BWVI),

$Q_{MODELik}$ é o preço teórico da opção i calculado pelo modelo k (BVH, BVI, BSVH, BSVI, BWVH ou BWVI).

Novamente, este valor se aproxima matematicamente, para pequenas diferenças entre os preços, da diferença porcentual relativa entre o preço calculado pelo modelo k e o preço calculado pelo modelo j , para a mesma opção.

Definiu-se, em seguida, a média das diferenças porcentuais relativas dos preços das opções i , calculados conforme o modelo j , em relação aos preços calculados pelo modelo k como $\bar{F}_{(MODjMODk)}$.

$$\bar{F}_{(MODjMODk)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{(MODjMODk)i} \quad \text{onde } n = \text{número de opções da amostra} \quad (17)$$

O segundo teste de hipótese verificou a veracidade da seguinte hipótese de nulidade para os valores de $\bar{F}_{(MODjMODk)}$

$$H_0. \mu = 0$$

$$H_1. \mu \neq 0$$

onde: μ = média populacional das diferenças dos logaritmos dos preços das opções i , calculados conforme o modelo j , em relação aos logaritmos dos preços calculados pelo modelo k .

Neste teste foram comparados, dois a dois, apenas os modelos com mesmo método de cálculo da volatilidade, dada a grande diferença observada nos resultados dos modelos com cálculos de volatilidade diferentes.

Assim, os testes de hipóteses referentes aos valores das expressões (15) e (17) foram realizados nos seguintes conjuntos de dados:

todos os dados da amostra (TODOS, com 521 observações);

somente as opções de compra (COMPRA TOTAL, com 238 observações);

somente as opções de venda (VENDA TOTAL, com 283 observações);

todas as opções de compra e de venda que se encontravam no dinheiro (AT TOTAL, com 161 observações);

todas as opções de compra que se encontravam no dinheiro (AT COMPRA TOTAL, com 65 observações);

todas as opções de venda que se encontravam no dinheiro (AT VENDA TOTAL, com 96 observações);

todas as opções de compra e de venda que se encontravam dentro do dinheiro (IN TOTAL, com 58 observações);

todas as opções de compra que se encontravam dentro do dinheiro (IN COMPRA TOTAL, com 21 observações);

todas as opções de venda que se encontravam dentro do dinheiro (IN VENDA TOTAL, com 37 observações);

todas as opções de compra e de venda que se encontravam fora do dinheiro (*OUT TOTAL*, com 302 observações);

todas as opções de compra que se encontravam fora do dinheiro (*OUT COMPRA TOTAL*, com 152 observações);

todas as opções de venda que se encontravam fora do dinheiro (*OUT VENDA TOTAL*, com 150 observações);

Estas subdivisões dos dados se justificam pela possibilidade de haver um desempenho diferente dos modelos em função de as opções a serem precificadas estarem no dinheiro, fora do dinheiro ou dentro do dinheiro e/ou serem de compra ou de venda.

Realizaram-se também, para os mesmos conjuntos de dados acima, testes de exatidão (RMSE) e testes de hipótese com a finalidade de confirmar, estatisticamente, a exatidão dos valores fornecidos pelos métodos escolhidos para calcular a volatilidade histórica e implícita em relação aos valores da volatilidade real.⁷

Para a realização dos testes de hipótese foi necessário proceder a algumas definições, a seguir detalhadas.

Inicialmente, foram definidos os logaritmos das razões entre a volatilidade real do preço do ativo básico (contrato futuro de café) da opção i e o valor da volatilidade da mesma opção, calculado de acordo com cada um dos dois métodos escolhidos, como $F_{(VOLREAL/VOLHIST)i}$ e $F_{(VOLREAL/VOLIMPLIC)i}$. Definiu-se também o logaritmo da razão entre a volatilidade histórica e a volatilidade implícita de uma opção i como $F_{(VOLHIST/VOLIMPLIC)i}$.

$$F_{(VOLREAL/VOLHIST)i} = \ln\left(\frac{\sigma_{(VOLREAL)i}}{\sigma_{(VOLHIST)i}}\right) \quad e \quad F_{(VOLREAL/VOLIMPLIC)i} = \ln\left(\frac{\sigma_{(VOLREAL)i}}{\sigma_{(VOLIMPLIC)i}}\right) \quad (18)$$

$$F_{(VOLHIST/VOLIMPLIC)i} = \ln\left(\frac{\sigma_{(VOLHIST)i}}{\sigma_{(VOLIMPLIC)i}}\right) \quad (19)$$

7 A volatilidade real foi calculada pelo desvio padrão dos retornos continuamente capitalizados dos contratos futuros entre o dia de negociação da opção e o dia do seu vencimento.

onde:

$\sigma_{(VOLREAL)_i}$ é o valor real da volatilidade da opção i calculada *ex-post*;

$\sigma_{(VOLIMPLIC)_i}$ é o valor da volatilidade implícita da opção i , calculada por meio da equação (12);

$\sigma_{(VOLHIST)_i}$ é o valor da volatilidade histórica da opção i , calculada via equação (9).

Estas fórmulas se aproximam, respectivamente, para pequenas diferenças entre os valores das diferenças percentuais relativas entre os valores da volatilidade real da opção i e o valor da volatilidade histórica da mesma opção, entre o valor da volatilidade real e da volatilidade implícita e entre o valor da volatilidade histórica e da volatilidade implícita.⁸ Em outras palavras, isto quer dizer que a taxa de crescimento se aproxima da taxa de desconto.

Definiram-se, em seguida, as médias das diferenças percentuais relativas dos valores das variáveis acima como $\bar{F}_{(VOLREAL/VOLHIST)}$, $\bar{F}_{(VOLREAL/VOLIMPLIC)}$ e $\bar{F}_{(VOLHIST/VOLIMPLIC)}$

$$\bar{F}_{(VOLREAL/VOLHIST)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{(VOLREAL/VOLHIST)_i} \quad n = \text{número de opções da amostra} \quad (20)$$

$$\bar{F}_{(VOLREAL/VOLIMPLIC)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{(VOLREAL/VOLIMPLIC)_i} \quad n = \text{número de opções da amostra} \quad (21)$$

$$\bar{F}_{(VOLHIST/VOLIMPLIC)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{(VOLHIST/VOLIMPLIC)_i} \quad n = \text{número de opções da amostra} \quad (22)$$

⁸ $\ln\left(\frac{\sigma_{(VOLREAL)_i}}{\sigma_{(VOLHIST)_i}}\right) \cong \left(\frac{\sigma_{(VOLREAL)_i} - \sigma_{(VOLHIST)_i}}{\sigma_{(VOLREAL)_i}}\right)$ e $\ln\left(\frac{\sigma_{(VOLREAL)_i}}{\sigma_{(VOLIMPLIC)_i}}\right) \cong \left(\frac{\sigma_{(VOLREAL)_i} - \sigma_{(VOLIMPLIC)_i}}{\sigma_{(VOLREAL)_i}}\right)$ e $\ln\left(\frac{\sigma_{(VOLHIST)_i}}{\sigma_{(VOLIMPLIC)_i}}\right) \cong \left(\frac{\sigma_{(VOLHIST)_i} - \sigma_{(VOLIMPLIC)_i}}{\sigma_{(VOLHIST)_i}}\right)$

Os testes de hipóteses comparam as seguintes hipóteses para os valores de $\bar{F}_{(VOLREAL/VOLHIST)}$ e $\bar{F}_{(VOLREAL/VOLIMPLIC)}$

$$H_0. \mu = 0$$

$$H_1. \mu \neq 0$$

onde: μ = média populacional da soma das diferenças dos logaritmos das volatilidades reais das opções i e dos logaritmos dos valores calculados das volatilidades históricas e implícitas para as mesmas opções.

Um segundo teste de hipótese verificou a veracidade da seguinte hipótese de nulidade para os valores de

$$H_0. \mu = 0$$

$$H_1. \mu < 0$$

onde: μ = média populacional da soma das diferenças dos logaritmos das volatilidades históricas das opções i em relação aos logaritmos das volatilidades implícitas das mesmas opções.

Neste caso, optou-se pelo teste unilateral, pois há a suspeita de que a volatilidade histórica seja menor do que a volatilidade implícita para uma opção i qualquer. Esta suspeita é baseada em Pelly (1989), segundo o qual a volatilidade implícita é normalmente maior que a volatilidade histórica, pois traz embutido no seu valor um prêmio pelo risco.

O valor do teste t utilizado⁹ para verificar a significância dos testes de hipótese aplicados foi obtido pela fórmula:

$$t = \frac{\bar{F} - \mu}{s / \sqrt{n}} \quad (23)$$

onde: s é o desvio padrão da amostra e as demais variáveis seguem as definições já descritas.

9 É importante lembrar que quando os resultados de um teste t são analisados se está assumindo, *a priori*, que a variável F tem distribuição normal.

4 Resultados dos testes estatísticos

Os dados utilizados e os resultados dos cálculos dos valores das opções, segundo cada um dos modelos utilizados (BVH, BVI, BSVH, BSVI, BWVH e BWVI), encontram-se no apêndice.

Na Tabela 1 estão os resultados dos testes de erro quadrático médio para cada um dos modelos e para cada um dos grupos de opções analisados. Trata-se da estimativa da equação (13). O menor valor de cada linha, assinalado com um asterisco, indica o modelo com menor RMSE e, assim, o que melhor representou os dados de mercado para o grupo em questão.

Os resultados da Tabela 1 mostram que não houve um único modelo com melhor desempenho para todos os grupos de dados analisados. Como, porém, o teste de *RMSE* não possui maiores recursos, não é possível concluir, pela análise dos seus resultados, que o modelo que obteve melhor desempenho representou bem o que de fato aconteceu no mercado, mas apenas que foi o melhor dentre os testados. Mais do que isso, os resultados também não permitem afirmar que a diferença entre os modelos é estatisticamente significativa. Assim, para se poder afirmar algo sobre os resultados deve-se analisar estes resultados conjuntamente com os dos testes de hipótese realizados.

Tabela 1
Resultados dos Testes de *RMSE* Aplicados aos Modelos

Grupo de Opções	B VH	B VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
TODOS	0,949	0,780*	0,949	0,781	0,949	0,784
COMPRA TOTAL	1,238	0,896*	1,239	0,897	1,239	0,899
VENDA TOTAL	0,600*	0,668	0,601	0,670	0,601	0,673
OUT TOTAL	0,710	0,594*	0,710	0,595	0,709	0,599
OUT COMPRA TOTAL	0,691	0,504*	0,690	0,505	0,689	0,506
OUT VENDA TOTAL	0,729	0,672*	0,729	0,675	0,729	0,680
IN TOTAL	0,156	0,194	0,155*	0,196	0,155*	0,197
IN COMPRA TOTAL	0,166*	0,233	0,169	0,236	0,170	0,238
IN VENDA TOTAL	0,149	0,168	0,146*	0,169	0,146*	0,169
AT TOTAL	1,395	1,139*	1,396	1,140	1,397	1,142
AT COMPRA TOTAL	2,119	1,526*	2,120	1,528	2,122	1,530
AT VENDA TOTAL	0,474*	0,774	0,474*	0,775	0,474*	0,776

Fonte: Dados gerados na pesquisa.

* Modelo com menor *RMSE* em cada grupo de dados analisados.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos testes t referentes à equação (23), onde o valor de \bar{F} corresponde ao calculado pela fórmula (15). Esses testes avaliaram se os preços de mercado são iguais ou diferentes dos previstos pelos modelos.

Tabela 2
Resultados dos Testes t entre os Valores de Mercado das Opções e os Valores Calculados pelos Modelos

Grupo de Opções	BVH	BVI	BSVH	BSVI	BWVH	BWVI
TODOS	18,580*	-3,253*	18,498*	-3,392*	18,397*	-3,649*
COMPRA TOTAL	14,774*	0,970	14,725*	0,885	14,672*	0,738
VENDA TOTAL	12,193*	-3,789*	12,120*	-3,882*	12,030*	-4,065*
OUT TOTAL	19,447*	0,882	19,394*	0,787	19,263*	0,559
OUT COMPRA TOTAL	17,779*	3,025*	17,742*	2,953*	17,678*	2,798*
OUT VENDA TOTAL	10,776*	-1,347	10,735*	-1,412	10,622*	-1,582
IN TOTAL	3,147*	-1,995	2,862*	-2,243*	2,763*	-2,350*
IN COMPRA TOTAL	0,734	-0,773	0,575	-0,903	0,501	-0,953
IN VENDA TOTAL	3,471*	-2,044**	3,248*	-2,274*	3,184*	-2,380*
AT TOTAL	7,079*	-5,550*	7,044*	-5,592*	7,004*	-5,644*
AT COMPRA TOTAL	3,575*	-2,609**	3,555*	-2,632**	3,533*	-2,659**
AT VENDA TOTAL	6,804*	-5,291*	6,775*	-5,331*	6,739*	-5,377*

Fonte: Dados gerados na pesquisa.

* Significativo a 1%; ** Significativo a 5%.

Analisando a Tabela 2 pode-se verificar que, ao nível de significância de 5%, não se rejeita a hipótese de nulidade em apenas cinco dos doze grupos de dados testados, quais sejam, compra total, *out* total, *out* venda total, *in* total e *in* compra total. A não rejeição da hipótese nula significa que, ao nível de significância escolhido, não se pode rejeitar a hipótese de que a média populacional das diferenças dos logaritmos dos preços das opções i praticados no mercado em relação aos logaritmos dos preços calculados conforme o modelo j é igual a zero. Em outras palavras, pode-se dizer que apenas nesses casos os modelos representaram significativamente o que ocorreu no mercado. Porém, somente nos três primeiros grupos, dos cinco acima citados, houve coincidência dos resultados dos dois testes (*RMSE* e teste de hipótese).

Outro aspecto interessante que se pode extrair dos resultados apresentados na Tabela 2 é que, para todos os grupos em que não foi possível rejeitar a hipótese nula, os modelos utilizaram como *input* a volatilidade implícita, com exceção do grupo *in compra total*, para o

qual não foi possível rejeitar a hipótese nula em todos os modelos testados (com volatilidade implícita ou histórica).

Na Tabela 3 estão expostos os testes t referentes à equação (23), onde o valor de \bar{F} corresponde ao calculado pela fórmula (17). Esses testes avaliaram se os preços das opções calculados pelos modelos que utilizaram um mesmo método de cálculo da volatilidade diferiram entre si. Constata-se que houve significância, para todos os grupos analisados, dos testes que compararam dois a dois os modelos que usaram o mesmo método de cálculo da volatilidade na determinação dos preços das opções. Em outras palavras, isto quer dizer que os resultados apresentados por cada um destes modelos diferem estatisticamente dos resultados dos demais à significância estatística de 1%. Juntando-se esta observação àquelas feitas sobre as Tabelas 1 e 2, pode-se dizer que para os três grupos em que os testes de hipótese e o teste de *RMSE* apresentaram o mesmo resultado o BVI - modelo de Black usando o valor calculado da volatilidade implícita - foi o que realmente representou, de modo estatisticamente significativo, e melhor do que todos os demais modelos, o ocorrido, de fato, no mercado.

Tabela 3
Resultados dos Testes t entre os valores das Opções Calculados pelos Diferentes Modelos (com o mesmo cálculo da volatilidade)

Grupo de Opções	BVIBSVI	BVIBWVI	BWVIBSVI	BVHBSVH	BVHBWVH	BWVHBSVH
TODOS	-15,391*	-17,805*	16,960*	-13,724*	-17,110*	-15,078*
COMPRA TOTAL	-10,289*	-12,839*	12,628*	-9,0446*	-12,502*	11,415*
VENDA TOTAL	-11,409*	-12,748*	12,024*	-10,348*	-12,097*	10,416*
OUT TOTAL	-12,571*	-15,720*	16,397*	-11,532*	-15,204*	14,911*
OUT COMPRA TOTAL	-8,442*	-11,141*	12,009*	-7,435*	-11,105*	11,132*
OUT VENDA TOTAL	-9,322*	-11,250*	11,592*	-8,879*	-10,630*	10,285*
IN TOTAL	-6,584*	-8,748*	9,232*	-6,612*	-8,732*	8,568*
IN COMPRA TOTAL	-3,811*	-5,400*	6,283*	-3,455*	-5,438*	4,992*
IN VENDA TOTAL	-5,417*	-6,818*	6,850*	-5,639*	-6,758*	8,239*
AT TOTAL	-7,909*	-9,477*	10,754*	-7,659*	-9,544*	10,824*
AT COMPRA TOTAL	-8,215*	-8,856*	8,565*	-7,761*	-8,901*	8,581*
AT VENDA TOTAL	-4,908*	-6,129*	7,382*	-4,812*	-6,178*	7,413*

Fonte: Dados gerados na pesquisa.

* Significativo a 1%.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados dos testes de erro quadrático médio para cada um dos métodos de cálculo da volatilidade e para cada um dos grupos de opções analisados. Trata-se da estimativa da equação (13). O menor valor de cada linha, assinalado com um asterisco, indica o modelo com menor RMSE e, assim, o que melhor representou os dados de mercado para o grupo em questão. Pode-se verificar que para todos os grupos de opções estudados, o método de cálculo da volatilidade que melhor representou a volatilidade real foi o da volatilidade histórica.

Tabela 4
Resultados dos Teste de *RMSE* Aplicados aos
Métodos de Cálculo da Volatilidade

Grupo de Opções	Volhist	Volimplic
TODOS	0,523*	0,826
COMPRA TOTAL	0,426*	0,735
VENDA TOTAL	1,179*	1,283
OUT TOTAL	0,464*	0,642
OUT COMPRA TOTAL	0,326*	0,654
OUT VENDA TOTAL	0,477*	0,526
IN TOTAL	0,507*	0,744
IN COMPRA TOTAL	0,774*	0,795
IN VENDA TOTAL	0,250*	0,714
AT TOTAL	1,507*	1,632
AT COMPRA TOTAL	0,471*	0,880
AT VENDA TOTAL	1,813*	2,078

Fonte: Dados gerados na pesquisa.

* Modelo com menor *RMSE* em cada grupo de dados analisados.

Na Tabela 5 são mostrados os testes *t* referentes à equação (23), onde os valores de \bar{F} correspondem aos calculados pela fórmulas (20), (21) e (22). Esses testes avaliaram se houve diferença estatisticamente significativa entre os valores calculados da volatilidade real e volatilidade histórica, entre a volatilidade real e a volatilidade implícita e entre a volatilidade histórica e a volatilidade implícita.

Tabela 5
Resultados dos Testes *t* entre os Valores da Volatilidade Real e das Volatilidades Implícita (volreal/volimplic) e Histórica (volreal/volhist), e entre as Volatilidades Histórica e Implícita (volhist/volimplic)

Grupo de Opções	Volreal/volhist	Volreal/volimplic	Volhist/volimplic
TODOS	0,594	-23,358*	-22,901*
COMPRA TOTAL	0,040	-17,458*	-15,215*
VENDA TOTAL	0,100	-15,211*	-16,249*
OUT TOTAL	1,153	-19,841*	-17,524*
OUT COMPRA TOTAL	1,786	-16,698*	-15,462*
OUT VENDA TOTAL	0,017	-11,833*	-9,920*
IN TOTAL	-1,885	-8,562*	-5,426*
IN COMPRA TOTAL	-4,092*	-7,324*	-1,3908
IN VENDA TOTAL	1,649	-5,655*	-6,082*
AT TOTAL	-0,091	-10,702*	-13,053*
AT COMPRA TOTAL	0,330	-6,056*	-6,358*
AT VENDA TOTAL	-0,347	-8,911*	-12,213*

Fonte: Dados gerados na pesquisa.

* Significativo a 1%.

A Tabela 5 confirma os resultados observados na Tabela 4, e mostra que não se pode rejeitar, ao nível de significância de 1%, que a média populacional da soma das diferenças dos logaritmos das volatilidades reais das opções *i* e dos logaritmos dos valores calculados das volatilidades históricas para as mesmas opções é igual a zero. Apenas no caso do grupo ***in compra total*** não houve uma representação significativa da volatilidade real pela histórica. Pelos dados da Tabela 5 pode-se afirmar também que a média populacional da diferença dos logaritmos das volatilidades históricas e implícita foi significativamente menor que zero.

É interessante igualmente notar que o único grupo, dentre os analisados, em que os modelos que utilizaram a volatilidade histórica representaram significativamente o ocorrido no mercado (grupo *in compra total* - vide Tabela 2) foi o mesmo em que a volatilidade histórica não representou de modo significativo a volatilidade real (vide Tabela 5) e também o único em que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores dos cálculos de volatilidade histórica e implícita (vide Tabela 5). Uma possível causa para isto pode estar no pequeno número de dados analisados nesse grupo.

Os resultados desta pesquisa demonstram que o modelo que melhor representou o mercado de opções sobre contratos futuros de café, no período analisado, foi o Modelo de Black quando foi utilizada a volatilidade implícita como previsão da volatilidade futura, embora

a volatilidade histórica tenha sido a que melhor representou a volatilidade futura calculada *ex-post*. Tal fato deve-se, provavelmente, à falta de liquidez desse mercado, o que determina que os lançadores de opções exijam um prêmio adicional àquele cobrado pelo risco, ou seja, um prêmio de liquidez. O montante final de prêmio exigido pelos lançadores de opções é refletido em uma alta volatilidade implícita.

5 Conclusões

Este trabalho avaliou a fixação dos preços das opções de café na BM&F, com vencimentos entre fevereiro de 1997 e agosto de 1999, considerando os argumentos de três modelos de precificação de opções (o de Black, o de Barone-Adesi e Whaley e o de Bjerksund e Stensland) e dois tipos de volatilidade (a implícita e a histórica).

Não é possível afirmar de modo inequívoco, com base nos testes realizados, que há um modelo de precificação de opções, dentre os testados, que representou, de maneira estatisticamente significativa, os preços praticados no mercado de opções sobre futuros de café da BM&F, em todos os grupos analisados. Pode-se afirmar, porém, com base nos resultados obtidos, que o modelo de Black, usando o cálculo de volatilidade implícita (BVI), foi o que obteve melhor desempenho.

A volatilidade histórica representou a volatilidade real de modo estatisticamente significativo na grande maioria dos grupos testados (11 dos 12 grupos analisados). Para esses grupos pôde-se rejeitar a hipótese nula em favor da hipótese alternativa para todos os modelos que utilizaram a volatilidade histórica como *input*, ou seja, pode-se dizer que os preços nos quais foram transacionadas as opções analisadas encontram-se acima do valor teórico fornecido por esses modelos.

A volatilidade implícita foi, invariavelmente, maior do que a volatilidade histórica, e a volatilidade histórica foi quem melhor representou a volatilidade real. Assim, sabendo-se que quanto maior for o valor da volatilidade maior será o valor da opção, os resultados obtidos sugerem que, como o modelo que obteve o melhor desempenho na representação dos preços praticados no mercado utilizou o cálculo da volatilidade implícita, a posição lançadora foi mais lucrativa que a posição compradora no período analisado.

É interessante lembrar que os preços do mercado físico de café no Brasil por vezes apresentam descolamentos em relação aos preços do mercado futuro. Tal fato ocorre principalmente em situações de escassez de oferta (como ocorreu, por exemplo, no ano de 1997, onde houve pequena produção), uma vez que o café pode ser armazenado na própria

propriedade onde foi produzido a um custo relativamente baixo. Esta possibilidade de retenção da produção em plena safra é também favorecida pela existência de créditos subsidiados pelo governo para esse fim. Esse descolamento de preços acaba afetando a precificação das opções, pois os modelos utilizam o preço do mercado futuro como uma das variáveis para se chegar ao preço da opção.

Por fim, com a recente internacionalização da BM&F pode ser que se alcance, em breve, um grau de liquidez comparável aos existentes em bolsas estrangeiras que negociam contratos futuros de café (como a LIFFE e a NYBOT), tornando, assim, o valor calculado pelos modelos de precificação mais consistentes com os praticados no mercado, podendo-se, inclusive, esperar um melhor desempenho dos modelos específicos para opções americanas (como os de Barone-Adesi e Whaley e Bjerksund e Stensland).

Referências bibliográficas

- Barone-Adesi, G.; Whaley, R. E. Efficient analytic approximation of american option values. *Journal of Finance*, v. 62, n. 2, p. 301-320, june 1987.
- Barreto, L. A., Baidya, T. K. N. Teste empírico do modelo de Black e Scholes na avaliação de opções de Vale do Rio Doce. *Revista Brasileira de Mercado de Capitais*, v. 13, n. 39, p. 89-108, abr/jun. 1987.
- Bjerksund, P.; Stensland, G. Closed-form approximation of american options. *Scandinavian Journal of Management*, v. 9, p. S87-S99, 1993.
- Black, F. The pricing of commodity contracts. *Journal of Financial Economics*, v. 3, p. 167-179, 1976.
- Brenner, M., Subrahmanyam M. G. A simple formula to compute the implied standard deviation. *Financial Analysts Journal*, v. 44, n. 5, p. 80-83, sep/oct. 1988.
- Broadie, M.; Detemple, J. Recent advances in numerical methods for pricing derivatives securities. *Cirano Scientific Series*, v. 5, p. 25-44, may 1996.
- Chriss, N. A. *Black-Scholes and beyond*. Chicago: Irwin Professional Publishing, 1997 496p.
- Feinstein, S. A source of unbiased implied volatility forecasts. *Federal Reserve Bank of Atlanta - Working Paper*, p. 88-89, 1988.

- Hauser, S.; Lauterbach, B. The relative performance of five alternative warrant pricing models. *Financial Analysts Journal*, v. 35, n. 3, p. 55-61, 1977
- Haug, E. G. *Option pricing formulas*. New York: MacGraw-Hill, 1997 232 p.
- Hull, J. C. *Futures and options markets*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997 470 p.
- Leite, D. R. S. *Opções sobre contratos futuros de café da BM&F: teste de modelos de precificação*. 2000. 183 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Martits, L. A. *Avaliação do uso de derivativos agrícolas no Brasil: os fatores que determinam o sucesso ou fracasso dos contratos negociados na BM&F*. 1998. 178 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo.
- Myers, R. J., Hanson, S. D Pricing commodity options when the underlying futures price exhibits time-varying volatility. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 75, p. 121-130, feb. 1993.
- Pelly, R. A. *An investigation of options pricing models for live cattle and feeder cattle futures contracts*. 1989. 118 p. Thesis (Ph.D.) - Ohio State University, Ohio.
- Rochman, R. R. *Análise de métodos numéricos para precificação de opções*. 1998. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo.
- Schwager, J. D. *Fundamental analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1995. 639 p.
- Silva Neto, L. A. *Opções: do tradicional ao exótico*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 293 p.
- Stein, J. What to watch for in less liquid commodity options. *Futures: The Magazine of Commodities & Options*, v. 19, n. 1, p. 28-30, 1990.
- Vitiello Júnior, L. R. S. *O ajustamento de dois modelos de precificação de opções de compra ao mercado brasileiro: evidências empíricas*. Rio Grande do Sul, 1998. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
06/11/96	c	135,00	0,255	Mar-97	127,70	23,37%	25,69%	28,39%	12,98%	3,50	3,10	3,63	3,11	3,64	3,12	3,66
07/11/96	c	130,00	0,252	Mar-97	127,60	24,90%	25,12%	28,59%	12,65%	5,50	5,12	5,18	5,14	5,20	5,17	5,22
08/11/96	c	140,00	0,249	Mar-97	127,31	24,71%	26,42%	28,77%	12,20%	3,00	2,02	2,36	2,03	2,36	2,04	2,38
10/12/96	c	140,00	0,162	Mar-97	130,00	14,20%	29,58%	32,51%	12,16%	3,00	0,34	2,55	0,35	2,56	0,35	2,56
20/12/96	c	140,00	0,134	Mar-97	135,40	15,62%	32,11%	35,17%	11,27%	4,00	1,34	4,35	1,34	4,36	1,35	4,36
17/02/97	p	160,00	0,299	Jul-97	190,00	59,44%	46,21%	47,42%	10,47%	6,25	10,30	6,27	10,33	6,29	10,39	6,33
19/02/97	p	160,00	0,293	Jul-97	190,00	62,47%	46,13%	46,69%	10,67%	7,00	11,08	6,13	11,11	6,14	11,17	6,18
24/02/97	p	160,00	0,279	Jul-97	186,50	76,28%	49,14%	47,52%	10,70%	6,25	15,89	7,43	15,94	7,45	16,02	7,49
25/02/97	c	205,00	0,104	Mai-97	206,90	81,06%	51,78%	54,36%	11,31%	10,00	22,13	14,51	22,16	14,53	22,18	14,54
25/02/97	p	160,00	0,277	Jul-97	188,50	81,06%	45,06%	47,86%	10,77%	5,00	16,77	5,77	16,82	5,78	16,90	5,82
07/03/97	p	180,00	0,249	Jul-97	214,50	84,71%	42,24%	49,14%	10,60%	4,50	18,05	4,57	18,10	4,58	18,17	4,61
18/03/97	p	150,00	0,219	Jul-97	202,10	72,61%	41,96%	48,63%	11,01%	1,50	6,00	0,94	6,01	0,94	6,04	0,95
25/04/97	p	190,00	0,115	Jul-97	207,00	45,53%	46,94%	52,04%	10,17%	8,00	5,48	5,81	5,49	5,81	5,50	5,82
29/04/97	p	190,00	0,104	Jul-97	211,60	45,29%	56,32%	54,04%	10,05%	6,00	3,89	6,14	3,89	6,15	3,89	6,15
30/04/97	p	190,00	0,101	Jul-97	217,60	39,50%	55,65%	54,70%	9,29%	4,00	1,81	4,55	1,81	4,55	1,82	4,56
02/05/97	p	190,00	0,096	Jul-97	216,00	39,60%	52,73%	55,70%	9,08%	4,00	1,88	4,04	1,88	4,04	1,88	4,04
13/05/97	p	190,00	0,219	Set-97	228,00	33,83%	65,88%	55,13%	10,70%	10,00	1,99	10,66	1,99	10,68	2,01	10,72
14/05/97	p	175,00	0,216	Set-97	232,00	32,50%	63,77%	55,46%	11,06%	5,00	0,36	5,30	0,36	5,31	0,36	5,34
16/05/97	p	190,00	0,211	Set-97	241,00	32,61%	62,44%	55,90%	10,62%	6,75	0,75	6,81	0,75	6,82	0,76	6,85
16/05/97	p	200,00	0,211	Set-97	241,00	32,61%	62,44%	55,90%	10,62%	9,50	1,64	9,51	1,64	9,52	1,65	9,56
23/05/97	p	200,00	0,192	Set-97	248,00	37,08%	62,32%	57,39%	10,75%	7,75	1,53	7,27	1,53	7,28	1,54	7,31
06/06/97	c	210,00	0,153	Set-97	236,00	59,80%	64,05%	51,38%	10,83%	32,55	35,71	36,99	35,80	37,09	35,86	37,15
13/06/97	c	210,00	0,134	Set-97	217,50	69,04%	49,00%	45,49%	10,46%	12,41	25,11	19,06	25,15	19,10	25,19	19,12
25/06/97	c	210,00	0,101	Set-97	201,50	67,82%	26,58%	44,92%	10,68%	11,82	13,61	3,47	13,63	3,47	13,64	3,48
29/07/97	c	250,00	0,277	Dez-97	195,50	48,29%	56,66%	32,93%	10,70%	8,00	4,80	7,31	4,81	7,32	4,84	7,37
05/08/97	c	300,00	0,258	Dez-97	206,50	38,37%	58,82%	32,75%	10,45%	5,00	0,50	3,62	0,50	3,62	0,50	3,65
07/08/97	c	300,00	0,252	Dez-97	207,00	38,08%	65,23%	32,89%	10,44%	5,00	0,46	5,06	0,46	5,07	0,47	5,10
18/08/97	c	220,00	0,222	Dez-97	189,60	37,10%	65,89%	33,47%	10,21%	10,85	3,82	12,59	3,83	12,61	3,85	12,65
19/08/97	c	220,00	0,219	Dez-97	194,00	36,92%	60,59%	33,40%	10,26%	11,00	4,75	12,31	4,75	12,33	4,78	12,37
20/08/97	c	220,00	0,216	Dez-97	185,50	37,48%	56,71%	32,34%	10,38%	12,50	2,98	8,10	2,99	8,12	3,00	8,15
29/08/97	p	250,00	0,192	Dez-97	213,60	36,87%	71,03%	31,11%	9,49%	40,10	38,94	49,49	39,10	49,62	39,18	49,73
03/09/97	c	220,00	0,178	Dez-97	223,80	38,51%	64,90%	30,52%	9,37%	10,00	16,08	25,68	16,11	25,74	16,14	25,78
19/09/97	p	250,00	0,134	Dez-97	209,50	46,80%	21,76%	22,48%	8,54%	41,26	43,08	40,12	43,13	40,50	43,23	40,50

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
09/10/97	c	200,00	0,329	Mar-98	189,30	37,66%	55,31%	32,65%	9,48%	12,25	11,56	18,94	11,60	19,01	11,65	19,09
15/10/97	c	200,00	0,312	Mar-98	189,50	28,18%	39,33%	33,41%	9,54%	12,00	7,46	11,94	7,48	11,98	7,51	12,03
16/10/97	c	200,00	0,310	Mar-98	185,00	28,19%	39,48%	33,27%	9,51%	10,50	5,81	10,08	5,83	10,11	5,86	10,15
20/10/97	p	110,00	0,625	Jul-98	146,00	27,55%	37,39%	28,27%	8,02%	3,00	1,19	3,19	1,19	3,20	1,21	3,24
21/10/97	c	200,00	0,296	Mar-98	178,50	27,11%	40,57%	32,77%	9,89%	8,00	3,42	7,79	3,42	7,81	3,44	7,85
21/10/97	p	110,00	0,622	Jul-98	147,00	27,11%	36,58%	28,35%	7,88%	3,14	1,04	2,86	1,04	2,87	1,06	2,91
22/10/97	c	200,00	0,293	Mar-98	178,10	25,13%	41,16%	32,98%	10,00%	9,00	2,73	7,80	2,73	7,82	2,75	7,86
22/10/97	p	120,00	0,619	Jul-98	147,20	25,13%	37,78%	28,44%	7,82%	5,00	1,95	5,46	1,96	5,48	1,98	5,54
28/10/97	c	200,00	0,277	Mar-98	175,50	23,37%	44,62%	33,74%	12,49%	9,00	1,64	7,65	1,64	7,68	1,66	7,73
31/10/97	c	185,00	0,422	Mai-98	166,50	22,85%	44,98%	28,42%	16,00%	12,50	3,42	11,65	3,44	11,76	3,49	11,90
31/10/97	c	200,00	0,422	Mai-98	166,50	22,85%	44,98%	28,42%	16,00%	8,50	1,32	7,99	1,32	8,05	1,36	8,17
31/10/97	p	110,00	0,595	Jul-98	147,00	22,85%	36,28%	29,03%	17,98%	3,00	0,42	2,47	0,42	2,49	0,45	2,58
03/11/97	c	200,00	0,414	Mai-98	164,75	22,98%	46,39%	28,50%	14,76%	5,75	1,12	7,87	1,12	7,92	1,15	8,03
04/11/97	c	185,00	0,411	Mai-98	165,50	23,26%	40,15%	28,64%	12,86%	7,50	3,26	9,33	3,27	9,39	3,31	9,48
04/11/97	c	205,00	0,411	Mai-98	165,50	23,26%	40,15%	28,64%	12,86%	3,85	0,88	5,09	0,88	5,11	0,90	5,18
05/11/97	c	185,00	0,408	Mai-98	169,25	23,25%	35,69%	28,57%	16,00%	9,50	4,15	8,81	4,18	8,88	4,24	8,99
05/11/97	c	195,00	0,408	Mai-98	169,25	23,25%	35,69%	28,57%	16,00%	8,20	2,30	6,30	2,31	6,34	2,35	6,44
05/11/97	c	200,00	0,408	Mai-98	169,25	23,25%	35,69%	28,57%	16,00%	7,00	1,67	5,30	1,68	5,33	1,72	5,41
06/11/97	c	195,00	0,405	Mai-98	165,90	21,87%	39,70%	28,53%	16,74%	7,00	1,42	6,69	1,42	6,73	1,46	6,84
06/11/97	c	200,00	0,405	Mai-98	165,90	21,87%	39,70%	28,53%	16,74%	7,00	0,98	5,72	0,99	5,75	1,01	5,85
06/11/97	p	110,00	0,578	Jul-98	147,00	21,87%	38,81%	29,19%	17,44%	2,75	0,31	2,90	0,31	2,92	0,34	3,02
07/11/97	c	195,00	0,403	Mai-98	166,60	20,21%	42,07%	28,67%	17,48%	7,00	1,14	7,66	1,15	7,72	1,18	7,84
07/11/97	c	200,00	0,403	Mai-98	166,60	20,21%	42,07%	28,67%	17,48%	6,00	0,76	6,63	0,76	6,67	0,78	6,79
10/11/97	c	200,00	0,395	Mai-98	170,30	19,51%	40,30%	28,60%	17,84%	7,35	0,94	6,90	0,94	6,95	0,97	7,07
13/11/97	c	200,00	0,386	Mai-98	179,50	20,47%	41,98%	28,58%	17,03%	9,88	2,48	10,39	2,49	10,48	2,54	10,61
13/11/97	c	225,00	0,386	Mai-98	179,50	20,47%	41,98%	28,58%	17,03%	4,75	0,36	5,22	0,36	5,24	0,38	5,34
14/11/97	p	120,00	0,556	Jul-98	157,10	20,69%	41,57%	29,42%	16,76%	4,50	0,32	4,09	0,32	4,13	0,34	4,24
17/11/97	c	205,00	0,375	Mai-98	180,70	20,90%	40,48%	28,85%	14,29%	10,18	2,00	8,79	2,00	8,84	2,04	8,94
18/11/97	c	200,00	0,373	Mai-98	184,50	19,07%	44,02%	28,80%	14,22%	12,00	3,06	13,00	3,08	13,09	3,11	13,21
20/11/97	c	200,00	0,367	Mai-98	182,20	17,64%	41,63%	28,83%	12,11%	5,50	2,06	11,06	2,07	11,12	2,09	11,20
20/11/97	c	210,00	0,367	Mai-98	182,20	17,64%	41,63%	28,83%	12,11%	10,00	0,86	8,42	0,86	8,45	0,87	8,52
20/11/97	p	200,00	0,367	Mai-98	182,20	17,64%	41,63%	28,83%	12,11%	37,30	19,09	28,09	19,40	28,38	19,44	28,50

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
21/11/97	c	205,00	0,364	Mai-98	182,00	19,35%	57,92%	29,00%	10,48%	11,00	1,74	16,24	1,75	16,32	1,76	16,41
24/11/97	c	200,00	0,356	Mai-98	183,00	19,35%	46,65%	29,15%	11,48%	12,50	2,69	13,21	2,70	13,28	2,72	13,36
24/11/97	c	210,00	0,356	Mai-98	183,00	19,35%	46,65%	29,15%	11,48%	9,75	1,24	10,40	1,24	10,45	1,26	10,52
28/11/97	c	205,00	0,345	Mai-98	186,00	19,80%	44,95%	29,65%	14,31%	12,75	2,44	11,81	2,44	11,88	2,47	11,98
08/12/97	c	220,00	0,318	Mai-98	202,30	24,71%	47,28%	29,25%	13,64%	18,00	4,72	14,01	4,74	14,08	4,78	14,18
09/12/97	c	250,00	0,315	Mai-98	210,30	22,82%	56,54%	28,49%	13,08%	11,75	1,15	12,78	1,15	12,83	1,17	12,94
10/12/97	c	200,00	0,312	Mai-98	212,75	28,25%	55,55%	28,56%	12,86%	18,00	19,54	31,06	19,72	31,30	19,79	31,43
16/12/97	c	220,00	0,296	Mai-98	213,00	29,65%	24,43%	27,40%	13,58%	20,00	10,27	7,98	10,32	8,02	10,39	8,07
18/12/97	c	195,00	0,290	Mai-98	199,80	46,55%	51,60%	26,56%	14,38%	10,00	21,29	23,31	21,45	23,49	21,55	23,60
22/12/97	c	220,00	0,279	Mai-98	196,50	47,16%	18,37%	26,72%	14,18%	12,00	10,55	1,17	10,59	1,17	10,67	1,19
22/12/97	c	230,00	0,279	Mai-98	196,50	47,16%	18,37%	26,72%	14,18%	4,00	8,13	0,44	8,15	0,44	8,22	0,45
22/12/97	p	170,00	0,126	Mar-98	209,80	47,16%	48,73%	28,25%	16,17%	0,50	1,54	1,73	1,54	1,73	1,55	1,74
30/12/97	p	120,00	0,430	Jul-98	175,50	47,24%	45,71%	27,47%	12,56%	5,10	2,24	1,99	2,25	2,00	2,29	2,04
13/01/98	c	200,00	0,066	Mar-98	229,00	49,13%	36,13%	22,07%	15,14%	30,00	30,64	29,34	30,67	29,35	30,73	29,46
13/01/98	c	240,00	0,066	Mar-98	229,00	49,13%	36,13%	22,07%	15,14%	6,00	7,02	4,21	7,02	4,21	7,03	4,22
14/01/98	c	200,00	0,063	Mar-98	229,50	49,56%	44,00%	22,74%	14,63%	30,00	31,02	30,42	31,04	30,44	31,11	30,52
16/01/98	c	220,00	0,058	Mar-98	231,50	54,02%	39,23%	24,07%	14,56%	17,11	18,15	15,30	18,17	15,32	18,18	15,33
20/01/98	c	200,00	0,373	Jul-98	175,40	53,76%	61,57%	26,47%	11,10%	8,00	13,50	16,64	13,56	16,72	13,66	16,84
04/02/98	c	160,00	0,332	Jul-98	176,40	43,11%	39,60%	27,22%	14,92%	17,10	24,81	23,64	25,12	23,94	25,23	24,04
04/02/98	p	160,00	0,332	Jul-98	176,40	43,11%	39,60%	27,22%	14,92%	9,00	9,21	8,03	9,26	8,07	9,34	8,15
04/02/98	p	170,00	0,332	Jul-98	176,40	43,11%	39,60%	27,22%	14,92%	13,50	13,42	12,11	13,51	12,20	13,61	12,29
05/02/98	c	160,00	0,329	Jul-98	175,50	41,44%	34,54%	27,39%	15,50%	24,00	23,56	21,28	23,87	21,57	23,97	21,66
05/02/98	c	200,00	0,156	Mai-98	220,50	41,44%	42,75%	24,99%	15,92%	24,00	25,68	26,04	25,83	26,18	25,88	26,23
05/02/98	c	210,00	0,156	Mai-98	220,50	41,44%	42,75%	24,99%	15,92%	17,50	19,43	19,84	19,51	19,93	19,56	19,97
18/02/98	c	225,00	0,293	Jul-98	176,90	67,74%	42,74%	27,32%	14,24%	5,75	10,70	3,41	10,74	3,41	10,83	3,45
19/02/98	p	160,00	0,290	Jul-98	179,80	69,24%	51,67%	27,24%	13,93%	12,00	15,80	10,11	15,88	10,15	15,98	10,22
27/02/98	c	150,00	0,096	Mai-98	206,70	67,72%	35,14%	26,76%	14,23%	59,00	56,93	55,94	56,77	56,70	57,29	56,70
27/02/98	c	160,00	0,268	Jul-98	170,80	67,72%	57,57%	27,73%	13,52%	21,50	27,80	24,57	27,98	24,74	28,10	24,83
27/02/98	c	200,00	0,096	Mai-98	206,70	67,72%	35,14%	26,76%	14,23%	16,50	20,26	12,40	20,29	12,43	20,32	12,44
04/03/98	c	150,00	0,082	Mai-98	198,00	66,82%	71,50%	26,94%	14,52%	50,00	48,50	48,84	48,41	48,77	48,74	49,07
04/03/98	c	220,00	0,082	Mai-98	198,00	66,82%	71,50%	26,94%	14,52%	2,50	7,20	8,16	7,21	8,16	7,22	8,18
06/03/98	c	210,00	0,077	Mai-98	190,50	66,81%	62,91%	26,93%	13,38%	4,50	6,93	6,20	6,94	6,20	6,95	6,21

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
13/03/98	C	200,00	0,058	Mai-98	191,40	68,04%	53,54%	26,32%	12,45%	0,50	8,82	6,25	8,83	6,26	8,83	6,26
13/03/98	P	200,00	0,058	Mai-98	191,40	68,04%	53,54%	26,32%	12,45%	11,00	17,36	14,79	17,37	14,80	17,38	14,81
19/03/98	P	140,00	0,214	Jul-98	151,00	68,76%	47,90%	26,66%	11,25%	4,00	13,07	7,87	13,10	7,89	13,15	7,92
20/03/98	P	135,00	0,211	Jul-98	154,00	68,88%	31,67%	26,45%	10,86%	5,00	9,97	2,04	9,99	2,04	10,02	2,05
20/03/98	P	140,00	0,211	Jul-98	154,00	68,88%	31,67%	26,45%	10,86%	8,00	12,02	3,21	12,05	3,22	12,09	3,23
20/03/98	P	160,00	0,038	Mai-98	177,70	68,88%	23,64%	13,90%	11,62%	2,00	2,83	0,03	2,83	0,03	2,83	0,03
23/03/98	P	165,00	0,030	Mai-98	177,90	69,86%	59,95%	14,68%	11,74%	3,50	3,37	2,44	3,37	2,44	3,37	2,44
30/03/98	C	160,00	0,184	Jul-98	154,00	28,15%	56,66%	27,78%	10,48%	11,45	4,83	12,12	4,84	12,14	4,85	12,17
30/03/98	P	140,00	0,184	Jul-98	154,00	28,15%	56,66%	27,78%	10,48%	5,00	2,12	8,12	2,12	8,13	2,13	8,15
01/04/98	P	120,00	0,351	Set-98	140,50	27,57%	35,25%	27,99%	10,71%	3,25	1,81	3,38	1,81	3,39	1,83	3,42
01/04/98	P	140,00	0,178	Jul-98	150,40	27,57%	48,31%	28,22%	9,96%	4,50	2,72	7,18	2,73	7,19	2,74	7,21
02/04/98	C	175,00	0,175	Jul-98	151,00	27,69%	36,14%	28,50%	9,81%	5,35	0,89	2,11	0,89	2,11	0,90	2,12
02/04/98	P	120,00	0,348	Set-98	141,10	27,69%	48,85%	28,14%	10,91%	4,01	1,73	6,44	1,73	6,46	1,75	6,51
03/04/98	C	120,00	0,173	Jul-98	148,30	27,11%	52,96%	28,61%	9,96%	32,00	27,99	30,39	28,30	30,48	28,32	30,56
03/04/98	P	120,00	0,345	Set-98	139,30	27,11%	50,74%	28,23%	11,28%	4,25	1,86	7,29	1,86	7,32	1,88	7,37
07/04/98	P	120,00	0,334	Set-98	139,10	26,42%	52,24%	28,53%	10,86%	4,25	1,69	7,53	1,69	7,55	1,70	7,66
07/04/98	P	130,00	0,162	Jul-98	148,30	26,42%	63,91%	29,19%	10,28%	1,75	0,75	6,78	0,75	6,78	0,75	6,80
07/04/98	P	220,00	0,162	Jul-98	148,30	26,42%	63,91%	29,19%	10,28%	72,95	70,52	71,75	71,70	71,70	71,70	72,35
08/04/98	P	120,00	0,332	Set-98	141,00	26,73%	52,28%	28,59%	10,55%	4,25	1,47	7,03	1,47	7,05	1,48	7,10
08/04/98	P	130,00	0,159	Jul-98	150,60	26,73%	55,02%	29,18%	9,87%	1,79	0,56	4,52	0,56	4,52	0,56	4,54
13/04/98	P	120,00	0,318	Set-98	148,50	24,91%	52,86%	27,16%	10,78%	4,00	0,51	5,32	0,51	5,33	0,52	5,37
14/04/98	C	160,00	0,142	Jul-98	159,60	31,03%	37,68%	25,86%	10,42%	11,00	7,16	8,73	7,17	8,74	7,18	8,76
14/04/98	C	200,00	0,315	Set-98	149,80	31,03%	53,24%	27,27%	10,82%	5,87	0,59	4,40	0,59	4,41	0,60	4,45
14/04/98	P	110,00	0,315	Set-98	149,80	31,03%	53,24%	27,27%	10,82%	2,25	0,33	2,88	0,33	2,88	0,34	2,91
14/04/98	P	120,00	0,315	Set-98	149,80	31,03%	53,24%	27,27%	10,82%	4,00	1,08	5,11	1,08	5,13	1,10	5,16
15/04/98	C	160,00	0,140	Jul-98	157,70	30,66%	47,29%	26,17%	10,39%	11,00	6,08	9,93	6,09	9,94	6,10	9,96
15/04/98	C	200,00	0,312	Set-98	147,80	30,66%	52,14%	27,36%	10,50%	6,15	0,44	3,73	0,44	3,74	0,45	3,77
15/04/98	P	120,00	0,312	Set-98	147,80	30,66%	52,14%	27,36%	10,50%	3,52	1,20	5,20	1,20	5,21	1,21	5,25
15/04/98	P	130,00	0,140	Jul-98	157,70	30,66%	47,29%	26,17%	10,39%	1,03	0,31	1,73	0,31	1,73	0,31	1,74
16/04/98	P	120,00	0,310	Set-98	145,80	28,74%	53,33%	27,46%	11,23%	3,75	1,10	5,79	1,10	5,81	1,12	5,85
17/04/98	P	120,00	0,307	Set-98	146,20	29,06%	53,71%	27,63%	10,94%	3,75	1,09	5,75	1,09	5,77	1,10	5,80
20/04/98	C	160,00	0,126	Jul-98	155,10	28,40%	38,67%	27,22%	10,64%	9,50	4,13	6,31	4,13	6,31	4,14	6,32

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
20/04/98	p	120,00	0,299	Set-98	145,90	28,40%	53,67%	27,81%	11,17%	3,60	0,98	5,64	0,98	5,66	0,99	5,69
22/04/98	c	160,00	0,121	Jul-98	152,70	28,31%	53,50%	27,50%	10,91%	8,50	3,12	8,17	3,12	8,18	3,12	8,20
24/04/98	p	120,00	0,288	Set-98	135,10	30,70%	54,04%	26,43%	11,33%	5,75	2,80	8,08	2,80	8,11	2,82	8,15
28/04/98	c	160,00	0,277	Set-98	136,80	30,19%	64,82%	26,74%	11,66%	8,00	1,94	10,21	1,94	10,24	1,96	10,30
28/04/98	p	120,00	0,277	Set-98	136,80	30,19%	64,82%	26,74%	11,66%	3,50	2,26	9,91	2,26	9,94	2,28	9,99
28/04/98	p	125,00	0,104	Jul-98	143,70	30,19%	55,08%	24,60%	11,30%	3,00	0,44	2,90	0,44	2,90	0,44	2,91
29/04/98	c	160,00	0,274	Set-98	135,70	33,65%	52,37%	26,90%	11,67%	8,90	2,36	6,56	2,36	6,57	2,38	6,61
30/04/98	c	120,00	0,099	Jul-98	141,70	33,60%	55,87%	25,54%	11,74%	29,00	21,78	23,53	21,78	23,56	21,90	23,61
11/05/98	c	160,00	0,241	Set-98	134,00	33,40%	80,93%	27,92%	11,66%	7,00	1,66	12,04	1,66	12,07	1,67	12,13
15/05/98	c	160,00	0,230	Set-98	131,00	34,03%	70,46%	27,93%	11,57%	6,75	1,22	8,08	1,23	8,10	1,23	8,14
15/05/98	p	120,00	0,230	Set-98	131,00	34,03%	70,46%	27,93%	11,57%	5,00	3,71	11,59	3,72	11,62	3,74	11,67
15/05/98	p	130,00	0,058	Jul-98	136,00	34,03%	61,82%	27,25%	10,82%	3,00	1,96	5,19	1,96	5,19	1,96	5,19
21/05/98	p	120,00	0,214	Set-98	138,00	32,52%	69,45%	27,29%	11,45%	4,00	1,79	8,75	1,79	8,77	1,80	8,81
27/05/98	p	120,00	0,197	Set-98	136,50	28,61%	79,09%	27,85%	12,74%	2,75	1,29	10,54	1,29	10,56	1,29	10,60
28/05/98	p	100,00	0,444	Dez-98	139,50	28,27%	39,54%	29,18%	12,47%	1,25	0,33	1,44	0,33	1,44	0,34	1,47
29/05/98	p	100,00	0,441	Dez-98	138,00	29,49%	38,08%	29,27%	13,07%	1,39	0,45	1,34	0,45	1,35	0,47	1,37
29/05/98	p	120,00	0,192	Set-98	135,80	29,49%	38,34%	28,30%	11,46%	3,15	1,45	2,81	1,45	2,81	1,46	2,82
02/06/98	p	120,00	0,181	Set-98	132,40	29,47%	62,44%	27,33%	11,32%	5,09	1,91	7,86	1,91	7,88	1,92	7,90
04/06/98	p	120,00	0,175	Set-98	131,40	29,92%	72,83%	27,90%	10,19%	5,72	2,12	10,02	2,12	10,03	2,12	10,06
05/06/98	c	130,00	0,173	Set-98	130,60	29,73%	68,55%	28,20%	9,82%	10,00	6,61	14,80	6,62	14,83	6,63	14,86
05/06/98	p	130,00	0,173	Set-98	130,60	29,73%	68,55%	28,20%	9,82%	7,00	6,02	14,21	6,03	14,24	6,04	14,27
08/06/98	p	110,00	0,164	Set-98	127,80	28,90%	40,07%	28,03%	9,77%	4,18	0,65	1,82	0,65	1,82	0,65	1,83
16/06/98	p	120,00	0,142	Set-98	126,00	30,54%	95,82%	28,66%	9,67%	6,00	3,11	14,61	3,11	14,62	3,12	14,65
17/06/98	p	120,00	0,140	Set-98	126,20	29,61%	73,14%	29,07%	9,48%	6,00	2,85	10,37	2,85	10,38	2,86	10,40
18/06/98	p	120,00	0,137	Set-98	124,60	29,17%	48,21%	29,25%	9,56%	6,00	3,24	6,50	3,24	6,51	3,25	6,52
25/06/98	p	120,00	0,118	Set-98	120,70	24,00%	91,93%	29,80%	9,68%	7,00	3,57	14,57	3,58	14,59	3,58	14,61
26/06/98	p	120,00	0,115	Set-98	118,20	25,73%	45,10%	29,48%	9,41%	7,00	5,05	8,11	5,06	8,12	5,06	8,13
30/06/98	p	110,00	0,104	Set-98	115,05	25,64%	38,09%	29,61%	9,28%	4,00	1,70	3,32	1,71	3,32	1,71	3,33
30/06/98	p	110,00	0,353	Dez-98	119,80	25,64%	38,44%	29,99%	10,19%	5,50	3,03	6,05	3,04	6,07	3,06	6,11
01/07/98	p	100,00	0,351	Dez-98	120,70	23,30%	36,18%	30,14%	9,40%	1,75	0,58	2,37	0,58	2,38	0,59	2,40
01/07/98	p	120,00	0,101	Set-98	116,10	23,30%	43,13%	30,16%	9,64%	8,81	5,73	8,51	5,74	8,52	5,74	8,53
02/07/98	p	100,00	0,348	Dez-98	118,50	22,91%	32,35%	30,14%	9,57%	4,05	0,71	2,05	0,71	2,05	0,72	2,07

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
02/07/98	p	120,00	0,099	Set-98	114,20	22,91%	72,58%	30,01%	9,27%	9,83	6,96	13,65	6,97	13,66	6,98	13,67
06/07/98	p	120,00	0,088	Set-98	115,70	19,29%	70,23%	30,97%	8,94%	12,00	5,32	11,96	5,33	11,97	5,33	11,98
07/07/98	p	120,00	0,085	Set-98	115,90	20,85%	70,49%	31,68%	9,48%	11,50	5,32	11,74	5,33	11,75	5,33	11,76
13/07/98	p	100,00	0,318	Dez-98	116,70	23,94%	43,25%	29,96%	10,20%	3,50	0,89	4,06	0,89	4,07	0,89	4,09
13/07/98	p	120,00	0,068	Set-98	112,40	23,94%	68,68%	27,80%	11,00%	11,50	8,10	12,57	8,10	12,58	8,11	12,59
15/07/98	p	100,00	0,312	Dez-98	115,85	24,38%	40,30%	30,25%	10,32%	5,30	1,01	3,61	1,01	3,62	1,02	3,65
15/07/98	p	120,00	0,063	Set-98	112,40	24,38%	77,49%	28,42%	11,94%	11,12	8,06	13,21	8,07	13,22	8,07	13,23
17/07/98	p	120,00	0,058	Set-98	113,25	24,53%	57,93%	30,18%	10,89%	10,00	7,29	10,32	7,30	10,33	7,30	10,33
21/07/98	p	120,00	0,047	Set-98	114,30	24,76%	58,89%	32,34%	9,82%	7,00	6,29	9,17	6,29	9,18	6,29	9,18
23/07/98	p	120,00	0,041	Set-98	118,30	28,44%	99,55%	30,86%	9,45%	3,75	3,66	10,41	3,66	10,41	3,66	10,42
29/07/98	p	105,00	0,274	Dez-98	123,75	32,26%	49,01%	31,09%	8,98%	2,50	1,64	4,48	1,65	4,49	1,66	4,51
30/07/98	c	140,00	0,271	Dez-98	127,00	31,36%	37,81%	30,91%	9,05%	8,00	3,60	5,09	3,60	5,10	3,62	5,13
04/08/98	c	140,00	0,258	Dez-98	129,20	34,63%	49,68%	30,88%	8,64%	7,50	4,88	8,58	4,89	8,60	4,90	8,63
04/08/98	p	120,00	0,258	Dez-98	129,20	34,63%	49,68%	30,88%	8,64%	6,50	4,77	8,24	4,78	8,26	4,80	8,29
05/08/98	c	140,00	0,255	Dez-98	129,90	34,71%	43,77%	31,11%	8,84%	6,50	5,10	7,33	5,11	7,34	5,13	7,36
05/08/98	p	120,00	0,255	Dez-98	129,90	34,71%	43,77%	31,11%	8,84%	6,50	4,54	6,59	4,55	6,60	4,57	6,62
07/08/98	c	90,00	0,249	Dez-98	129,90	34,69%	41,92%	31,60%	9,37%	40,00	39,09	39,33	39,90	39,90	39,90	39,95
07/08/98	c	140,00	0,249	Dez-98	129,90	34,69%	41,92%	31,60%	9,37%	7,00	5,00	6,75	5,01	6,76	5,03	6,79
07/08/98	p	120,00	0,249	Dez-98	129,90	34,69%	41,92%	31,60%	9,37%	7,00	4,45	6,06	4,46	6,07	4,48	6,09
11/08/98	c	140,00	0,238	Dez-98	122,25	34,40%	47,23%	30,51%	9,57%	6,17	2,54	5,05	2,55	5,06	2,56	5,08
14/08/98	c	140,00	0,230	Dez-98	118,50	36,74%	52,51%	30,81%	9,28%	4,25	2,04	4,82	2,05	4,82	2,06	4,84
14/08/98	p	100,00	0,230	Dez-98	118,50	36,74%	52,51%	30,81%	9,28%	2,13	1,67	3,99	1,67	3,99	1,68	4,01
18/08/98	c	120,00	0,219	Dez-98	122,50	37,74%	44,85%	30,83%	9,85%	7,25	9,63	11,19	9,66	11,23	9,68	11,25
18/08/98	p	110,00	0,219	Dez-98	122,50	37,74%	44,85%	30,83%	9,85%	3,00	3,33	4,61	3,33	4,62	3,35	4,64
19/08/98	c	140,00	0,216	Dez-98	122,65	39,05%	31,35%	31,12%	9,93%	2,71	3,17	1,85	3,17	1,85	3,18	1,86
19/08/98	p	110,00	0,216	Dez-98	122,65	39,05%	31,35%	31,12%	9,93%	2,83	3,48	2,19	3,49	2,19	3,50	2,20
20/08/98	c	120,00	0,214	Dez-98	120,90	39,00%	35,89%	31,24%	9,96%	6,50	8,92	8,24	8,94	8,27	8,96	8,29
20/08/98	c	130,00	0,214	Dez-98	120,90	39,00%	35,89%	31,24%	9,96%	3,83	5,07	4,43	5,08	4,43	5,09	4,45
20/08/98	c	150,00	0,214	Dez-98	120,90	39,00%	35,89%	31,24%	9,96%	2,00	1,34	0,99	1,34	0,99	1,35	1,00
20/08/98	p	100,00	0,214	Dez-98	120,90	39,00%	35,89%	31,24%	9,96%	1,75	1,46	1,12	1,46	1,12	1,47	1,13
20/08/98	p	105,00	0,214	Dez-98	120,90	39,00%	35,89%	31,24%	9,96%	2,00	2,46	2,01	2,46	2,01	2,47	2,02
20/08/98	p	110,00	0,214	Dez-98	120,90	39,00%	35,89%	31,24%	9,96%	3,60	3,87	3,31	3,87	3,32	3,89	3,33

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
21/08/98	c	120,00	0,211	Dez-98	120,30	38,99%	36,63%	31,52%	10,37%	6,00	8,54	8,03	8,56	8,05	8,58	8,07
21/08/98	c	140,00	0,211	Dez-98	120,30	38,99%	36,63%	31,52%	10,37%	2,50	2,51	2,14	2,51	2,14	2,52	2,15
21/08/98	p	110,00	0,211	Dez-98	120,30	38,99%	36,63%	31,52%	10,37%	3,25	3,98	3,56	3,99	3,56	4,00	3,57
25/08/98	c	150,00	0,200	Dez-98	126,00	34,86%	33,68%	31,23%	10,46%	2,00	1,39	1,24	1,39	1,24	1,39	1,25
26/08/98	c	120,00	0,197	Dez-98	123,80	36,00%	39,32%	31,29%	10,94%	8,00	9,60	10,29	9,64	10,33	9,66	10,35
01/09/98	p	110,00	0,181	Dez-98	121,50	33,39%	28,20%	32,17%	10,70%	2,91	2,30	1,55	2,30	1,55	2,31	1,56
02/09/98	p	120,00	0,178	Dez-98	121,70	29,27%	37,38%	32,54%	11,63%	6,00	5,03	6,64	5,05	6,65	5,06	6,67
03/09/98	c	130,00	0,175	Dez-98	120,50	29,16%	34,15%	32,82%	12,54%	3,00	2,43	3,30	2,44	3,30	2,45	3,31
03/09/98	p	110,00	0,175	Dez-98	120,50	29,16%	34,15%	32,82%	12,54%	2,50	1,81	2,55	1,81	2,55	1,82	2,57
03/09/98	p	120,00	0,175	Dez-98	120,50	29,16%	34,15%	32,82%	12,54%	6,50	5,49	6,46	5,50	6,48	5,51	6,50
04/09/98	c	140,00	0,173	Dez-98	120,50	28,84%	33,54%	33,22%	15,69%	2,00	0,76	1,26	0,76	1,27	0,77	1,27
04/09/98	p	100,00	0,173	Dez-98	120,50	28,84%	33,54%	33,22%	15,69%	0,50	0,33	0,62	0,33	0,62	0,33	0,63
04/09/98	p	105,00	0,173	Dez-98	120,50	28,84%	33,54%	33,22%	15,69%	1,20	0,82	1,30	0,82	1,30	0,82	1,31
04/09/98	p	110,00	0,173	Dez-98	120,50	28,84%	33,54%	33,22%	15,69%	2,50	1,73	2,41	1,73	2,41	1,74	2,42
08/09/98	p	110,00	0,162	Dez-98	123,30	28,82%	34,47%	33,17%	16,08%	2,50	1,13	1,81	1,13	1,81	1,13	1,82
09/09/98	c	140,00	0,159	Dez-98	121,80	30,13%	39,57%	33,43%	15,15%	1,10	0,93	2,08	0,93	2,08	0,94	2,09
09/09/98	p	105,00	0,159	Dez-98	121,80	30,13%	39,57%	33,43%	15,15%	1,00	0,69	1,62	0,69	1,62	0,70	1,63
09/09/98	p	110,00	0,408	Mar-99	123,40	30,13%	35,19%	27,74%	13,44%	4,50	3,59	4,80	3,61	4,83	3,65	4,88
09/09/98	p	130,00	0,159	Dez-98	121,80	30,13%	39,57%	33,43%	15,15%	9,33	10,73	12,38	10,79	12,44	10,81	12,46
10/09/98	c	140,00	0,156	Dez-98	118,50	30,27%	28,88%	33,05%	19,83%	1,10	0,55	0,46	0,55	0,46	0,56	0,46
10/09/98	p	110,00	0,156	Dez-98	118,50	30,27%	28,88%	33,05%	19,83%	2,69	2,15	1,95	2,16	1,96	2,17	1,97
10/09/98	p	130,00	0,156	Dez-98	118,50	30,27%	28,88%	33,05%	19,83%	12,25	12,96	12,77	13,08	12,89	13,10	12,91
11/09/98	p	110,00	0,153	Dez-98	113,95	31,20%	33,77%	31,73%	17,48%	4,00	3,61	4,03	3,62	4,04	3,63	4,06
14/09/98	p	110,00	0,145	Dez-98	111,70	28,73%	33,60%	31,59%	15,64%	4,44	3,95	4,74	3,95	4,75	3,97	4,76
15/09/98	c	120,00	0,142	Dez-98	113,80	29,31%	31,76%	31,76%	14,42%	4,50	2,58	2,96	2,59	2,97	2,60	2,98
15/09/98	p	110,00	0,142	Dez-98	113,80	29,31%	31,76%	31,76%	14,42%	3,25	3,20	3,59	3,21	3,59	3,21	3,60
15/09/98	p	130,00	0,142	Dez-98	113,80	29,31%	31,76%	31,76%	14,42%	16,50	16,60	16,83	16,70	16,93	16,75	16,96
16/09/98	p	110,00	0,140	Dez-98	113,30	30,04%	33,03%	32,17%	14,76%	3,00	3,45	3,92	3,46	3,93	3,47	3,94
17/09/98	c	120,00	0,386	Mar-99	113,00	28,80%	33,95%	27,22%	10,80%	8,00	5,06	6,41	5,08	6,44	5,12	6,48
17/09/98	p	120,00	0,137	Dez-98	111,40	28,80%	27,17%	32,17%	15,54%	10,00	10,15	9,94	10,20	9,99	10,21	10,00
18/09/98	p	110,00	0,134	Dez-98	111,20	29,10%	27,66%	32,63%	17,07%	4,55	4,03	3,81	4,04	3,82	4,06	3,83
18/09/98	p	120,00	0,134	Dez-98	111,20	29,10%	27,66%	32,63%	17,07%	11,15	10,28	10,10	10,34	10,16	10,35	10,17

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
21/09/98	p	120,00	0,126	Dez-98	110,80	26,60%	34,01%	33,09%	18,03%	12,00	10,17	11,07	10,24	11,13	10,25	11,15
22/09/98	c	110,00	0,123	Dez-98	111,90	26,54%	43,29%	33,59%	18,44%	5,00	5,03	7,54	5,04	7,57	5,06	7,55
23/09/98	p	110,00	0,121	Dez-98	112,20	27,46%	26,36%	34,16%	16,55%	4,75	3,15	2,99	3,16	2,99	3,17	3,00
23/09/98	p	120,00	0,121	Dez-98	112,20	27,46%	26,36%	34,16%	16,55%	10,00	9,18	9,05	9,22	9,09	9,24	9,10
23/09/98	p	130,00	0,121	Dez-98	112,20	27,46%	26,36%	34,16%	16,55%	19,00	17,75	17,69	17,84	17,80	17,94	17,85
24/09/98	c	110,00	0,118	Dez-98	113,40	31,12%	38,49%	34,70%	17,29%	6,00	6,52	7,58	6,54	7,61	6,55	7,62
24/09/98	c	120,00	0,118	Dez-98	113,40	31,12%	38,49%	34,70%	17,29%	2,50	2,30	3,33	2,31	3,34	2,31	3,35
25/09/98	c	110,00	0,115	Dez-98	113,70	30,80%	30,04%	35,34%	16,57%	6,75	6,61	6,51	6,64	6,53	6,65	6,54
28/09/98	p	110,00	0,107	Dez-98	117,00	28,46%	31,76%	35,13%	18,19%	3,00	1,57	1,97	1,57	1,97	1,58	1,97
29/09/98	p	110,00	0,104	Dez-98	114,80	30,18%	39,98%	35,13%	17,05%	3,50	2,34	3,63	2,34	3,63	2,35	3,64
30/09/98	p	120,00	0,101	Dez-98	113,20	30,50%	39,02%	35,38%	17,57%	8,00	8,55	9,63	8,58	9,66	8,59	9,67
30/09/98	p	130,00	0,101	Dez-98	113,20	30,50%	39,02%	35,38%	17,57%	17,87	16,90	17,49	16,98	17,57	17,05	17,61
01/10/98	p	130,00	0,099	Dez-98	110,40	30,53%	34,60%	34,77%	17,15%	20,00	19,48	19,64	19,60	19,71	19,67	19,81
02/10/98	p	100,00	0,096	Dez-98	111,50	31,26%	40,89%	35,52%	14,38%	1,00	0,66	1,42	0,66	1,42	0,66	1,42
05/10/98	c	120,00	0,088	Dez-98	112,00	31,23%	35,87%	36,35%	15,55%	1,75	1,40	1,89	1,40	1,89	1,40	1,89
05/10/98	p	105,00	0,088	Dez-98	112,00	31,23%	35,87%	36,35%	15,55%	1,50	1,42	1,89	1,42	1,89	1,42	1,90
07/10/98	p	110,00	0,082	Dez-98	115,00	31,69%	33,34%	37,97%	15,99%	1,50	2,03	2,21	2,03	2,22	2,03	2,22
08/10/98	c	125,00	0,079	Dez-98	118,40	32,19%	26,90%	37,84%	14,85%	2,75	1,85	1,27	1,85	1,27	1,85	1,27
08/10/98	p	115,00	0,079	Dez-98	118,40	32,19%	26,90%	37,84%	14,85%	4,00	2,71	2,06	2,71	2,06	2,71	2,07
13/10/98	p	110,00	0,066	Dez-98	113,30	32,90%	41,26%	36,99%	19,59%	1,50	2,31	3,20	2,31	3,20	2,31	3,21
14/10/98	p	105,00	0,063	Dez-98	113,90	33,15%	25,16%	38,20%	19,78%	1,10	0,78	0,32	0,78	0,32	0,78	0,32
19/10/98	c	125,00	0,049	Dez-98	115,30	29,33%	46,21%	41,94%	19,53%	2,00	0,40	1,50	0,40	1,50	0,40	1,50
19/10/98	p	110,00	0,049	Dez-98	115,30	29,33%	46,21%	41,94%	19,53%	2,00	1,00	2,41	1,00	2,41	1,00	2,42
20/10/98	p	110,00	0,047	Dez-98	113,00	29,61%	48,79%	41,72%	20,17%	2,40	1,58	3,30	1,58	3,30	1,58	3,31
21/10/98	p	110,00	0,044	Dez-98	113,85	29,86%	38,89%	43,75%	19,28%	2,00	1,27	2,01	1,27	2,01	1,27	2,02
22/10/98	c	120,00	0,041	Dez-98	115,20	29,93%	38,75%	46,09%	18,92%	1,50	1,06	1,76	1,06	1,76	1,06	1,76
22/10/98	p	90,00	0,290	Mar-99	116,80	29,93%	39,94%	28,18%	12,25%	1,50	0,36	1,16	0,36	1,16	0,36	1,15
22/10/98	p	110,00	0,041	Dez-98	115,20	29,93%	38,75%	46,09%	18,92%	1,50	0,87	1,51	0,87	1,51	0,87	1,51
23/10/98	c	120,00	0,038	Dez-98	115,40	30,10%	37,12%	48,71%	18,90%	1,50	1,05	1,58	1,05	1,58	1,05	1,58
23/10/98	p	90,00	0,288	Mar-99	117,00	30,10%	43,08%	28,38%	12,09%	1,50	0,35	1,46	0,35	1,46	0,36	1,47
23/10/98	p	110,00	0,038	Dez-98	115,40	30,10%	37,12%	48,71%	18,90%	1,10	0,77	1,24	0,77	1,24	0,78	1,25
26/10/98	c	120,00	0,030	Dez-98	117,50	28,49%	35,57%	51,79%	19,05%	2,21	1,29	1,83	1,30	1,83	1,30	1,85

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
27/10/98	p	110,00	0,027	Dez-98	114,90	26,24%	42,90%	51,70%	17,69%	1,19	0,40	1,31	0,40	1,31	0,40	1,31
28/10/98	c	120,00	0,025	Dez-98	115,30	27,31%	40,93%	56,17%	17,55%	1,15	0,48	1,23	0,48	1,23	0,48	1,23
30/10/98	c	120,00	0,019	Dez-98	117,00	25,58%	44,89%	71,62%	14,02%	1,37	0,58	1,67	0,58	1,67	0,58	1,67
06/11/98	c	100,00	0,249	Mar-99	127,25	36,30%	49,30%	24,45%	9,96%	28,50	27,43	28,92	27,62	29,09	27,76	29,19
12/11/98	c	130,00	0,233	Mar-99	122,90	35,89%	49,21%	25,09%	9,68%	5,00	5,50	8,54	5,52	8,56	5,53	8,58
13/11/98	c	130,00	0,230	Mar-99	122,20	35,74%	33,64%	25,30%	9,54%	4,00	5,15	4,69	5,16	4,70	5,18	4,72
16/11/98	c	140,00	0,222	Mar-99	123,65	34,23%	30,45%	25,39%	10,27%	3,00	2,62	1,97	2,63	1,97	2,64	1,98
17/11/98	c	130,00	0,219	Mar-99	124,50	34,37%	36,31%	25,57%	10,62%	4,95	5,57	6,00	5,58	6,02	5,60	6,04
17/11/98	p	110,00	0,219	Mar-99	124,50	34,37%	36,31%	25,57%	10,62%	2,00	2,33	2,64	2,33	2,64	2,34	2,66
17/11/98	p	115,00	0,219	Mar-99	124,50	34,37%	36,31%	25,57%	10,62%	2,50	3,75	4,13	3,76	4,14	3,77	4,15
18/11/98	c	130,00	0,216	Mar-99	122,80	34,45%	30,51%	25,66%	10,71%	4,14	4,86	4,02	4,87	4,03	4,89	4,05
18/11/98	p	95,00	0,216	Mar-99	122,80	34,45%	30,51%	25,66%	10,71%	1,00	0,39	0,21	0,39	0,21	0,39	0,21
18/11/98	p	115,00	0,216	Mar-99	122,80	34,45%	30,51%	25,66%	10,71%	3,25	4,22	3,45	4,23	3,46	4,25	3,47
19/11/98	c	130,00	0,214	Mar-99	123,30	34,17%	34,53%	25,90%	10,14%	4,00	4,96	5,03	4,97	5,04	4,98	5,06
24/11/98	p	95,00	0,200	Mar-99	122,40	33,75%	29,69%	26,33%	11,16%	1,00	0,31	0,15	0,31	0,15	0,31	0,15
27/11/98	c	130,00	0,192	Mar-99	123,90	33,31%	45,61%	27,10%	10,92%	4,00	4,63	7,19	4,64	7,20	4,65	7,22
27/11/98	p	110,00	0,192	Mar-99	123,90	33,31%	45,61%	27,10%	10,92%	2,00	1,95	3,87	1,95	3,87	1,96	3,89
30/11/98	c	130,00	0,184	Mar-99	123,90	32,16%	31,95%	27,41%	11,09%	3,75	4,25	4,21	4,26	4,22	4,27	4,29
30/11/98	p	110,00	0,184	Mar-99	123,90	32,16%	31,95%	27,41%	11,09%	2,00	1,69	1,66	1,69	1,66	1,70	1,67
01/12/98	c	110,00	0,181	Mar-99	122,90	32,18%	32,02%	27,68%	11,11%	19,55	14,48	14,46	14,55	14,53	14,57	14,55
01/12/98	c	130,00	0,181	Mar-99	122,90	32,18%	32,02%	27,68%	11,11%	3,50	3,84	3,81	3,85	3,82	3,86	3,89
01/12/98	p	110,00	0,181	Mar-99	122,90	32,18%	32,02%	27,68%	11,11%	1,88	1,84	1,82	1,84	1,82	1,85	1,82
02/12/98	c	130,00	0,178	Mar-99	123,75	32,38%	54,19%	27,95%	10,99%	3,50	4,15	8,52	4,15	8,54	4,17	8,56
04/12/98	c	130,00	0,173	Mar-99	125,40	16,31%	29,05%	28,10%	10,55%	4,74	1,60	4,04	1,60	4,05	1,61	4,06
04/12/98	p	115,00	0,173	Mar-99	125,40	16,31%	29,05%	28,10%	10,55%	2,05	0,38	1,97	0,38	1,97	0,38	1,98
10/12/98	c	130,00	0,156	Mar-99	131,70	14,80%	71,01%	28,08%	10,35%	6,16	3,91	15,22	3,92	15,25	3,93	15,27
10/12/98	c	135,00	0,156	Mar-99	131,70	14,80%	71,01%	28,08%	10,35%	5,00	1,71	13,07	1,71	13,10	1,71	13,12
16/12/98	p	130,00	0,140	Mar-99	136,00	17,00%	34,60%	27,83%	8,84%	4,25	1,17	4,22	1,17	4,22	1,18	4,29
17/12/98	p	130,00	0,137	Mar-99	136,10	18,14%	36,27%	28,25%	8,74%	4,00	1,30	4,43	1,30	4,43	1,30	4,44
21/12/98	c	130,00	0,126	Mar-99	131,60	18,28%	36,09%	28,19%	8,82%	5,04	4,20	7,43	4,20	7,44	4,21	7,44
21/12/98	c	135,00	0,126	Mar-99	131,60	18,28%	36,09%	28,19%	8,82%	5,00	1,99	5,19	1,99	5,19	2,00	5,20
21/12/98	p	130,00	0,126	Mar-99	131,60	18,28%	36,09%	28,19%	8,82%	5,25	2,62	5,85	2,62	5,85	2,62	5,86

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
22/12/98	C	130,00	0,123	Mar-99	131,60	21,68%	32,65%	28,69%	8,67%	8,00	4,77	6,74	4,78	6,75	4,78	6,75
22/12/98	C	135,00	0,123	Mar-99	131,60	21,68%	32,65%	28,69%	8,67%	5,00	2,55	4,49	2,55	4,50	2,55	4,50
23/12/98	C	135,00	0,121	Mar-99	134,40	21,69%	37,55%	28,15%	8,38%	5,00	3,72	6,64	3,72	6,64	3,72	6,65
28/12/98	C	130,00	0,107	Mar-99	133,20	21,29%	28,66%	28,67%	7,83%	4,00	5,43	6,63	5,43	6,63	5,44	6,64
28/12/98	C	135,00	0,107	Mar-99	133,20	21,29%	28,66%	28,67%	7,83%	3,96	2,87	4,13	2,87	4,13	2,87	4,13
29/12/98	C	130,00	0,104	Mar-99	134,80	21,70%	35,40%	28,75%	9,19%	6,40	6,52	8,65	6,53	8,66	6,53	8,66
30/12/98	C	130,00	0,101	Mar-99	136,00	21,85%	32,59%	28,98%	8,30%	8,00	7,38	8,94	7,39	8,95	7,39	8,95
05/01/99	C	130,00	0,085	Mar-99	137,75	23,82%	26,28%	26,76%	9,43%	9,63	8,73	9,01	8,74	9,02	8,75	9,02
05/01/99	P	130,00	0,085	Mar-99	137,75	23,82%	26,28%	26,76%	9,43%	2,30	1,04	1,32	1,04	1,32	1,04	1,32
06/01/99	C	145,00	0,082	Mar-99	136,80	25,28%	32,81%	27,43%	9,64%	4,00	1,21	2,15	1,21	2,15	1,21	2,15
06/01/99	P	130,00	0,082	Mar-99	136,80	25,28%	32,81%	27,43%	9,64%	2,50	1,36	2,30	1,36	2,30	1,36	2,31
07/01/99	C	150,00	0,252	Mai-99	139,70	25,21%	40,55%	24,49%	10,09%	4,53	3,20	7,12	3,20	7,13	3,22	7,16
07/01/99	P	130,00	0,252	Mai-99	139,70	25,21%	40,55%	24,49%	10,09%	5,00	2,95	6,59	2,95	6,60	2,97	6,63
08/01/99	C	150,00	0,077	Mar-99	138,70	25,21%	38,07%	27,78%	9,58%	3,00	0,66	2,00	0,66	2,00	0,66	2,01
08/01/99	C	150,00	0,249	Mai-99	140,70	25,21%	32,30%	24,62%	9,86%	4,78	3,48	5,28	3,48	5,30	3,50	5,32
11/01/99	C	145,00	0,068	Mar-99	138,10	24,73%	46,00%	28,54%	10,26%	3,00	1,19	3,87	1,19	3,87	1,19	3,87
11/01/99	C	150,00	0,241	Mai-99	139,90	24,73%	30,35%	24,84%	9,87%	5,50	3,02	4,38	3,02	4,39	3,04	4,40
12/01/99	C	130,00	0,066	Mar-99	136,75	24,61%	39,50%	29,42%	11,46%	9,00	7,70	9,35	7,71	9,36	7,71	9,36
12/01/99	C	145,00	0,066	Mar-99	136,75	24,61%	39,50%	29,42%	11,46%	3,00	0,84	2,47	0,84	2,47	0,84	2,47
12/01/99	C	150,00	0,238	Mai-99	138,90	24,61%	34,82%	25,06%	11,61%	5,00	2,66	5,07	2,67	5,09	2,68	5,11
12/01/99	P	135,00	0,066	Mar-99	136,75	24,61%	39,50%	29,42%	11,46%	3,21	2,60	4,62	2,60	4,62	2,60	4,63
14/01/99	C	145,00	0,060	Mar-99	136,20	24,91%	36,50%	31,08%	53,43%	3,00	0,66	1,75	0,66	1,75	0,67	1,76
15/01/99	C	135,00	0,058	Mar-99	133,25	25,09%	47,85%	31,75%	20,48%	2,50	2,39	5,24	2,39	5,25	2,40	5,25
15/01/99	C	145,00	0,058	Mar-99	133,25	25,09%	47,85%	31,75%	20,48%	0,50	0,30	2,12	0,30	2,12	0,30	2,12
15/01/99	P	130,00	0,058	Mar-99	133,25	25,09%	47,85%	31,75%	20,48%	3,00	1,78	4,48	1,78	4,49	1,78	4,49
15/01/99	P	135,00	0,058	Mar-99	133,25	25,09%	47,85%	31,75%	20,48%	6,25	4,12	6,97	4,13	6,98	4,13	6,99
18/01/99	C	130,00	0,049	Mar-99	127,00	24,59%	36,89%	27,20%	14,56%	2,93	1,54	2,85	1,54	2,85	1,54	2,85
19/01/99	C	130,00	0,047	Mar-99	122,25	29,57%	42,05%	23,31%	17,08%	2,59	0,71	1,68	0,71	1,68	0,71	1,69
19/01/99	P	115,00	0,047	Mar-99	122,25	29,57%	42,05%	23,31%	17,08%	0,50	0,68	1,59	0,68	1,59	0,68	1,60
20/01/99	C	130,00	0,044	Mar-99	122,50	30,86%	39,43%	24,32%	7,31%	1,18	0,79	1,43	0,79	1,43	0,79	1,43
20/01/99	C	150,00	0,216	Mai-99	125,90	30,86%	34,82%	23,29%	10,83%	3,00	1,04	1,55	1,04	1,55	1,04	1,56
20/01/99	P	115,00	0,044	Mar-99	122,50	30,86%	39,43%	24,32%	7,31%	0,91	0,66	1,25	0,66	1,25	0,66	1,25

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
20/01/99	p	120,00	0,044	Mar-99	122,50	30,86%	39,43%	24,32%	7,31%	0,50	2,03	2,86	2,03	2,86	2,03	2,86
20/01/99	p	130,00	0,044	Mar-99	122,50	30,86%	39,43%	24,32%	7,31%	8,50	8,26	8,91	8,26	8,91	8,27	8,91
21/01/99	p	115,00	0,041	Mar-99	119,80	29,44%	29,76%	23,35%	9,49%	1,87	1,02	1,05	1,02	1,05	1,02	1,05
21/01/99	p	120,00	0,041	Mar-99	119,80	29,44%	29,76%	23,35%	9,49%	2,91	2,94	2,97	2,94	2,98	2,95	2,98
22/01/99	p	120,00	0,038	Mar-99	119,90	29,89%	34,33%	24,74%	6,88%	3,58	2,84	3,26	2,84	3,26	2,84	3,26
26/01/99	c	120,00	0,027	Mar-99	120,90	29,89%	39,89%	25,68%	14,92%	3,00	2,84	3,63	2,84	3,63	2,84	3,63
26/01/99	c	150,00	0,200	Mai-99	123,50	29,89%	34,52%	23,39%	18,12%	1,50	0,57	1,00	0,57	1,00	0,58	1,02
26/01/99	p	130,00	0,200	Mai-99	123,50	29,89%	38,82%	23,39%	18,12%	10,00	10,12	11,96	10,20	12,04	10,23	12,08
27/01/99	c	120,00	0,025	Mar-99	118,30	30,26%	45,66%	24,45%	28,20%	1,50	1,50	2,61	1,50	2,61	1,50	2,61
02/02/99	p	120,00	0,181	Mai-99	123,00	30,79%	34,06%	22,54%	49,83%	5,50	4,53	5,13	4,60	5,21	4,67	5,29
04/02/99	p	120,00	0,003	Mar-99	117,90	30,16%	56,96%	11,69%	8,09%	2,40	2,22	2,71	2,22	2,70	2,22	2,71
05/02/99	p	110,00	0,173	Mai-99	120,25	26,88%	36,05%	23,02%	24,74%	3,00	1,48	2,80	1,49	2,81	1,50	2,84
08/02/99	p	120,00	0,164	Mai-99	119,60	26,76%	37,33%	23,31%	11,36%	6,14	5,29	7,29	5,30	7,31	5,31	7,32
11/02/99	p	120,00	0,156	Mai-99	120,10	25,83%	31,26%	23,95%	25,67%	5,00	4,65	5,63	4,68	5,67	4,70	5,70
18/02/99	p	100,00	0,463	Set-99	119,90	29,05%	32,75%	33,20%	27,20%	2,50	1,85	2,51	1,87	2,55	1,95	2,64
18/02/99	p	110,00	0,463	Set-99	119,90	29,05%	32,69%	33,20%	27,20%	3,00	4,36	5,27	4,44	5,38	4,57	5,52
18/02/99	p	130,00	0,137	Mai-99	116,90	29,05%	42,86%	24,60%	29,23%	14,30	13,67	15,41	13,88	15,59	13,91	15,63
19/02/99	p	100,00	0,460	Set-99	119,75	29,10%	28,08%	33,35%	19,39%	2,50	1,93	1,75	1,95	1,77	2,00	1,81
19/02/99	p	130,00	0,134	Mai-99	116,00	29,10%	34,48%	24,93%	24,34%	14,00	14,47	15,05	14,65	15,21	14,68	15,24
24/02/99	p	100,00	0,447	Set-99	120,00	23,12%	32,17%	33,65%	26,54%	2,20	0,88	2,30	0,88	2,33	0,93	2,41
24/02/99	p	130,00	0,121	Mai-99	117,76	23,12%	32,96%	25,26%	24,15%	13,00	12,40	13,36	12,54	13,48	12,56	13,50
25/02/99	c	130,00	0,444	Set-99	118,25	23,08%	31,61%	33,74%	24,93%	9,75	2,80	4,98	2,84	5,06	2,92	5,18
25/02/99	p	105,00	0,444	Set-99	118,25	23,08%	31,61%	33,74%	24,93%	3,25	1,93	3,74	1,95	3,80	2,01	3,90
25/02/99	p	110,00	0,444	Set-99	118,25	23,08%	31,61%	33,74%	24,93%	5,00	3,25	5,37	3,30	5,47	3,38	5,59
26/02/99	p	110,00	0,115	Mai-99	114,40	22,72%	29,67%	25,32%	29,68%	3,75	1,63	2,55	1,63	2,56	1,64	2,57
02/03/99	p	110,00	0,104	Mai-99	113,00	22,59%	38,35%	26,21%	3,98%	2,25	1,95	4,11	1,95	4,11	1,95	4,11
03/03/99	p	100,00	0,427	Set-99	114,50	21,68%	36,18%	34,29%	27,70%	3,37	1,22	3,95	1,23	4,01	1,28	4,13
03/03/99	p	110,00	0,101	Mai-99	111,00	21,68%	24,81%	25,90%	23,18%	3,42	2,51	2,93	2,52	2,94	2,52	2,95
04/03/99	c	130,00	0,425	Set-99	117,06	22,23%	33,37%	34,25%	40,00%	6,59	2,07	4,59	2,11	4,72	2,21	4,91
04/03/99	p	100,00	0,425	Set-99	117,06	22,23%	33,37%	34,25%	40,00%	3,50	0,93	2,71	0,94	2,77	1,00	2,91
05/03/99	c	120,00	0,096	Mai-99	116,40	23,27%	28,38%	24,55%	51,49%	3,00	1,80	2,46	1,81	2,48	1,83	2,50
05/03/99	c	130,00	0,422	Set-99	120,20	23,27%	39,57%	34,14%	37,51%	8,03	3,09	7,24	3,17	7,47	3,29	7,70

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
05/03/99	p	110,00	0,096	Mai-99	116,40	23,27%	28,38%	24,55%	51,49%	2,00	0,96	1,49	0,96	1,49	0,97	1,51
08/03/99	c	120,00	0,088	Mai-99	114,30	22,78%	32,73%	24,16%	35,32%	2,37	1,05	2,17	1,06	2,17	1,06	2,19
08/03/99	p	110,00	0,088	Mai-99	114,30	22,78%	32,73%	24,16%	35,32%	2,20	1,30	2,44	1,30	2,45	1,31	2,46
09/03/99	p	115,00	0,074	Mai-99	116,20	23,31%	32,56%	24,14%	43,23%	5,00	2,29	3,40	2,30	3,41	2,31	3,43
09/03/99	p	130,00	0,074	Mai-99	116,20	23,31%	32,56%	24,14%	43,23%	14,50	13,48	13,88	13,80	14,06	13,80	14,10
10/03/99	p	130,00	0,071	Mai-99	116,70	23,85%	43,68%	24,88%	29,20%	14,50	13,17	14,37	13,30	14,45	13,34	14,47
12/03/99	c	130,00	0,403	Set-99	119,90	23,74%	42,59%	34,86%	18,08%	8,00	3,26	8,34	3,28	8,43	3,34	8,54
15/03/99	c	120,00	0,058	Mai-99	113,50	23,70%	45,19%	26,09%	35,48%	2,17	0,56	2,40	0,56	2,40	0,57	2,41
15/03/99	p	110,00	0,058	Mai-99	113,50	23,70%	45,19%	26,09%	35,48%	1,80	1,14	3,21	1,14	3,22	1,14	3,23
15/03/99	p	115,00	0,058	Mai-99	113,50	23,70%	45,19%	26,09%	35,48%	3,00	3,34	5,61	3,35	5,62	3,36	5,64
16/03/99	p	100,00	0,392	Set-99	119,65	24,37%	41,35%	35,15%	25,49%	2,50	0,89	3,69	0,89	3,73	0,93	3,82
16/03/99	p	105,00	0,392	Set-99	119,65	24,37%	41,35%	35,15%	25,49%	3,60	1,68	5,13	1,69	5,20	1,75	5,32
17/03/99	c	120,00	0,052	Mai-99	115,90	24,59%	31,35%	27,91%	11,31%	2,00	1,07	1,69	1,07	1,70	1,08	1,70
17/03/99	c	150,00	0,389	Set-99	121,25	24,59%	34,59%	35,24%	28,99%	4,00	0,70	2,21	0,70	2,24	0,74	2,32
17/03/99	p	100,00	0,389	Set-99	121,25	24,59%	34,59%	35,24%	28,99%	2,50	0,75	2,15	0,76	2,17	0,79	2,25
17/03/99	p	105,00	0,389	Set-99	121,25	24,59%	34,59%	35,24%	28,99%	3,60	1,44	3,27	1,46	3,32	1,51	3,41
17/03/99	p	110,00	0,052	Mai-99	115,90	24,59%	31,35%	27,91%	11,31%	1,50	0,60	1,09	0,60	1,09	0,60	1,09
17/03/99	p	130,00	0,052	Mai-99	115,90	24,59%	31,35%	27,91%	11,31%	15,50	14,07	14,22	14,10	14,19	14,12	14,25
18/03/99	p	100,00	0,386	Set-99	118,20	22,29%	38,77%	35,22%	23,78%	2,75	0,76	3,44	0,76	3,47	0,79	3,55
18/03/99	p	105,00	0,386	Set-99	118,20	22,29%	38,77%	35,22%	23,78%	3,85	1,53	4,89	1,55	4,95	1,59	5,05
18/03/99	p	110,00	0,386	Set-99	118,20	22,29%	38,77%	35,22%	23,78%	7,00	2,76	6,68	2,79	6,78	2,85	6,89
19/03/99	c	120,00	0,047	Mai-99	112,90	23,66%	45,63%	26,65%	27,02%	1,50	0,33	1,85	0,33	1,85	0,33	1,85
19/03/99	c	130,00	0,384	Set-99	118,20	23,66%	38,51%	35,40%	21,61%	7,75	2,60	6,26	2,62	6,33	2,67	6,44
19/03/99	p	105,00	0,384	Set-99	118,20	23,66%	38,51%	35,40%	21,61%	4,00	1,78	4,85	1,79	4,90	1,83	4,98
19/03/99	p	120,00	0,384	Set-99	118,20	23,66%	38,51%	35,40%	21,61%	12,50	7,26	11,26	7,40	11,46	7,48	11,59
19/03/99	p	130,00	0,047	Mai-99	112,90	23,66%	45,63%	26,65%	27,02%	17,10	16,89	17,29	17,10	17,31	17,10	17,38
19/03/99	p	130,00	0,384	Set-99	118,20	23,66%	38,51%	35,40%	21,61%	20,00	13,46	17,12	13,88	17,55	13,95	17,68
22/03/99	c	115,00	0,038	Mai-99	111,40	23,22%	38,50%	26,18%	26,68%	2,59	0,73	1,88	0,73	1,88	0,73	1,89
23/03/99	p	130,00	0,036	Mai-99	111,70	23,56%	39,88%	28,16%	30,17%	18,50	18,10	18,18	18,30	18,30	18,30	18,31
24/03/99	p	105,00	0,370	Set-99	118,00	23,53%	42,88%	35,95%	25,96%	4,02	1,69	5,63	1,70	5,71	1,75	5,82
24/03/99	p	110,00	0,033	Mai-99	111,90	23,53%	47,58%	30,59%	31,45%	1,75	1,08	2,91	1,08	2,91	1,08	2,92
25/03/99	p	105,00	0,367	Set-99	119,70	23,50%	35,41%	36,04%	27,46%	4,00	1,39	3,59	1,41	3,64	1,45	3,73

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
25/03/99	p	110,00	0,030	Mai-99	113,60	23,50%	34,85%	33,62%	43,87%	0,90	0,55	1,25	0,55	1,26	0,55	1,26
26/03/99	c	120,00	0,027	Mai-99	116,50	22,63%	33,10%	33,71%	37,74%	1,00	0,54	1,19	0,54	1,19	0,54	1,19
26/03/99	c	130,00	0,364	Set-99	122,20	22,63%	37,40%	36,04%	25,17%	9,00	3,34	7,17	3,38	7,27	3,45	7,40
26/03/99	c	150,00	0,364	Set-99	122,20	22,63%	37,40%	36,04%	25,17%	4,75	0,49	2,75	0,50	2,77	0,52	2,85
30/03/99	p	120,00	0,016	Mai-99	120,70	25,65%	30,21%	3,55%	28,84%	1,40	1,25	1,52	1,25	1,52	1,25	1,52
06/04/99	c	130,00	0,162	Jul-99	120,20	29,26%	37,98%	32,06%	11,76%	2,50	2,18	3,62	2,18	3,63	2,19	3,64
06/04/99	p	110,00	0,162	Jul-99	120,20	29,26%	37,98%	32,06%	11,76%	2,50	1,73	2,99	1,73	3,00	1,74	3,01
07/04/99	c	150,00	0,332	Set-99	119,70	28,60%	54,17%	36,37%	23,58%	4,50	0,80	5,27	0,80	5,31	0,83	5,41
07/04/99	p	105,00	0,159	Jul-99	116,90	28,60%	32,98%	31,53%	12,71%	1,75	1,15	1,66	1,15	1,67	1,16	1,67
07/04/99	p	110,00	0,159	Jul-99	116,90	28,60%	32,98%	31,53%	12,71%	2,79	2,37	3,06	2,38	3,06	2,39	3,07
08/04/99	c	130,00	0,156	Jul-99	113,50	30,01%	32,48%	30,78%	16,80%	1,50	0,88	1,13	0,88	1,13	0,89	1,14
08/04/99	c	150,00	0,329	Set-99	116,40	30,01%	50,55%	36,31%	14,87%	4,50	0,67	3,81	0,67	3,82	0,69	3,87
08/04/99	p	100,00	0,156	Jul-99	113,50	30,01%	32,48%	30,78%	16,80%	2,18	0,90	1,14	0,90	1,14	0,91	1,15
08/04/99	p	105,00	0,329	Set-99	116,40	30,01%	50,55%	36,31%	14,87%	3,90	3,05	7,47	3,07	7,52	3,10	7,58
08/04/99	p	105,00	0,156	Jul-99	113,50	30,01%	32,48%	30,78%	16,80%	2,06	1,94	2,28	1,94	2,28	1,95	2,29
08/04/99	p	110,00	0,156	Jul-99	113,50	30,01%	32,48%	30,78%	16,80%	3,58	3,62	4,03	3,63	4,04	3,64	4,06
09/04/99	c	80,00	0,153	Jul-99	113,30	30,30%	27,65%	31,16%	16,53%	33,30	32,47	32,47	33,30	33,30	33,30	33,30
09/04/99	p	95,00	0,153	Jul-99	113,30	30,30%	27,65%	31,16%	16,53%	1,00	0,36	0,24	0,36	0,24	0,37	0,24
12/04/99	c	120,00	0,145	Jul-99	111,50	29,62%	51,46%	31,13%	17,11%	3,00	1,97	5,28	1,98	5,29	1,99	5,31
12/04/99	c	130,00	0,145	Jul-99	111,50	29,62%	51,46%	31,13%	17,11%	1,00	0,53	2,84	0,53	2,85	0,53	2,86
12/04/99	c	140,00	0,318	Set-99	114,10	29,62%	44,08%	36,65%	16,07%	3,50	1,07	3,43	1,07	3,44	1,09	3,48
12/04/99	p	100,00	0,318	Set-99	114,10	29,62%	44,08%	36,65%	16,07%	3,30	2,07	4,73	2,08	4,76	2,10	4,81
13/04/99	c	120,00	0,142	Jul-99	111,50	29,74%	36,03%	31,54%	22,22%	3,00	1,94	2,83	1,94	2,83	1,95	2,85
13/04/99	p	100,00	0,315	Set-99	114,10	29,74%	45,94%	36,88%	20,61%	3,30	2,04	4,99	2,05	5,03	2,08	5,10
15/04/99	c	125,00	0,137	Jul-99	111,25	29,70%	37,22%	32,35%	9,87%	3,00	0,95	1,77	0,95	1,77	0,95	1,78
15/04/99	c	130,00	0,137	Jul-99	111,25	29,70%	37,22%	32,35%	9,87%	1,50	0,46	1,05	0,46	1,05	0,46	1,06
15/04/99	c	150,00	0,310	Set-99	113,85	29,70%	61,51%	37,34%	12,43%	4,80	0,41	5,08	0,41	5,09	0,42	5,14
16/04/99	c	125,00	0,134	Jul-99	112,00	29,69%	44,24%	32,84%	9,71%	3,50	1,04	2,80	1,04	2,81	1,04	2,81
19/04/99	c	125,00	0,126	Jul-99	114,40	29,27%	49,27%	33,04%	6,58%	4,00	1,35	4,05	1,35	4,05	1,35	4,06
20/04/99	c	130,00	0,123	Jul-99	113,00	30,28%	48,91%	33,22%	1,00%	2,00	0,56	2,42	0,56	2,42	0,56	2,42
22/04/99	c	125,00	0,118	Jul-99	109,20	30,62%	45,32%	31,66%	15,01%	3,00	0,57	1,89	0,57	1,90	0,57	1,90
22/04/99	c	150,00	0,290	Set-99	112,30	30,62%	64,29%	37,43%	13,04%	5,00	0,33	4,84	0,33	4,86	0,34	4,90

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
22/04/99	p	100,00	0,290	Set-99	112,30	30,62%	64,29%	37,43%	13,04%	6,20	2,39	8,91	2,39	8,95	2,41	9,00
23/04/99	c	120,00	0,115	Jul-99	109,80	31,32%	54,95%	32,22%	11,99%	2,76	1,36	4,32	1,36	4,32	1,36	4,33
23/04/99	c	125,00	0,115	Jul-99	109,80	31,32%	54,95%	32,22%	11,99%	2,15	0,66	3,09	0,66	3,09	0,66	3,10
28/04/99	c	150,00	0,274	Set-99	114,20	31,06%	74,01%	38,43%	13,47%	3,93	0,40	6,86	0,40	6,88	0,40	6,94
28/04/99	p	105,00	0,101	Jul-99	111,70	31,06%	45,04%	34,05%	17,02%	2,83	1,70	3,35	1,70	3,36	1,71	3,36
28/04/99	p	105,00	0,274	Set-99	114,20	31,06%	74,01%	38,43%	13,47%	9,00	3,30	12,17	3,31	12,22	3,33	12,29
29/04/99	p	105,00	0,099	Jul-99	114,15	31,07%	40,76%	34,39%	17,61%	2,68	1,14	2,13	1,14	2,13	1,15	2,14
30/04/99	p	105,00	0,268	Set-99	116,80	31,65%	64,35%	38,68%	10,20%	3,15	2,74	9,26	2,75	9,29	2,76	9,33
30/04/99	p	105,00	0,096	Jul-99	113,70	31,65%	45,72%	34,97%	8,06%	2,75	1,25	2,75	1,25	2,75	1,25	2,75
10/05/99	c	130,00	0,241	Set-99	117,90	23,73%	65,83%	40,16%	12,59%	7,00	1,57	10,26	1,57	10,30	1,58	10,34
10/05/99	p	110,00	0,068	Jul-99	115,30	23,73%	45,74%	39,54%	15,34%	2,07	0,90	3,10	0,90	3,11	0,90	3,11
11/05/99	p	110,00	0,066	Jul-99	117,50	23,15%	35,68%	40,50%	3,98%	1,57	0,45	1,43	0,45	1,43	0,45	1,43
13/05/99	c	120,00	0,060	Jul-99	114,80	21,72%	34,56%	41,49%	6,47%	2,00	0,71	1,89	0,71	1,89	0,71	1,90
13/05/99	p	110,00	0,060	Jul-99	114,80	21,72%	35,62%	41,49%	6,47%	1,00	0,72	1,97	0,72	1,97	0,72	1,97
17/05/99	c	130,00	0,222	Set-99	122,20	21,92%	65,93%	41,17%	5,58%	9,00	2,17	11,82	2,17	11,83	2,18	11,85
19/05/99	c	140,00	0,044	Jul-99	134,30	26,68%	31,19%	29,17%	4,78%	2,80	1,01	1,42	1,01	1,42	1,01	1,42
19/05/99	c	150,00	0,216	Set-99	136,00	26,68%	57,01%	37,90%	6,40%	7,17	2,14	8,97	2,14	8,98	2,15	9,00
20/05/99	c	120,00	0,041	Jul-99	130,90	32,59%	45,09%	27,62%	1,00%	12,00	11,26	11,94	11,24	11,93	11,26	11,94
20/05/99	c	130,00	0,041	Jul-99	130,90	32,59%	45,09%	27,62%	1,00%	6,00	3,90	5,22	3,90	5,22	3,91	5,22
20/05/99	p	120,00	0,041	Jul-99	130,90	32,59%	45,09%	27,62%	1,00%	2,50	0,36	1,05	0,36	1,05	0,36	1,05
24/05/99	c	130,00	0,030	Jul-99	130,60	33,43%	61,00%	30,33%	1,00%	3,50	3,32	5,81	3,32	5,81	3,32	5,81
24/05/99	p	125,00	0,030	Jul-99	130,60	33,43%	61,00%	30,33%	1,00%	4,25	0,96	3,05	0,96	3,05	0,96	3,05
25/05/99	p	125,00	0,027	Jul-99	131,50	30,64%	62,32%	32,56%	1,00%	4,10	0,54	2,65	0,54	2,65	0,54	2,65
26/05/99	c	140,00	0,025	Jul-99	136,90	30,64%	81,17%	19,12%	26,52%	4,00	1,38	5,56	1,38	5,56	1,38	5,56
27/05/99	c	140,00	0,022	Jul-99	133,90	32,22%	71,62%	15,78%	1,92%	2,50	0,62	3,24	0,62	3,24	0,62	3,24
27/05/99	c	150,00	0,195	Set-99	135,70	32,22%	87,72%	38,10%	6,87%	11,00	2,83	15,28	2,83	15,29	2,84	15,32
27/05/99	p	110,00	0,195	Set-99	135,70	32,22%	87,72%	38,10%	6,87%	3,40	0,53	8,54	0,53	8,55	0,53	8,57
28/05/99	c	140,00	0,019	Jul-99	133,70	34,03%	61,43%	18,20%	1,00%	1,50	0,56	2,16	0,56	2,16	0,56	2,16
28/05/99	c	150,00	0,192	Set-99	136,20	34,03%	63,20%	38,43%	4,97%	12,00	3,29	9,70	3,29	9,70	3,29	9,72
28/05/99	p	120,00	0,192	Set-99	136,20	34,03%	63,20%	38,43%	4,97%	6,25	2,07	7,37	2,07	7,37	2,08	7,38
02/06/99	c	130,00	0,178	Set-99	137,00	34,02%	95,87%	39,38%	4,03%	16,25	11,56	24,90	11,57	24,89	11,58	24,93
02/06/99	c	150,00	0,178	Set-99	137,00	34,02%	95,87%	39,38%	4,03%	12,00	3,27	16,95	3,27	16,95	3,27	16,97

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
04/06/99	c	150,00	0,173	Set-99	135,70	33,63%	67,61%	39,83%	8,52%	11,36	2,72	9,66	2,72	9,67	2,73	9,69
04/06/99	p	120,00	0,173	Set-99	135,70	33,63%	67,61%	39,83%	8,52%	5,88	1,83	7,65	1,83	7,66	1,83	7,68
07/06/99	c	150,00	0,164	Set-99	126,00	33,88%	75,05%	36,72%	4,03%	8,50	0,91	7,28	0,91	7,28	0,91	7,29
07/06/99	p	120,00	0,164	Set-99	126,00	33,88%	75,05%	36,72%	4,03%	8,00	4,13	11,98	4,13	11,99	4,13	12,00
08/06/99	c	130,00	0,162	Set-99	120,80	43,60%	68,57%	36,02%	3,33%	9,87	4,89	9,58	4,89	9,58	4,89	9,59
08/06/99	c	150,00	0,162	Set-99	120,80	43,60%	68,57%	36,02%	3,33%	5,59	1,22	4,53	1,22	4,53	1,22	4,53
08/06/99	c	160,00	0,162	Set-99	120,80	43,60%	68,57%	36,02%	3,33%	4,00	0,56	3,04	0,56	3,04	0,56	3,04
08/06/99	p	105,00	0,162	Set-99	120,80	43,60%	68,57%	36,02%	3,33%	3,00	2,36	6,00	2,36	6,00	2,36	6,00
08/06/99	p	120,00	0,162	Set-99	120,80	43,60%	68,57%	36,02%	3,33%	11,00	7,97	12,74	7,98	12,74	7,98	12,75
09/06/99	c	150,00	0,159	Set-99	120,95	46,21%	71,34%	36,43%	4,77%	5,50	1,47	4,90	1,47	4,90	1,47	4,91
10/06/99	c	150,00	0,156	Set-99	119,90	46,15%	83,51%	36,89%	1,69%	6,00	1,29	6,49	1,29	6,49	1,29	6,49
10/06/99	p	105,00	0,156	Set-99	119,90	46,15%	83,51%	36,89%	1,69%	3,50	2,78	8,43	2,78	8,43	2,78	8,43
10/06/99	p	120,00	0,156	Set-99	119,90	46,15%	83,51%	36,89%	1,69%	10,00	8,74	15,73	8,74	15,72	8,74	15,73
11/06/99	c	150,00	0,153	Set-99	119,00	45,88%	69,71%	37,36%	1,00%	5,75	1,12	4,00	1,12	4,00	1,12	4,00
11/06/99	p	115,00	0,153	Set-99	119,00	45,88%	69,71%	37,36%	1,00%	7,50	6,52	10,79	6,52	10,79	6,52	10,79
11/06/99	p	120,00	0,153	Set-99	119,00	45,88%	69,71%	37,36%	1,00%	9,25	9,05	13,46	9,05	13,46	9,05	13,46
14/06/99	c	150,00	0,145	Set-99	116,40	45,67%	59,86%	37,58%	1,04%	5,50	0,74	2,01	0,74	2,01	0,74	2,01
15/06/99	c	150,00	0,142	Set-99	116,70	46,24%	86,69%	38,06%	5,30%	5,25	0,77	5,43	0,77	5,43	0,77	5,44
15/06/99	p	115,00	0,142	Set-99	116,70	46,24%	86,69%	38,06%	5,30%	7,00	7,18	14,11	7,18	14,12	7,19	14,13
15/06/99	p	120,00	0,142	Set-99	116,70	46,24%	86,69%	38,06%	5,30%	8,50	9,91	16,96	9,92	16,96	9,92	16,98
16/06/99	c	130,00	0,140	Set-99	118,75	46,11%	56,26%	38,14%	11,36%	9,00	4,00	5,65	4,00	5,65	4,01	5,67
16/06/99	c	150,00	0,140	Set-99	118,75	46,11%	56,26%	38,14%	11,36%	5,75	0,91	1,85	0,91	1,85	0,92	1,86
16/06/99	p	115,00	0,140	Set-99	118,75	46,11%	56,26%	38,14%	11,36%	6,75	6,19	7,90	6,20	7,91	6,21	7,93
17/06/99	c	130,00	0,137	Set-99	118,80	46,02%	70,58%	38,66%	8,99%	8,07	3,94	7,98	3,95	7,99	3,95	8,00
17/06/99	c	150,00	0,137	Set-99	118,80	46,02%	70,58%	38,66%	8,99%	5,00	0,88	3,49	0,88	3,49	0,88	3,50
17/06/99	p	130,00	0,137	Set-99	118,80	46,02%	70,58%	38,66%	8,99%	16,00	15,01	19,05	15,04	19,07	15,05	19,10
18/06/99	c	150,00	0,134	Set-99	119,30	45,55%	68,32%	39,16%	5,54%	5,75	0,86	3,23	0,86	3,23	0,86	3,24
18/06/99	p	110,00	0,134	Set-99	119,30	45,55%	68,32%	39,16%	5,54%	4,10	3,83	7,31	3,83	7,31	3,83	7,32
18/06/99	p	115,00	0,134	Set-99	119,30	45,55%	68,32%	39,16%	5,54%	6,50	5,78	9,57	5,79	9,58	5,79	9,58
18/06/99	p	120,00	0,134	Set-99	119,30	45,55%	68,32%	39,16%	5,54%	8,25	8,25	12,18	8,25	12,19	8,26	12,20
18/06/99	p	130,00	0,134	Set-99	119,30	45,55%	68,32%	39,16%	5,54%	14,87	14,60	18,35	14,61	18,36	14,62	18,37
21/06/99	c	130,00	0,126	Set-99	117,50	42,38%	47,52%	39,67%	1,32%	8,50	2,78	3,51	2,78	3,51	2,78	3,51

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
21/06/99	c	150,00	0,126	Set-99	117,50	42,38%	47,52%	39,67%	1,32%	5,50	0,44	0,74	0,44	0,74	0,44	0,74
21/06/99	p	115,00	0,126	Set-99	117,50	42,38%	47,52%	39,67%	1,32%	7,81	5,78	6,62	5,78	6,62	5,78	6,62
21/06/99	p	130,00	0,126	Set-99	117,50	42,38%	47,52%	39,67%	1,32%	16,50	15,25	15,99	15,25	15,99	15,26	15,99
22/06/99	p	115,00	0,123	Set-99	119,60	35,96%	49,19%	39,75%	3,00%	6,00	3,87	5,96	3,87	5,96	3,87	5,96
22/06/99	p	120,00	0,123	Set-99	119,60	35,96%	49,19%	39,75%	3,00%	9,35	6,21	8,41	6,21	8,42	6,21	8,42
23/06/99	c	130,00	0,121	Set-99	119,30	36,17%	52,14%	40,40%	0,90%	8,25	2,29	4,62	2,29	4,62	2,29	4,63
23/06/99	p	120,00	0,121	Set-99	119,30	36,17%	52,14%	40,40%	0,90%	9,50	6,34	8,97	6,34	8,97	6,34	8,98
24/06/99	c	130,00	0,118	Set-99	116,75	36,14%	73,21%	40,82%	3,27%	7,77	1,62	6,79	1,62	6,79	1,62	6,79
25/06/99	p	110,00	0,115	Set-99	114,50	36,05%	85,92%	41,32%	10,60%	6,00	3,47	10,75	3,47	10,76	3,48	10,77
25/06/99	p	120,00	0,115	Set-99	114,50	36,05%	85,92%	41,32%	10,60%	10,50	8,77	16,31	8,79	16,33	8,80	16,35
28/06/99	p	100,00	0,107	Set-99	112,30	36,09%	63,61%	41,84%	11,25%	2,25	1,06	3,92	1,06	3,92	1,06	3,93
29/06/99	c	130,00	0,104	Set-99	114,00	32,58%	48,57%	42,19%	12,36%	4,59	0,64	2,11	0,64	2,11	0,64	2,12
29/06/99	p	100,00	0,104	Set-99	114,00	32,58%	48,57%	42,19%	12,36%	2,00	0,56	1,86	0,56	1,86	0,57	1,86
29/06/99	p	110,00	0,104	Set-99	114,00	32,58%	48,57%	42,19%	12,36%	6,49	2,93	5,11	2,93	5,11	2,93	5,12
30/06/99	p	115,00	0,101	Set-99	113,40	33,23%	59,23%	43,02%	10,27%	7,00	5,60	9,31	5,61	9,32	5,61	9,32
30/06/99	p	120,00	0,101	Set-99	113,40	33,23%	59,23%	43,02%	10,27%	10,25	8,82	12,33	8,83	12,34	8,84	12,35
30/06/99	p	130,00	0,101	Set-99	113,40	33,23%	59,23%	43,02%	10,27%	18,00	17,02	19,53	17,03	19,55	17,08	19,58
01/07/99	c	130,00	0,099	Set-99	111,75	32,99%	44,09%	43,80%	6,65%	4,50	0,40	1,15	0,40	1,15	0,40	1,15
01/07/99	p	110,00	0,099	Set-99	111,75	32,99%	44,09%	43,80%	6,65%	4,85	3,73	5,25	3,74	5,25	3,74	5,26
07/07/99	p	100,00	0,082	Set-99	102,40	38,57%	58,41%	38,21%	5,89%	5,00	3,35	5,59	3,35	5,59	3,35	5,60
08/07/99	p	120,00	0,079	Set-99	105,20	35,04%	53,19%	37,72%	0,95%	17,00	15,26	16,55	15,22	16,53	15,26	16,55
15/07/99	p	100,00	0,060	Set-99	102,10	40,63%	96,31%	33,86%	9,04%	2,15	3,04	8,45	3,04	8,45	3,04	8,46
16/07/99	p	100,00	0,058	Set-99	100,20	40,64%	31,33%	34,26%	19,71%	3,50	3,75	2,87	3,75	2,87	3,76	2,87
19/07/99	p	100,00	0,049	Set-99	103,30	40,74%	38,00%	32,58%	16,25%	2,75	2,23	2,01	2,23	2,01	2,24	2,01
20/07/99	p	100,00	0,047	Set-99	103,60	41,90%	46,87%	33,79%	7,00%	2,00	2,14	2,55	2,14	2,55	2,14	2,55
26/07/99	c	110,00	0,030	Set-99	103,80	43,15%	91,11%	34,55%	2,86%	3,75	1,01	4,08	1,01	4,08	1,01	4,08
26/07/99	c	115,00	0,030	Set-99	103,80	43,15%	91,11%	34,55%	2,86%	2,25	0,32	2,69	0,32	2,69	0,32	2,69
26/07/99	p	100,00	0,030	Set-99	103,80	43,15%	91,11%	34,55%	2,86%	2,50	1,51	4,70	1,51	4,70	1,51	4,70
26/07/99	p	105,00	0,030	Set-99	103,80	43,15%	91,11%	34,55%	2,86%	3,75	3,75	7,19	3,75	7,19	3,75	7,19
26/07/99	p	110,00	0,030	Set-99	103,80	43,15%	91,11%	34,55%	2,86%	6,50	7,20	10,28	7,20	10,27	7,20	10,28
27/07/99	c	110,00	0,027	Set-99	105,75	43,31%	60,00%	33,67%	11,52%	4,00	1,41	2,47	1,41	2,47	1,41	2,47
27/07/99	c	115,00	0,027	Set-99	105,75	43,31%	60,00%	33,67%	11,52%	2,50	0,47	1,21	0,47	1,21	0,47	1,21

continua

Apêndice - Dados Utilizados e Valores Calculados pelos Modelos (continuação)

Data do Pregão	Tipo	Preço de Exercício (em US\$)	Dias até o Vencimento (em anos)	Mês do Contrato Objeto	Preço do Contrato Futuro (em US\$)	Volátil. Histórica	Volátil. Implícita	Volátil. Real	Tx. Juros Livre Risco (% ao ano)	Preço Médio Opção (em US\$)	B&S VH	B&S VI	BS VH	BS VI	BW VH	BW VI
27/07/99	p	100,00	0,027	Set-99	105,75	43,31%	60,00%	33,67%	11,52%	1,25	0,91	1,82	0,91	1,82	0,92	1,82
27/07/99	p	105,00	0,027	Set-99	105,75	43,31%	60,00%	33,67%	11,52%	3,50	2,64	3,80	2,64	3,80	2,65	3,80
27/07/99	p	110,00	0,027	Set-99	105,75	43,31%	60,00%	33,67%	11,52%	5,50	5,65	6,71	5,65	6,71	5,65	6,71
28/07/99	c	110,00	0,025	Set-99	104,50	43,74%	62,44%	36,28%	21,67%	1,50	0,97	1,99	0,97	1,99	0,97	1,99
28/07/99	p	100,00	0,025	Set-99	104,50	43,74%	62,44%	36,28%	21,67%	1,00	1,10	2,13	1,10	2,13	1,10	2,13
29/07/99	p	100,00	0,022	Set-99	103,60	43,51%	64,53%	39,73%	6,07%	1,00	1,20	2,34	1,20	2,34	1,20	2,34
03/08/99	p	100,00	0,008	Set-99	100,30	46,77%	63,68%	12,92%	1,00%	1,05	1,55	2,16	1,55	2,16	1,55	2,16
04/08/99	p	100,00	0,005	Set-99	100,80	46,65%	32,97%	12,35%	1,80%	0,73	1,02	0,63	1,02	0,63	1,02	0,63

Fonte: BM&F e dados gerados na pesquisa.

