
AVALIAÇÃO DE EMPRESAS PELO MODELO DE APREÇAMENTO DE OPÇÕES COM O USO DE VOLATILIDADE IMPLÍCITA SETORIAL DE ATIVOS: UM ESTUDO EMPÍRICO

ARTIGO

Leonel Molero Pereira

Mestre em Administração pela
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da
Universidade de São Paulo.
E-mail: leonel@usp.br

Recebido em: 25/11/03

Aprovado em: 07/01/04

José Roberto Securato

Professor Livre-Docente do Departamento de Administração da Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.
E-mail: securato@usp.br

RESUMO

O presente artigo utilizou o modelo de apreçamento de opções proposto por BLACK e SCHOLES (1973) – OPM – para avaliação de empresas de capital aberto do setor de energia elétrica que atuaram no Brasil no período de 2 de janeiro a 27 de agosto de 2003. Considerou-se que o valor da empresa poderia ser obtido pelo modelo de apreçamento de opção de compra, sendo o valor de face das dívidas equivalente ao preço de exercício da opção. Neste artigo, sugeriu-se a adoção da volatilidade implícita setorial de ativos como estimativa da volatilidade dos ativos das empresas da amostra. Foram realizados testes t para amostras emparelhadas com 163 observações, para verificar a hipótese nula de que a diferença entre o valor de mercado das empresas e o valor obtido pelo OPM é igual a zero. O resultado foi, com 95% de confiança, que não se poderia rejeitar a hipótese nula em 4 das 6 empresas que fizeram parte da amostra.

Palavras-chave: opções financeiras, avaliação de empresas, *Black*, *Scholes*, volatilidade.

ABSTRACT

The BLACK and SCHOLES (1973) option pricing model - OPM - may be used to evaluate companies. The model indicates that the value of a company is equal to the call option price. When used for valuation of closed companies some difficulties may be encountered in estimating asset volatility. An objective of this study is to suggest that comparable companies in the same sector have similar asset compositions and consequently equivalent implied volatilities. Another objective was to statistically verify the likeness of company market values and company OPM values. For this, information about publicly listed Brazilian electric power companies was collected between January 2nd and August 27th, 2003

Key words: options, firm valuation, *Black*, *Scholes*, implied, volatility.

1. INTRODUÇÃO

A gestão financeira voltada à manutenção e criação de riqueza para os acionistas tem sido um estímulo às pesquisas sobre métodos de avaliação de empresas.

Dentre os métodos de determinação do valor de empresas surgiu uma abordagem recente baseada na teoria de opções.

O Modelo de Apreçamento de Opções – OPM¹–, proposto por BLACK e SCHOLES (1973), mostra-se consistente com o Modelo de Apreçamento de Ativos – CAPM² – e com as proposições sobre a irrelevância da estrutura de capital no valor da empresa apresentadas por MODIGLIANI e MILLER (1958). A compatibilidade entre essas três teorias permitiu a criação de novos métodos que utilizam opções como ferramenta alternativa para a avaliação de empresas.

Um outro método utilizado na avaliação de empresas é a avaliação relativa, na qual se utilizam índices financeiros de empresas que atuam em um mesmo setor de atividade econômica para a comparação proporcional de seus valores.

O presente estudo utiliza o modelo de apreçamento de opções para avaliação de empresas, utilizando informações de empresas que atuam em um mesmo setor econômico.

A contribuição deste estudo é a estimativa da volatilidade de ativos, obtida a partir dos valores de mercado de empresas abertas que possuam papéis negociados em bolsa de valores. De posse dessa informação, portanto, é possível estimar o valor de outras empresas.

Na seção seguinte será feita uma breve revisão do modelo de BLACK e SCHOLES (1973) aplicado à avaliação de empresas. Na terceira seção deste estudo serão abordadas a volatilidade implícita setorial de ativos e sua aplicação ao modelo de opções. Na quarta seção será feito um teste empírico, com base em dados de empresas reais, para verificar se o modelo proposto fornece valores

estatisticamente iguais aos valores de mercado das empresas.

Finalmente, na quinta e última seção deste estudo, serão feitas as considerações finais e apresentadas sugestões para novas pesquisas.

2. VALOR DA EMPRESA ANÁLOGO À OPÇÃO DE COMPRA

Uma alternativa aos métodos tradicionais de avaliação de empresas pode ser o modelo proposto por BLACK e SCHOLES (1973), no qual o valor da empresa pode ser considerado como igual ao preço de uma opção.

Esse modelo consiste na teoria de que o acionista detém o direito, ou a opção, de deixar de honrar suas dívidas e ter sua empresa falida, caso o valor de mercado dos ativos da empresa seja inferior ao valor de face do endividamento no vencimento, ficando os credores com a partilha da massa falida.

Em outras palavras, se a empresa vendesse todos os seus ativos e estes fossem insuficientes para pagar suas dívidas no vencimento, a empresa entraria em processo de liquidação por insolvência, situação na qual o Patrimônio Líquido é negativo. Na figura seguinte, o Patrimônio Líquido foi representado do lado esquerdo do balanço, propositalmente, por estar em posição devedora, representando a situação de uma empresa que entra em processo de falência por impossibilidade de pagar o seu endividamento.

Figura 1: Representação do balanço patrimonial

Ativos	Passivos
Patr. Líq.	

de uma empresa falida

Fonte: Elaboração própria.

BLACK e SCHOLES (1973: 639), além de terem sido os primeiros a fornecer uma fórmula fechada para determinar o valor de uma opção de compra do

¹ OPM é a sigla de *Option Pricing Model*, que significa modelo de apreçamento de opções.

² CAPM é a sigla de *Capital Asset Pricing Model*, que significa modelo de apreçamento de ativos de capital.

tipo europeu, consideraram o valor de uma empresa com dívidas como análogo a uma opção de compra, assumindo as seguintes premissas:

- que a empresa possui apenas duas fontes de recursos: capital próprio e dívidas;
- que a dívida seria equivalente a um título sem cupons – ou seja, apenas com pagamento de principal e juros no vencimento – que possui valor de face D e prazo t ;
- que a dívida seria lastreada pelos ativos da empresa e os credores não poderiam forçar a falência da empresa antes do vencimento dos títulos de dívida;
- que a empresa não paga dividendos e não distribui capital até o vencimento da dívida;
- que não há custos na falência (por ex.: despesas judiciais e advocatícias) e os credores são os primeiros a participar da partilha da massa falida (antes dos funcionários e do fisco);
- que o valor dos ativos é o ativo subjacente da opção;
- que o vencimento da opção é o vencimento das dívidas;
- que o preço de exercício é o valor de face das dívidas;
- que o valor da empresa é igual ao prêmio da opção de compra.

Se no vencimento da dívida o valor dos ativos é superior ao valor de face da dívida, a opção é exercida e dividendos são distribuídos aos titulares da opção. Por outro lado, se o valor dos ativos for menor que o valor de face da dívida no vencimento, os credores serão forçados a solicitar o processo de falência.

No vencimento, o valor da opção de compra que representa a propriedade dos acionistas será representado por:

$$c_T = \text{MAX}[0, A - D] \quad (2.1)$$

sendo:

A : valor dos ativos no vencimento da dívida;

D : valor da dívida no vencimento;

C_T : valor da opção para os acionistas no vencimento;

T : data de vencimento.

Ao examinar-se a posição do acionista e do credor na data de vencimento da dívida, constata-se que o acionista está comprado na opção de compra, que representa o valor da empresa, enquanto o credor está comprado nos ativos da empresa, mas vendido na opção de compra. No vencimento das dívidas é possível verificar o resultado para credores e acionistas, como é apresentado no quadro a seguir:

Quadro 1: Valor da empresa no vencimento

Posição de Acionistas e Credores	Resultado no vencimento	
	Se $A \leq D$	Se $A > D$
Posição do Acionista: - comprado na opção de compra	0	$A - D$
Posição do Credor: - comprado no ativo	A	A
- vendido na opção de compra	0	$-(A - D)$
Total posição credor	A	$A - A + D = D$
Total posição credor + acionista	$0 + A = A$	$A - D + D = A$

Fonte: Adaptado de COPELAND e WESTON (1988: 249).

Utilizando a analogia de que o valor da empresa é igual ao preço de uma opção de compra, pode-se determinar o valor da empresa através da equação fechada de BLACK e SCHOLLES (1973), como segue:

$$c = A_0 N(d_1) - \frac{X}{(1 + R_f)^{\Delta t}} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{A_0}{X} + \Delta t \left(R_f + \frac{1}{2} \sigma^2 \right)}{\sigma \sqrt{\Delta t}} \quad (2.2)$$

$$d_2 = \frac{\ln \frac{A_0}{X} + \Delta t \left(R_f - \frac{1}{2} \sigma^2 \right)}{\sigma \sqrt{\Delta t}}$$

sendo:

c : preço da opção, ou valor da empresa;

$N(d_i)$: função densidade de probabilidade acumulada da variável padronizada d_i ;

X : preço de exercício da opção representado pelo valor de face da dívida;

Δt : prazo até o vencimento das dívidas;

A_0 : valor dos ativos da empresa no instante zero;

R_f : taxa livre de risco de curto prazo representada pelo retorno de um título livre de risco;

σ : desvio-padrão instantâneo dos ativos da empresa.

3. OPM E VOLATILIDADE IMPLÍCITA SETORIAL DE ATIVOS

A analogia proposta por BLACK e SCHOLLES (1973) para determinação do valor da empresa poderia apresentar algumas dificuldades na sua utilização para fins empíricos, de acordo com HSIA (1991), principalmente no que diz respeito à determinação da data de vencimento, do preço de exercício da opção e da volatilidade dos ativos.

HSIA (1991) descreve, em seu artigo, o procedimento para a adequação do OPM à avaliação de uma empresa, utilizando-o, porém, para determinar o custo de capital partindo do valor de mercado da empresa.

Neste estudo será adotado o processo inverso ao sugerido por HSIA (1991), ou seja, pretende-se obter o valor da empresa partindo de sua estrutura de capital.

3.1. Vencimento da opção

De acordo com HSIA (1991:283), a empresa deve assumir um montante de dívida permanente em sua estrutura de capital, ou seja, por mais que o endividamento da empresa possa variar de um exercício para outro, a empresa deve ter uma certa quantidade de dívida equivalente à sua estrutura de capital.

Partindo dessa premissa, HSIA (1991) assume que os pagamentos anuais correspondentes ao juro da dívida poderiam ser tratados como análogos ao pagamento de cupom de um título perpétuo. HSIA (1991:283) utilizou o conceito de perpetuidade para determinar o preço de exercício descontado da opção e o conceito de *duration*³ de MACAULEY (1938) para determinar o prazo até a data de vencimento.

O valor presente da dívida estrutural da empresa, de acordo com HSIA (1991), pode ser dado pelo valor perpétuo de pagamento de juros dividido pelo custo de endividamento, de acordo com a seguinte equação:

$$B = \frac{J}{K_b} \quad (3.1)$$

sendo:

J : pagamento de juros análogo a um título perpétuo;

B : valor estrutural de dívida;

K_b : custo de endividamento da empresa.

A duração da dívida pode ser obtida, segundo HSIA (1991: 283), pelo inverso do custo da dívida, o que determina o prazo de vencimento da opção:

$$D^* = \frac{1}{K_b} \quad (3.2)$$

sendo:

D^* : duração da dívida.

³ *Duration* significa duração.

3.2. Preço de exercício da opção

HSIA (1991) considera que todos os títulos de dívida da empresa com diversos vencimentos podem ser substituídos por apenas um título sintético, de vencimento único, sem pagamento de cupom.

O valor do título proposto por HSIA (1991) é o preço de exercício da opção obtido através do valor futuro da dívida estrutural adaptada ao critério de taxas discretas, como na equação seguinte:

$$X = B(1 + K_b)^{\frac{1}{K_b}} \quad (3.3)$$

sendo:

X : preço de exercício da opção.

Outro problema encontrado por HSIA (1991:281) para a aplicação prática do OPM foi a estimativa da volatilidade dos ativos, abordada no tópico seguinte.

3.3. Volatilidade dos ativos

Os ativos das empresas que possuem atividade operacional são formados por ativos reais ligados a sua atividade produtiva.

OLIVEIRA (2001:70), em sua abordagem sobre avaliação de bancos, sugere o uso da volatilidade das ações como aproximação para a volatilidade dos ativos. OLIVEIRA (2001:70) afirma, porém, que existe diferença entre a volatilidade dos ativos e a volatilidade das ações. Sugere, portanto, que o avaliador de empresas considere essa diferença. GRAVA (1999) sugere um ajuste na volatilidade dos retornos das ações, que é utilizado, em sua abordagem, como estimativa da volatilidade dos ativos.

Não se pode admitir, porém, que a volatilidade das ações represente a volatilidade dos ativos, mas sim a volatilidade do valor de propriedade da empresa. O valor de propriedade da empresa é função do valor dos ativos, do valor das dívidas e de outros fatores. Portanto, quando se utiliza a volatilidade das ações como estimativa da volatilidade dos ativos, está-se considerando a volatilidade de mais variáveis e não apenas dos ativos. A adoção da volatilidade das ações no lugar da volatilidade dos ativos provoca uma interpretação equivocada do OPM, quando este é utilizado em processos de avaliação de empresas.

3.4. Volatilidade implícita setorial de ativos

Um problema secundário enfrentado neste estudo é o seguinte: o valor da empresa é um parâmetro necessário para se obter a volatilidade implícita dos ativos. Como fazer para obter a volatilidade, então, se o que se deseja saber é o valor da empresa?

A sugestão para a solução desse problema é a adoção de uma volatilidade setorial, ou seja, obter a volatilidade de outras empresas do mesmo setor de atividade econômica a partir do valor de mercado delas, e utilizá-la como estimativa da volatilidade de ativos da empresa que se queira avaliar.

A volatilidade utilizada neste estudo será a volatilidade implícita obtida a partir de informações de empresas que atuem no mesmo setor da empresa que se queira avaliar, denominada volatilidade implícita setorial de ativos.

A volatilidade utilizada será uma média aritmética simples das volatilidades das outras empresas do mesmo setor, de acordo com a seguinte equação:

$$\sigma_{S^*} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_N}{N} \quad (3.4)$$

sendo:

σ_{S^*} : volatilidade implícita setorial de ativos do setor S^* ;

σ_N : volatilidade implícita dos ativos da empresa N ;

N : quantidade de empresas atuantes no setor S^* .

Não existe fórmula fechada para a obtenção da volatilidade implícita; portanto, esta deverá ser obtida a partir dos outros parâmetros de entrada do modelo de BLACK e SHOLES (1973):

$$\sigma(c, A_0, X, \Delta t, R_f) \quad (3.5)$$

A alternativa utilizada para a obtenção da volatilidade implícita é o método de cálculo de interação de Newton-Raphson⁴, sugerido por CHRISS (1997:336). O procedimento tem início com uma estimativa de valor para a volatilidade, com a qual se calcula o prêmio da opção. Novos

⁴ Será utilizada a ferramenta de interação do Solver® do MS Excel 2002® para os procedimentos de interação deste estudo.

valores são estimados centenas de vezes, até que se obtenha o valor desejado para o prêmio da opção.

3.5. Valor de mercado da empresa

O valor de mercado das empresas, partindo-se do pressuposto de que os preços de mercado são eficientes, pode ser obtido pela quantidade de ações emitidas pela empresa, multiplicada pela cotação das ações do dia.

São necessários, porém, alguns ajustes na quantidade das ações.

A quantidade de ações utilizada para se obter o valor de mercado da empresa é calculada a partir das ações emitidas pelas empresas, somadas as novas subscrições e bonificações, e subtraídas as que estivessem em tesouraria. O intuito desse ajuste nas quantidades é tentar obter o volume total de ações em posse dos acionistas.

O valor de mercado das empresas, sugerido pelo presente estudo, pode ser obtido pela seguinte equação:

$$V_j = P_{p,j}(Q_{p,j} - Q_{p(t),j}) + P_{o,j}(Q_{o,j} - Q_{o(t),j}) + Q_{s,j} \frac{(P_{p,j} + P_{o,j})}{2} \quad (3.6)$$

sendo:

V_j : valor de mercado da empresa na data j ;

$P_{p,j}$: cotação de fechamento da ação preferencial na data j ;

$P_{o,j}$: cotação de fechamento da ação ordinária na data j ;

$Q_{p,j}$: quantidade de emissões de ações preferenciais divulgada pela empresa no último balanço até a data j ;

$Q_{p(t),j}$: quantidade de ações preferenciais em tesouraria divulgada pela empresa até a data j ;

$Q_{s,j}$: quantidade de ações subscritas ou bonificadas até a data j ;

$Q_{o,j}$: quantidade de emissões de ações ordinárias divulgada pela empresa no último balanço até a data j ;

$Q_{o(t),j}$: quantidade de ações ordinárias em tesouraria divulgada pela empresa até a data j .

3.6. Valor da empresa pelo OPM

São descritas, a seguir, as variáveis necessárias para obtenção do valor da empresa pelo OPM e sugestões de estimativas para essas variáveis:

- Ativo subjacente: representado pelo valor dos ativos da empresa. A estimativa utilizada é o valor contábil do ativo total publicado no último balanço patrimonial da empresa.
- Taxa livre de risco: taxa de juros de curto prazo do ativo livre de risco, pode ser estimada pelas taxas mensais da caderneta de poupança. A taxa da caderneta de poupança possui, de acordo com SILVEIRA, BARROS e FAMÁ (2003:12), correlação insignificante com o mercado e desvio-padrão de retornos desprezível.
- Custo de endividamento da empresa: neste estudo, foi utilizado um custo de endividamento setorial para empresas de capital aberto que compunham a amostra.

O custo de endividamento setorial foi calculado com base nas taxas das últimas emissões de debêntures feitas pelas empresas do setor, na maioria dos casos, cotadas em termos de percentual da taxa média do Certificado de Depósito Interfinanceiro – CDI.

Para determinação do custo de endividamento, foi utilizada também a taxa expressa na curva de juros dos contratos de futuro de DI divulgados pela Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&F, calculada através da seguinte equação:

$$K_b = \frac{100000}{P_1} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{(n-n_1)}{(n_2-n_1)}} - 1 \quad (3.7)$$

sendo:

P_1 : preço unitário de ajuste do contrato futuro de DI de vencimento anterior a 30 dias corridos;

P_2 : preço unitário de ajuste do contrato futuro de DI de vencimento posterior a 30 dias corridos;

n : prazo em dias úteis para 30 dias corridos;

n_1 : prazo em dias úteis até o vencimento do primeiro contrato futuro de DI;

n_2 : prazo em dias úteis até o vencimento do segundo contrato futuro de DI.

O custo de endividamento foi obtido pela multiplicação da taxa diária do futuro de DI pelo percentual de CDI obtido das emissões de debêntures, e acrescentado o deságio médio da emissão quando fosse necessário.

- Tempo até o vencimento da opção: conforme a proposta de HSIA (1991:283), pode ser calculado pelo inverso do custo de endividamento.
- Valor de exercício: de acordo com a equação proposta por HSIA (1991:283), pode ser obtido pelo valor estrutural das dívidas capitalizado até o vencimento da opção pela taxa do custo de endividamento. O valor da dívida estrutural foi estimado pelo valor contábil do passivo total das empresas, subtraído o Patrimônio Líquido, valores obtidos em balanço patrimonial publicado trimestralmente.
- O desvio-padrão instantâneo, ou volatilidade, dos ativos: estimado pela volatilidade implícita setorial de ativos de empresas de capital aberto, com ações negociadas em bolsa, que atuam no mesmo setor de atividade econômica da empresa que se queria avaliar.

3.7. Coeficiente de volatilidade setorial

Algumas empresas avaliadas podem possuir volatilidade de ativos diferente de outras empresas do mesmo setor. Essa diferença pode ser devida a proporções diferentes de ativos circulantes e permanentes em relação às outras empresas.

Nesse caso, pode ser considerada a situação na qual existe correlação perfeita dos retornos dos ativos das empresas, com coeficiente de correlação dos retornos $\rho = 1$, mas os desvios-padrão, ou volatilidades, são diferentes.

Uma sugestão feita no presente estudo é a utilização de um coeficiente de ponderação para a volatilidade como representativo da quantidade de risco setorial, representado pela letra grega λ . Utilizando o coeficiente de volatilidade setorial, tem-se a seguinte equação para a volatilidade da empresa:

$$\sigma_A = \lambda \sigma_S \quad (3.8)$$

sendo:

σ_A : volatilidade dos ativos da empresa;

σ_S : volatilidade implícita setorial de ativos;

λ : coeficiente de volatilidade setorial.

Um valor de λ igual a 1 significa que a volatilidade dos ativos da empresa é igual à do setor na qual ela atua.

O método sugerido para a determinação do coeficiente de volatilidade setorial é o cálculo de interação, que minimiza a diferença entre os valores da empresa obtidos pelo OPM e seu valor de mercado, tendo λ como variável a ser definida pelo processo de interação, que minimiza o erro do OPM. O erro a ser minimizado é representado pela seguinte equação:

$$S_E = \sum_{i=1}^n (V_{OPM,i} - V_{M,i})^2 \quad (3.9)$$

sendo:

S_E : somatório dos erros quadráticos do OPM em relação ao valor de mercado;

V_{OPM} : valor da empresa obtido pelo OPM;

V_M : valor de mercado da empresa;

n : número de observações da amostra.

4. VERIFICAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO

Com relação à metodologia e abordagem epistemológica, a presente pesquisa se caracteriza por ser empírico-analítica, pois utiliza técnicas de coleta, tratamento e análise de dados. O método do estudo é estatístico, procurando captar as características de uma população a partir de inferências das características de uma amostra. A dimensão de tempo do estudo é do tipo transversal, segundo COOPER e SCHINDLER (2003:129): “[...] os estudos transversais são feitos uma vez e representam um instantâneo de um determinado momento”.

Para a realização dos testes, foi selecionado um grupo de empresas de capital aberto, com ações cotadas em bolsa, que pertençam a um mesmo setor de atividade econômica.

Desse conjunto de empresas, uma delas foi apartada das demais para fazer o papel de empresa

de capital fechado não cotada em bolsa. As empresas restantes são utilizadas para a obtenção da volatilidade implícita setorial de ativos.

Com a estimativa da volatilidade é possível aplicar o modelo de BLACK e SHOLES (1973) e obter, em datas consecutivas dentro de um determinado prazo, o valor da empresa que faz o papel de capital fechado.

Como a empresa selecionada, na verdade, possui ações cotadas em bolsa, é possível obter também o seu valor de mercado nas datas respectivas e comparar esse valor com o valor obtido pelo OPM.

Esses procedimentos geram dois conjuntos de amostras, que são os seguintes:

- Valores da empresa pelo OPM, obtidos pela média da volatilidade dos ativos de empresa do mesmo setor;
- Valores de mercado da empresa.

O intuito dos testes estatísticos é comparar o valor de mercado das empresas com o valor obtido a partir do OPM.

O teste estatístico será do tipo t para duas amostras, as quais possuem dados emparelhados, ordenados de forma temporal, com variância da população desconhecida.

Segundo PESTANA e GAGEIRO (2000:129), os testes t para amostras de dimensão superiores a 30 observações não exigem o pressuposto de distribuição normal, ou seja, não é necessária a verificação de normalidade feita através do teste de aderência Kolmogorov-Smirnov.

4.1. População e Amostra

A população é formada pelas companhias abertas não financeiras com ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA – que pertençam ao setor econômico de energia elétrica, de acordo

com a classificação da Comissão de Valores Mobiliários – CVM (2003). As empresas que compõem a amostra são as presentes no Índice BOVESPA do dia 29 de agosto de 2003. As observações foram realizadas durante o período de 2 de janeiro a 27 de agosto de 2003.

A seguinte tabela contém as empresas que compõem a amostra:

Tabela 1 - Empresas que compõem o setor de energia do IBOVESPA - 2003

ACÇÃO	RAZÃO SOCIAL
Celesc PNB	Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
Cemig ON	Cia. Energética de Minas Gerais
Cesp PN	Cia. Energética de São Paulo
Copel PNB	Cia. Paranaense de Energia
Eletrobras ON	Centrais Elétricas Bras. S.A.
Eletropaulo Metropo PN	Eletropaulo Metropolitana S.A.
Light ON	Light Serviços de Eletricidade S.A.
Tractebel ON	Tractebel Energia S.A.
Transmissao Paulista PN	Cia.de Transm.de En.Elétrica Paulista

Fonte: BOVESPA (2003) e CVM (2003).

4.2. Custo de endividamento

Como estimativa do custo de endividamento setorial, foram utilizadas as taxas das últimas emissões de debêntures, obtidas através de média ponderada pelo montante de emissão.

Na seguinte tabela constam debêntures que estavam vigentes no prazo estudado:

Tabela 2 - Emissão de debêntures no setor de energia elétrica - 2003

Empresas do setor de energia elétrica	Data emissão	Quant.	Valor Nominal Unitário (R\$)	Montante Total (R\$)	Remuneração		
					Percentual de CDI	Taxa adicional	
Cesp	1/2/2002	45000	10000	450.000.000	100%	2%	a.a.
	1/4/2001	23000	10000	230.000.000	100%	2%	a.a.
Copel	1/3/2002	10000	10000	100.000.000	100%	1,75%	a.a.
	1/3/2002	10000	10000	100.000.000	100%	1,75%	a.a.
Custo de endividamento médio do setor					100%	1,943%	a.a.

Fonte: CVM (2003).

Nota: foram consideradas apenas as emissões indexadas ao CDI.

Para determinação do custo de endividamento foi utilizada a taxa de 30 dias corridos, expressa na curva de juros obtida nos ajustes dos contratos futuros de DI divulgados pela BM&F, multiplicada pelo percentual médio das emissões das debêntures.

da taxa de custo de endividamento. Pode-se inferir que à medida que o custo de endividamento diminui, o prazo até o vencimento se alonga e, conseqüentemente, o valor da empresa pelo OPM aumenta.

4.3. Vencimento da opção

Segundo o modelo de HSIA (1991:283), o vencimento da opção pode ser obtido pelo inverso

Na tabela seguinte estão as taxas de endividamento obtidas para as empresas do setor de energia elétrica e os prazos até o vencimento da opção de compra.

Tabela 3: Custo de endividamento e prazo até o vencimento das opções das empresas do setor de energia elétrica - 2003

Custo endividamento			Custo endividamento			Custo endividamento			Custo endividamento		
Data	Taxa Mensal	Prazo Meses	Data	Taxa Mensal	Prazo Meses	Data	Taxa Mensal	Prazo Meses	Data	Taxa Mensal	Prazo Meses
2/jan	2,15%	46,54	28/fev	1,97%	50,82	5/mai	2,21%	45,24	2/jul	2,16%	46,34
3/jan	2,05%	48,83	5/mar	2,26%	44,25	6/mai	2,21%	45,24	3/jul	2,15%	46,58
6/jan	2,15%	46,53	6/mar	2,26%	44,31	7/mai	2,20%	45,36	4/jul	2,05%	48,74
7/jan	2,15%	46,57	7/mar	2,16%	46,22	8/mai	2,20%	45,52	7/jul	2,13%	46,89
8/jan	2,14%	46,74	10/mar	2,26%	44,30	9/mai	2,11%	47,40	8/jul	2,12%	47,11
9/jan	2,14%	46,77	11/mar	2,25%	44,42	12/mai	2,20%	45,38	10/jul	2,12%	47,26
10/jan	2,04%	49,11	12/mar	2,25%	44,48	13/mai	2,20%	45,46	11/jul	2,03%	49,34
13/jan	2,13%	46,92	13/mar	2,24%	44,63	14/mai	2,20%	45,50	14/jul	2,10%	47,65
14/jan	2,13%	46,88	14/mar	2,14%	46,65	15/mai	2,20%	45,48	15/jul	2,09%	47,74
15/jan	2,14%	46,78	17/mar	2,25%	44,51	16/mai	2,11%	47,41	16/jul	2,08%	47,97
16/jan	2,14%	46,79	18/mar	2,24%	44,63	19/mai	2,20%	45,38	17/jul	2,08%	48,10
17/jan	2,05%	48,69	19/mar	2,26%	44,34	20/mai	2,20%	45,42	18/jul	1,97%	50,66
20/jan	2,15%	46,52	20/mar	2,16%	46,33	21/mai	2,11%	47,37	21/jul	2,05%	48,82
21/jan	2,15%	46,51	21/mar	2,05%	48,76	22/mai	2,11%	47,35	22/jul	2,04%	49,03
22/jan	2,16%	46,26	24/mar	2,05%	48,79	23/mai	2,02%	49,49	23/jul	2,05%	48,69
23/jan	2,17%	46,16	25/mar	2,06%	48,66	26/mai	2,12%	47,26	24/jul	2,05%	48,74
24/jan	2,10%	47,61	26/mar	2,05%	48,76	27/mai	2,12%	47,25	25/jul	1,97%	50,87

Custo endividamento			Custo endividamento			Custo endividamento			Custo endividamento		
Data	Taxa Mensal	Prazo Meses	Data	Taxa Mensal	Prazo Meses	Data	Taxa Mensal	Prazo Meses	Data	Taxa Mensal	Prazo Meses
27/jan	2,20%	45,44	27/mar	2,05%	48,87	28/mai	2,12%	47,26	28/jul	2,05%	48,75
28/jan	2,19%	45,72	28/mar	1,95%	51,33	29/mai	2,11%	47,32	29/jul	2,05%	48,79
29/jan	2,18%	45,94	31/mar	2,04%	48,95	30/mai	2,02%	49,40	30/jul	2,05%	48,83
30/jan	2,18%	45,90	1/abr	2,04%	49,07	2/jun	2,12%	47,10	31/jul	2,05%	48,89
31/jan	2,09%	47,91	2/abr	1,94%	51,50	3/jun	2,12%	47,07	1/ago	1,96%	50,97
3/fev	2,00%	50,03	3/abr	1,94%	51,59	4/jun	2,12%	47,12	4/ago	2,05%	48,87
4/fev	2,00%	49,93	4/abr	1,84%	54,31	5/jun	2,12%	47,06	5/ago	2,04%	49,07
5/fev	2,00%	49,92	7/abr	1,93%	51,80	6/jun	2,03%	49,33	6/ago	2,03%	49,29
6/fev	2,02%	49,53	8/abr	1,93%	51,82	9/jun	2,12%	47,13	7/ago	2,02%	49,55
7/fev	1,93%	51,94	9/abr	1,93%	51,81	10/jun	2,03%	49,17	8/ago	1,93%	51,79
10/fev	2,03%	49,34	10/abr	1,94%	51,68	11/jun	2,04%	49,05	11/ago	2,00%	49,96
11/fev	2,03%	49,33	11/abr	1,84%	54,33	12/jun	2,04%	49,11	12/ago	2,00%	50,09
12/fev	2,03%	49,27	14/abr	1,94%	51,61	13/jun	1,93%	51,68	13/ago	1,98%	50,38
13/fev	2,06%	48,61	15/abr	1,94%	51,66	16/jun	2,03%	49,16	14/ago	1,97%	50,70
14/fev	1,97%	50,84	16/abr	1,94%	51,64	17/jun	2,04%	49,12	15/ago	1,88%	53,09
17/fev	2,06%	48,61	17/abr	1,93%	51,90	18/jun	2,04%	49,03	18/ago	1,95%	51,15
18/fev	2,06%	48,55	22/abr	2,11%	47,29	20/jun	2,04%	48,93	19/ago	1,94%	51,52
19/fev	2,08%	48,17	23/abr	2,12%	47,21	23/jun	2,14%	46,77	20/ago	1,88%	53,14
20/fev	2,06%	48,47	24/abr	2,12%	47,24	24/jun	2,14%	46,78	21/ago	1,87%	53,40
21/fev	1,97%	50,83	25/abr	2,02%	49,51	25/jun	2,14%	46,69	22/ago	1,79%	55,93
24/fev	2,06%	48,49	28/abr	2,11%	47,32	26/jun	2,15%	46,60	25/ago	1,87%	53,61
25/fev	2,06%	48,53	29/abr	2,11%	47,35	27/jun	2,05%	48,70	26/ago	1,86%	53,80
26/fev	2,06%	48,50	30/abr	2,11%	47,31	30/jun	2,15%	46,50	27/ago	1,86%	53,85
27/fev	2,06%	48,47	2/mai	2,11%	47,30	1/jul	2,15%	46,45			

Fonte: Elaboração própria.

4.4. Volatilidade implícita média do setor de energia elétrica

Nesta etapa dos testes, a juízo do pesquisador algumas empresas foram excluídas da amostra, pois o seu valor de mercado forneceu valores de volatilidade nulos durante o cálculo de interação. Acredita-se que o fato se deve ao baixo valor de mercado dessas empresas do setor de energia elétrica. As empresas excluídas da amostra foram as seguintes:

- Cia. Paranaense de Energia – Copel;
- Centrais Elétricas Bras. S.A. – Eletrobrás;
- Cia. de Transm. de En. Elétrica Paulista – Transmissão Paulista.

Para a realização dos testes estatísticos, uma empresa de cada vez foi selecionada e avaliada pelo OPM.

Para a realização dos cálculos, a volatilidade dessa empresa foi retirada da média das volatilidades, ou seja, a volatilidade média do setor não contém a volatilidade da empresa que está sendo avaliada.

Esse procedimento foi adotado para evitar que a volatilidade da própria empresa interferisse no seu valor pelo OPM, o que resultaria em resultados tendenciosos. O procedimento foi adotado para todas as empresas que compunham o setor de energia elétrica.

A volatilidade implícita dos ativos das empresas do setor de energia elétrica se encontra na seguinte tabela:

Tabela 4: Média da volatilidade implícita dos ativos das empresas do setor de energia elétrica - 2003

Data	Volatilidade	Data	Volatilidade	Data	Volatilidade	Data	Volatilidade	Data	Volatilidade
2/jan	9,65%	18/fev	7,75%	8/abr	7,70%	28/mai	9,24%	16/jul	10,53%
3/jan	9,38%	19/fev	7,43%	9/abr	7,25%	29/mai	9,31%	17/jul	10,43%
6/jan	10,10%	20/fev	7,23%	10/abr	6,99%	30/mai	8,90%	18/jul	10,06%
7/jan	10,03%	21/fev	6,60%	11/abr	6,63%	2/jun	9,57%	21/jul	10,67%
8/jan	9,82%	24/fev	7,60%	14/abr	7,83%	3/jun	9,47%	22/jul	10,46%
9/jan	9,68%	25/fev	7,56%	15/abr	8,18%	4/jun	9,55%	23/jul	10,23%
10/jan	9,43%	26/fev	7,17%	16/abr	8,31%	5/jun	9,38%	24/jul	10,12%
13/jan	10,16%	27/fev	7,10%	17/abr	8,13%	6/jun	9,01%	25/jul	9,66%
14/jan	10,12%	28/fev	6,71%	22/abr	10,01%	9/jun	10,06%	28/jul	10,50%
15/jan	9,75%	5/mar	9,02%	23/abr	9,47%	10/jun	9,51%	29/jul	10,25%
16/jan	9,47%	6/mar	9,13%	24/abr	8,96%	11/jun	9,27%	30/jul	9,89%
17/jan	9,27%	7/mar	8,90%	25/abr	8,53%	12/jun	8,99%	31/jul	9,90%
20/jan	9,81%	10/mar	8,93%	28/abr	9,39%	13/jun	8,29%	1/ago	8,18%
21/jan	9,53%	11/mar	8,87%	29/abr	9,59%	16/jun	9,49%	4/ago	10,09%
22/jan	9,29%	12/mar	8,88%	30/abr	9,95%	17/jun	9,60%	5/ago	9,80%
23/jan	9,19%	13/mar	8,97%	2/mai	10,09%	18/jun	9,55%	6/ago	9,37%
24/jan	8,76%	14/mar	8,62%	5/mai	10,81%	20/jun	9,69%	7/ago	9,24%
27/jan	9,11%	17/mar	9,06%	6/mai	10,38%	23/jun	10,92%	8/ago	8,60%
28/jan	9,00%	18/mar	9,08%	7/mai	10,36%	24/jun	10,71%	11/ago	9,92%
29/jan	9,11%	19/mar	9,14%	8/mai	10,35%	25/jun	10,26%	12/ago	9,66%
30/jan	8,99%	20/mar	8,72%	9/mai	10,10%	26/jun	10,04%	13/ago	9,92%
31/jan	8,79%	21/mar	8,39%	12/mai	10,99%	27/jun	9,46%	14/ago	9,59%
3/fev	8,11%	24/mar	8,42%	13/mai	10,66%	30/jun	10,06%	15/ago	9,07%
4/fev	7,88%	25/mar	8,49%	14/mai	10,38%	1/jul	11,02%	18/ago	10,37%
5/fev	7,57%	26/mar	8,62%	15/mai	10,12%	2/jul	10,69%	19/ago	10,40%
6/fev	7,37%	27/mar	8,47%	16/mai	9,74%	3/jul	10,51%	20/ago	10,02%
7/fev	6,81%	28/mar	8,15%	19/mai	10,20%	4/jul	10,21%	21/ago	9,24%
10/fev	7,86%	31/mar	8,45%	20/mai	10,16%	7/jul	11,17%	22/ago	8,66%
11/fev	7,67%	1/abr	8,35%	21/mai	9,67%	8/jul	11,07%	25/ago	9,93%
12/fev	7,45%	2/abr	7,86%	22/mai	9,40%	10/jul	10,75%	26/ago	10,23%
13/fev	7,14%	3/abr	7,79%	23/mai	8,95%	11/jul	10,11%	27/ago	9,93%
14/fev	6,68%	4/abr	7,13%	26/mai	9,68%	14/jul	11,25%		
17/fev	7,64%	7/abr	7,85%	27/mai	9,57%	15/jul	10,94%		

Fonte: Elaboração própria.

Nota: as volatilidades implícitas médias desta tabela incluem todas as empresas do setor.

4.5. Valor da empresa com a volatilidade implícita

Utilizando a volatilidade implícita setorial dos ativos e aplicando a equação de BLACK e SCHOLLES (1973), foi possível calcular o valor de cada uma das empresas que compunham a amostra do setor de energia elétrica em todos os dias do prazo estudado.

O gráfico representado na Figura 2 contém os valores diários de mercado e os valores obtidos pelo OPM da empresa Light Serviços de Eletricidade S.A.– LIGHT.

A Figura 3 contém os valores diários de mercado e os valores obtidos pelo OPM da Cia. Energética de Minas Gerais – CEMIG.

Figura 2: Valor de mercado e pelo OPM para a empresa LIGHT - 2003

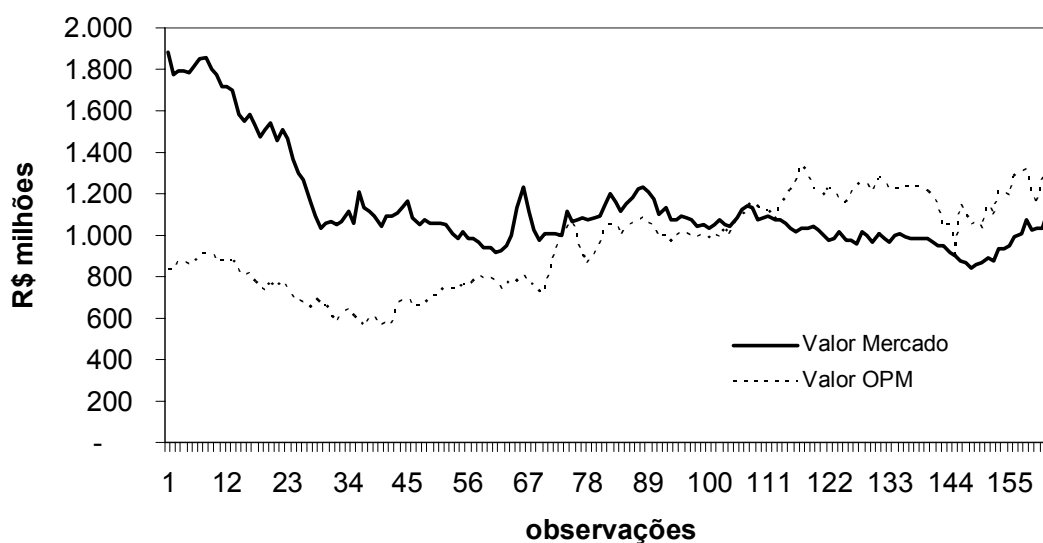
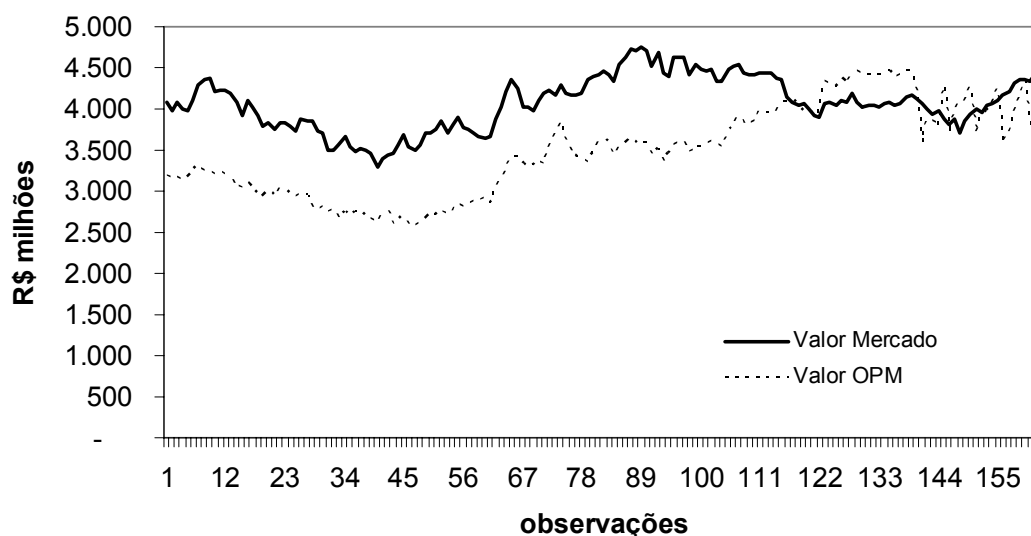


Figura 3: Valor de mercado e pelo OPM para a empresa CEMIG - 2003



Fonte das Figuras 2 e 3: Elaboração própria.

4.6. Testes estatísticos de igualdade de médias

As hipóteses nula e alternativa do teste t para amostras emparelhadas são as seguintes:

- Hipótese nula: a média das diferenças entre os valores de mercado da empresa e os valores pelo OPM é igual a zero;

- Hipótese alternativa: a média das diferenças entre os valores de mercado da empresa e os valores pelo OPM não é igual a zero.

A amostra possui 163 observações, com 162 graus de liberdade. O teste t de igualdade de médias foi realizado com um nível de significância de 5%, ou nível de confiança de 95%, para verificação de

hipótese de igualdade de médias das duas populações.

Na tabela seguinte estão os resultados dos testes das empresas que compõem a amostra:

Tabela 5: Teste *t* de amostras emparelhadas para o setor de energia elétrica no Brasil - 2003

Empresa	Média	Desvio-padrão	<i>t</i> observado	Nível de Sig.	Verificação da hipótese nula
Celesc	-4.620.835	109.771.917	-0,537	0,5917	não rejeita
Cemig	591.470.519	471.547.074	16,014	0,0000	rejeita
Cesp	-3.574.484.544	946.451.225	-48,218	0,0000	rejeita
Eletropaulo Metropol.	-1.172.039.510	395.935.397	-37,793	0,0000	rejeita
Light	180.733.862	367.797.402	6,274	0,0000	rejeita
Tractebel	1.411.970.055	931.183.477	19,359	0,0000	rejeita

Fonte: Elaboração própria.

Nota: resultados obtidos pelo sistema SPSS 9.0.

Analisando o resultado dos testes *t* da tabela anterior, conclui-se que em apenas uma empresa do setor o valor de mercado pode ser considerado, com 95% de confiança, estatisticamente igual ao valor da empresa fornecido pelo OPM.

A empresa na qual os resultados dos testes *t* foram de não rejeição da hipótese nula foi a Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. – CELESC. Para as outras cinco empresas analisadas no setor de energia elétrica, que atuam no Brasil, a hipótese de igualdade de média entre o valor de mercado das empresas e o valor obtido pelo OPM foi rejeitada.

4.7. Introdução do coeficiente de volatilidade setorial

Acredita-se que a diferença entre o valor de mercado da empresa e o valor obtido pelo OPM seja decorrente de uma diferença de quantidade de volatilidade que empresas de um mesmo setor possam possuir, em razão da composição de seus ativos.

Para compensar a diferença na quantidade de volatilidade entre as empresas é sugerida a utilização de um coeficiente de ponderação para a volatilidade, representado por λ . A volatilidade da

empresa pode ser obtida com base na volatilidade do setor.

Dessa forma, o valor de λ obtido para a empresa Light foi de 1,0730. Com a introdução do coeficiente λ na equação do OPM, foi possível recalcular o valor da empresa e compará-lo novamente com o valor de mercado.

A presença do coeficiente λ provoca um deslocamento paralelo na curva que representa o valor da empresa pelo OPM, aproximando-a da curva do valor de mercado. Na figura 4 podem-se verificar os novos valores pelo OPM para a empresa Light.

A Figura 5 contém os valores da empresa Cemig após a introdução do λ no OPM.

Com a introdução do coeficiente de volatilidade setorial, os testes *t* de igualdade de médias para amostras emparelhadas foram realizados novamente. Desta vez, porém, o resultado foi que em um número maior de empresas não houve rejeição da hipótese nula de igualdade de médias.

A Tabela 6 contém os resultados dos testes *t* de igualdade de médias para amostras emparelhadas das empresas do setor de energia elétrica que atuam no Brasil.

Figura 4: Valor pelo OPM após a introdução do coeficiente de volatilidade setorial e valor de mercado da empresa LIGHT - 2003

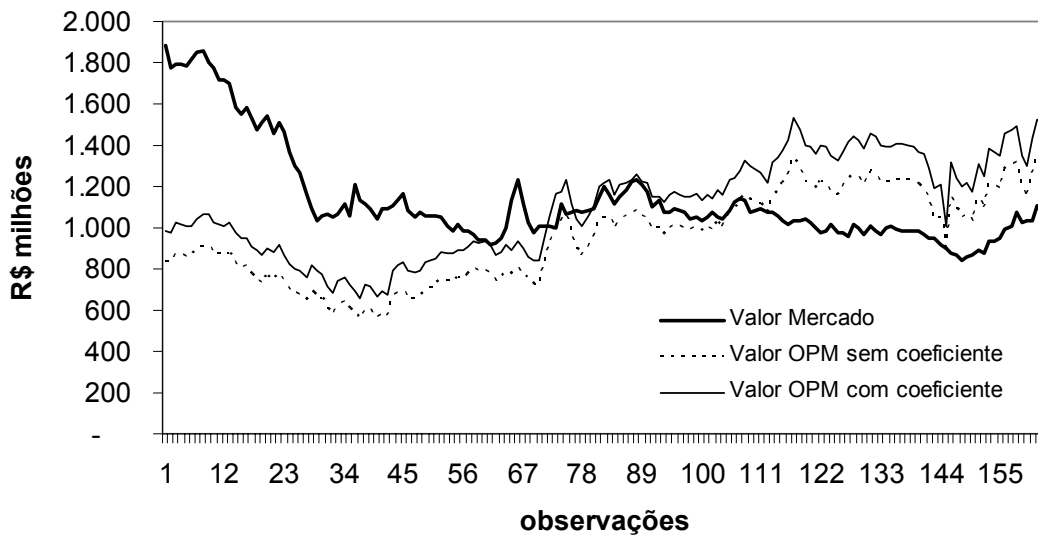
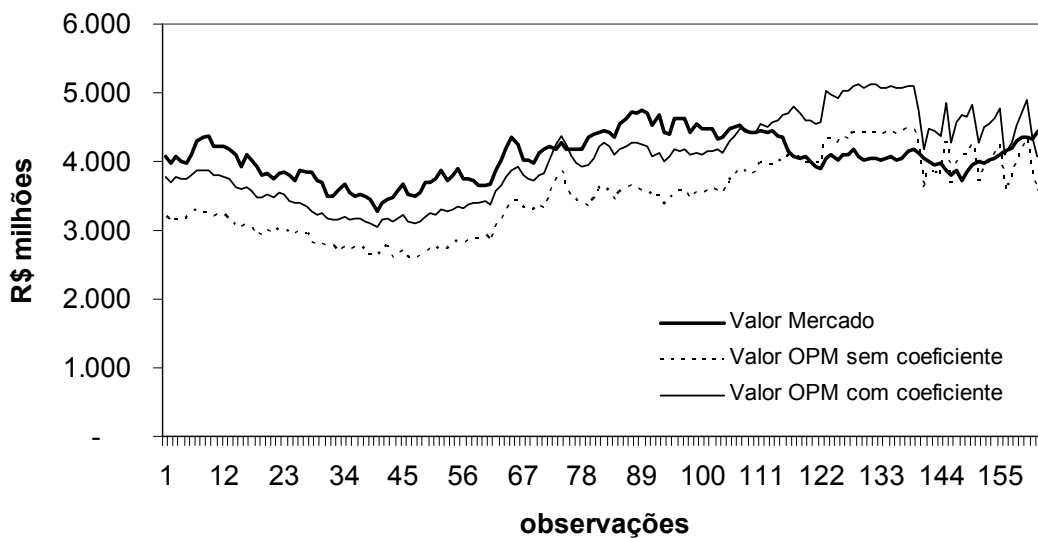


Figura 5: Valor pelo OPM após a introdução do coeficiente de volatilidade setorial e valor de mercado da empresa CEMIG - 2003



Fonte das Figuras 4 e 5: Elaboração própria.

Tabela 6: Teste t de amostras emparelhadas para o setor de energia elétrica com o coeficiente de volatilidade setorial – 2003

Empresa	Média	Desvio-padrão	t observado	Nível de Sig.	Verificação da hipótese nula	λ
Celesc	14.384.075	107.223.550	1,713	0,0887	não rejeita	0,9718
Cemig	33.620.738	505.806.266	0,849	0,3973	não rejeita	1,1665
Cesp	139.137.795	391.357.576	4,539	0,0000	rejeita	0,2537
Eletropaulo Metropo	40.840.898	226.939.015	2,298	0,0229	rejeita	0,5802
Light	33.525.471	381.141.905	1,123	0,2631	não rejeita	1,0729
Tractebel	103.206.600	1.061.245.517	1,242	0,2162	não rejeita	2,0035

Fonte: Elaboração própria.

Nota: resultados obtidos pelo sistema SPSS 9.0.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das aplicações do modelo de apreçamento de opções proposto por BLACK e SCHOLLES (1973) – OPM – é na avaliação de empresas. O modelo considera o valor da empresa igual ao preço de uma opção de compra e o valor de vencimento das dívidas da empresas equivalente ao preço de exercício da opção.

Entre os objetivos do presente estudo estava o de sugerir um método para a estimativa da volatilidade de ativos, denominada volatilidade implícita setorial de ativos.

Para verificar estatisticamente se os valores obtidos para as empresas, através do OPM, são iguais aos valores de mercado dessas empresas, foram realizados testes t em duas etapas. Os resultados da primeira etapa dos testes indicaram que há uma baixa relação entre o valor de mercado e o valor das empresas obtido pelo OPM.

Assumindo-se que a volatilidade entre as empresas é distinta, mas a correlação entre as empresas é perfeita, foi sugerido um coeficiente para a ponderação da volatilidade setorial, representado por λ .

A segunda etapa dos testes t foi feita após a introdução do coeficiente. Os resultados dos testes foram os seguintes: das seis empresas que compunham a amostra, em apenas duas foi rejeitada a hipótese nula de igualdade de médias, ou seja,

para as demais quatro empresas não se rejeitou a hipótese de igualdade do valor de mercado com o valor obtido pelo OPM.

Portanto, não é exagero afirmar que o valor da empresa obtido pelo OPM é estatisticamente igual ao valor de mercado da empresa, na maioria das empresas que compõem a amostra, se for utilizado um coeficiente de ajuste da volatilidade setorial de ativos.

Neste estudo, o método de obtenção do coeficiente de volatilidade setorial λ não é aplicável em processos de avaliação de empresas de capital fechado, pois o coeficiente foi obtido de maneira endógena, a partir de um cálculo de interação, utilizando o valor de mercado da empresa, informação que provavelmente não estaria disponível em processos de avaliação de empresas de capital fechado.

Novos estudos podem ser feitos em busca de um método de obtenção do coeficiente de volatilidade setorial λ a partir de informações financeiras da empresa, de forma a permitir o uso do modelo nos processos de avaliação de empresas de capital fechado não cotadas em bolsa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACK, F.; SCHOLLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 81, p. 637-654, 1973.

- BOVESPA. *Empresas do setor de energia elétrica*. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2003.
- CHRISS, N. *Black-Scholes and beyond: option pricing models*. Chicago: Irwin, 1997.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. *Métodos de pesquisa em administração*. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- COPELAND, T. E.; WESTON, J. F. *Financial theory and corporate policy*. 3. ed. Los Angeles: Addison Weley EUA, 1988.
- CVM. *Setor de atividade econômica das empresas de capital aberto*. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/>>. Acesso em: 13 set. 2003.
- GRAVA, J. W. *Avaliação de instituições financeiras através da analogia com opções de compra: uma análise exploratória*. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.
- HSIA, C. C. Estimating a firm's cost of capital: an option pricing approach. *Journal of Business Finance & Accounting*, Oxford, v. 18, Jan. 1991.
- MACAULEY, F. R. *Some theoretical problems suggested by the movements of interest rates, bond yields, and stock prices in the united states since 1856*. New York: Risk, 1938.
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. *The American Economic Review*, [S.l.], v. 48, n. 3, June 1958.
- OLIVEIRA, R. F. *A avaliação de bancos para fusões e aquisições: métodos tradicionais x teoria das opções reais*. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Ciências Econômicas. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.
- PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. 2. ed. Lisboa: Sílabo, 2000.
- SILVEIRA, H. P.; BARROS, L. A.; FAMÁ, R. Aspectos da teoria de portfólio em mercados emergentes: uma análise de aproximações para a taxa livre de risco no Brasil. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 6, 2003, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2003.