

"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail bjbfea@usp.br para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Administração

**UTILIZAÇÃO DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA SETORIAL DE ATIVOS
PARA DETERMINAÇÃO DO VALOR DE EMPRESAS ATRAVÉS DO
MODELO DE APREÇAMENTO DE OPÇÕES**

Leonel Molero Pereira

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Securato

São Paulo

- 2003 -

REITOR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Prof. Dr. Adolpho José Melfi

DIRETORA DA FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

Profa. Dra. Maria Tereza Leme Fleury

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

Prof. Dr. Eduardo Pinheiro Gondin de Vasconcellos

COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Prof. Dr. Isak Kruglianskas

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Administração

**UTILIZAÇÃO DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA SETORIAL DE ATIVOS
PARA DETERMINAÇÃO DO VALOR DE EMPRESAS ATRAVÉS DO
MODELO DE APREÇAMENTO DE OPÇÕES**

Leonel Molero Pereira

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Securato

DEDALUS - Acervo - FEA



20600025606

Dissertação a ser apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

São Paulo

- 2003 -

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Publicações e Divulgação do SBD/FEA/USP

Pereira, Leonel Molero

Utilização da volatilidade implícita setorial de ativos para determinação do valor de empresas através do modelo de apreçamento de opções / Leonel Molero Pereira. -- São Paulo : FEA/USP, 2003.

124 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2003
Bibliografia.

1. Administração 2. Opções financeiras 3. Empresas – Avaliação I. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP II. Título.

CDD – 658

T658 P436U
T85598
2060025606



Powered by RfidProStar - www.totoprocess.com.br

*Dedico aos meus pais,
Antonio e Pilar,
com amor .*

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. José Roberto Securato, meu orientador, pela iluminação na vida acadêmica, pelo ensino em finanças; pelo estímulo, idéias e objetividade que foram imprescindíveis para conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Rubens Famá, membro da banca, pelo ensino da teoria em finanças, pelas críticas construtivas ao presente estudo e pelo exemplo de postura acadêmica.

A Antonio Leonel Pereira, meu pai, pela revisão exaustiva do trabalho escrito, pelo apoio incondicional, iluminação e exemplo de vida de dedicação ao trabalho e a busca de conhecimentos.

À Pilar Molero Pereira, minha mãe, pelo amor, carinho e apoio.

À Mariana Esteves Tafner, pela revisão do trabalho escrito, pelo amor, pela companhia e por compartilhar os momentos de ansiedade com paciência.

Agradeço, em especial, a Eduardo Morato Mello, Maria Isabel Esteves Tafner, Adriana Arantes Gonçalves e Renato Josué de Carvalho, pela revisão do trabalho escrito, pelas sugestões e críticas. Os erros remanescentes são de minha responsabilidade.

À Secretaria de Pós-graduação, especialmente para a Valéria.

Ao Prof., futuro Doutor, e amigo André Luiz Oda, pelo ensino em finanças, e pela filosofia de vida.

À Patrícia Oda, pelos conselhos de amiga. Ao Murillo Oliveira pelo auxílio na coleta dos dados.

Ao amigo Flávio Malaga, pela troca de informações e sugestões.

À Fundação Instituto de Administração e ao Laboratório de Finanças pelos recursos disponíveis à coleta de dados.

Aos docentes da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, pelo ensino.

E finalmente, à minha família, às minhas irmãs: Selma, Dea e Lúcia, e a família da Mari: Antônio, Isabel e Rodrigo; pelo carinho e apoio.

Resumo

O modelo de apreçamento de opções proposto por Black e Scholes (1973) - OPM - pode ser aplicado em processos de avaliação de empresas, considerando o valor da empresa igual ao preço de uma opção de compra. O modelo, quando aplicado à avaliação de empresas de capital fechado, apresenta dificuldades na estimativa dos parâmetros de entrada, como a volatilidade dos ativos. Um dos objetivos da pesquisa é sugerir a adoção da volatilidade implícita setorial de ativos, que supõe que empresas que atuam em um mesmo setor possuem composição de ativos similar e conseqüentemente, volatilidades equivalentes. Tem-se também como objetivo da pesquisa verificar, estatisticamente, se os valores de empresas, obtidos através do OPM, são iguais aos respectivos valores de mercado. Para isso, foram coletadas informações de empresas cotadas em bolsa, que atuam no Brasil, no setor de energia elétrica, no período de 2 de janeiro a 27 de agosto de 2003. Foram utilizados testes estatísticos do tipo seção transversal em duas etapas. Na primeira etapa foi verificado que existe baixa relação entre os valores pelo OPM e os valores de mercado das empresas. Na segunda etapa, os testes foram realizados novamente, após a introdução de um coeficiente de ponderação da volatilidade setorial, representado por λ , os resultados dos testes estatísticos se modificaram, indicando que existe relação estatisticamente significativa entre os valores pelo OPM e os valores de mercado das empresas.

Abstract

The Black and Scholes option pricing model - OPM - may be used to firm valuation. The model suggests the firm value is equal to the call option price. The model, when adapted to the valuation of not listed private firms, may face some difficulties in order to estimate the assets volatility parameter. One of the objectives of this research is to suggest the industry implied volatility of assets to the OPM model. This method assumes that firms, in the same industry, may have similar assets composition, consequently, similar assets volatility. The other objective of this research is to statistically test, the market firm values and the OPM firm values as equal. Information about Brazilian electric energy public listed companies, were collected from January 2nd, to August 27th, 2003. Cross-section statistical tests were performed. The results demonstrate low relationship between market firm value and OPM firm value. The statistical results were modified after the introduction of industry volatility coefficient λ into the OPM equation. As a consequence, the statistical results indicate that there is significant relationship between OPM firm value and market firm value.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
CAPÍTULO 1 - PROBLEMA DE PESQUISA	1
1.1. Introdução	1
1.2. Descrição da Situação Problema.....	3
1.3. Objetivos	5
1.4. Justificativa de Pesquisa	5
1.5. Metodologia de Pesquisa	6
1.6. Descrição dos Capítulos.....	7
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
2.1. Introdução	9
2.2. Teoria de Opções	10
2.2.1. Um pouco da história das opções	10
2.2.2. Estrutura de uma opção.....	13
2.2.3. Comportamento aleatório dos retornos dos ativos.....	16
2.2.4. Equação diferencial de Black e Scholes	23
2.2.5. Paridade entre opções de compra e de venda.....	27
2.3. Avaliação de Empresas	29
2.3.2. Modelo de desconto de dividendos.....	30
2.3.3. Fluxo de caixa descontado	32
2.3.4. Avaliação relativa por múltiplos.....	38
2.3.5. Opções reais.....	40
2.3.6. Modelo de Ohlson - EBO	43
2.4. Proposições de Modigliani e Miller.....	45
2.4.1. Custo de capital.....	46
2.4.2. Custo de capital próprio	51
2.5. CAPM	53
2.6. Comparando OPM, CAPM e Modigliani e Miller.....	58
2.7. Pressupostos Conceituais.....	58
2.7.1. Pressupostos dos modelos de formação de preços de ativos	58
2.7.2. Pressuposto de eficiência de mercado.....	59

CAPÍTULO 3 - OPM E VOLATILIDADE SETORIAL DE ATIVOS	62
3.1. Introdução	62
3.2. OPM segundo Black e Scholes	62
3.3. Avaliação de Empresas pelo Modelo de Hsia	67
3.3.2. Vencimento da opção	69
3.3.3. Preço de exercício da opção	72
3.3.4. Volatilidade dos ativos	73
3.4. Volatilidade Implícita Setorial de Ativos	75
3.4.1. Estimando a volatilidade para uma empresa de capital fechado	77
3.5. Valor de Mercado da Empresa	79
3.6. Valor da Empresa pelo OPM	80
3.6.2. Coeficiente de volatilidade setorial	83
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA	86
4.1. Direcionamento da Pesquisa	86
4.2. Hipóteses da Pesquisa	87
4.3. Tratamento Estatístico e Análise de Dados	88
4.3.1. Teste <i>t</i> para amostras emparelhadas	89
4.4. Definição Teórica e Operacional das Variáveis	92
4.5. População, Amostra e Coleta de Dados	92
4.5.1. Coleta de dados	94
4.6. Limitações da Pesquisa	95
4.6.1. Premissas do modelo de Black e Scholes	95
4.6.2. Taxa de juros livre de risco	96
4.6.3. Informações contábeis	96
4.6.4. Valor de mercado das ações	96
4.6.5. Prazo de vencimento da opção	97
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS	98
5.1. Empresas do Setor de Energia Elétrica que Atuam no Brasil	98
5.1.1. Valor de mercado das empresas	99
5.1.2. Taxa livre de risco	100
5.1.3. Custo de endividamento	101
5.1.4. Vencimento da opção	103
5.1.5. Preço de exercício	104
5.1.6. Volatilidade implícita média do setor de energia elétrica	104

5.1.7. Valor da empresa com a volatilidade implícita.....	107
5.1.8. Testes estatísticos de igualdade de médias	108
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 - REPRESENTAÇÃO DO BALANÇO PATRIMONIAL DE UMA EMPRESA FALIDA NO VENCIMENTO DE SUAS DÍVIDAS.....	4
FIGURA 2.1 - COMPATIBILIDADE ENTRE AS TEORIAS DE MODIGLIANI E MILLER, CAPM E OPM.....	9
FIGURA 2.2 - EXERCÍCIO DE UMA OPÇÃO DE COMPRA.....	15
FIGURA 2.3 - SIMULAÇÃO DE PREÇOS POR SORTEIOS ALEATÓRIOS	21
FIGURA 2.4 - DISTRIBUIÇÃO DE PREÇOS GERADOS POR UMA SIMULAÇÃO DE PASSEIO ALEATÓRIO.	21
FIGURA 2.5 - CICLO DE VIDA DA EMPRESA	38
FIGURA 2.6 - CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL ASSUMINDO IMPOSTO IGUAL A ZERO.....	52
FIGURA 2.7 - CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL ASSUMINDO IMPOSTO MAIOR DO QUE ZERO.....	52
FIGURA 2.8 - LINHA DE MERCADO DE CAPITAL (CML).....	55
FIGURA 2.9 - LINHA DE MERCADO DE TÍTULOS (SML).....	57
FIGURA 3.1 - PAGAMENTO PERPÉTUO DE JUROS.....	71
FIGURA 5.1 - VALOR DE MERCADO E PELO OPM PARA A EMPRESA LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A. - 2003	107
FIGURA 5.2 - VALOR DE MERCADO E PELO OPM PARA A EMPRESA CEMIG - 2003 ...	108
FIGURA 5.3 - VALOR PELO OPM APÓS A INTRODUÇÃO DO COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL E VALOR DE MERCADO DA EMPRESA LIGHT - 2003	112
FIGURA 5.4 - VALOR PELO OPM APÓS A INTRODUÇÃO DO COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL E VALOR DE MERCADO DA EMPRESA CEMIG - 2003	113

Lista de Quadros

QUADRO 2.1 - DIAGRAMAS DE RESULTADO DE OPÇÕES EUROPÉIAS NO VENCIMENTO.....	16
QUADRO 2.2 - ELABORAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA LIVRE.....	33
QUADRO 2.3 - TESTE DE HIPÓTESE CONJUNTA DE EFICIÊNCIA DE MERCADO E OPM.....	60
QUADRO 3.1 - VALOR DA EMPRESA NO VENCIMENTO.....	65
QUADRO 5.1 - RESULTADO DO TESTE T DE IGUALDADE DOS VALORES DE MERCADO E OPM PARA A EMPRESA LIGHT.....	109
QUADRO 5.2 - RESULTADO DO TESTE T DE IGUALDADE DOS VALORES DE MERCADO E OPM PARA A EMPRESA LIGHT COM O COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL.....	113

Lista de Tabelas

TABELA 4.1 - EMPRESAS QUE CONSTITUEM A AMOSTRA.....	94
TABELA 5.1 - EMPRESAS QUE COMPÕEM O SETOR DE ENERGIA DO IBOVESPA - 2003	99
TABELA 5.2 - TAXAS EM PERCENTUAL MENSAL DA CADERNETA DE POUPANÇA - 2003	101
TABELA 5.3 - EMISSÃO DE DEBÊNTURES NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA - 2003	102
TABELA 5.4 - CUSTO DE ENDIVIDAMENTO E PRAZO ATÉ O VENCIMENTO DAS OPÇÕES DAS EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA - 2003....	103
TABELA 5.5 - MÉDIA DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA DE ATIVOS DAS EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA - 2003.....	106
TABELA 5.6 - TESTE T DE AMOSTRAS EMPARELHADAS PARA O SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL - 2003	110
TABELA 5.7 - TESTE T DE AMOSTRAS EMPARELHADAS PARA O SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA COM O COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL - 2003	114

Capítulo 1 - Problema de Pesquisa

1.1. 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. Esses métodos auxiliam o administrador financeiro em operações de fusão, venda de participação acionária, nas decisões de investimentos de capital e na determinação da eficiência na gestão.

Dentre os métodos tradicionais de determinação de valor de empresas, surgiu uma abordagem recente baseada em teoria de opções.

As opções, como instrumentos financeiros, têm utilidade comprovada em operações de especulação e cobertura de riscos, mas também podem ser aplicadas para a avaliação de títulos de dívida e valor de propriedade de uma empresa.

As pesquisas sobre teoria de opções ganharam fôlego, a partir da década de 70, no século passado, com o surgimento de equações fechadas que permitiam a determinação dos preços de opções de maneira rápida e prática. A disseminação de recursos computacionais e a alta liquidez no mercado de capitais, a partir da década de 80, tornaram viável o uso prático de modelos sofisticados para a determinação do valor de opções.

Além disso, em alguns trabalhos acadêmicos, foi verificada a existência de compatibilidade conceitual entre modelos tradicionais de avaliação de empresas e os modelos de apreçamento de opções.

O Modelo de Apreçamento de Opções - OPM¹ - proposto por Black e Scholes (1973) se mostra consistente, de acordo com a bibliografia estudada, com o Modelo de Apreçamento de Ativos - CAPM² e com as proposições sobre irrelevância da estrutura de capital no valor da empresa, abordadas por Modigliani e Miller (1961). A compatibilidade dessas três teorias permitiu a criação de novos métodos utilizando opções como ferramenta alternativa para a avaliação de empresas.

Um outro método utilizado em 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 método abordado no presente estudo utiliza o modelo de apreçamento de opções para avaliação de empresas, com princípios de avaliação relativa, ou seja, utilizando informações de empresas que atuam em um mesmo setor econômico.

Com as informações publicadas no mercado de capitais é possível obter estimativas de algumas das variáveis de entrada do modelo de Black e Scholes (1973).

A variável estimada neste estudo é a 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, que podem ter capital fechado ou aberto.

¹ OPM é a sigla de *option pricing model*, que significa modelo de apreçamento de opções na língua inglesa.

² CAPM é a sigla de *capital asset pricing model*, que significa modelo de apreçamento de ativos de capital na língua inglesa.

O presente estudo tem o intuito de apresentar os trabalhos que representam o estado da arte sobre teoria de opções e métodos de avaliação de empresas, e realizar uma pesquisa quantitativa comparando o valor de mercado de empresas de capital aberto atuantes no Brasil, com o seu respectivo valor obtido pelo modelo de Black e Scholes (1973) de apreçamento de opções através da volatilidade implícita setorial de ativos.

1.2. Descrição da Situação Problema

Uma das metodologias mais difundidas nos processos de avaliação de empresas é o orçamento de capital com base no valor presente de fluxos de caixa projetados. O modelo de orçamento de capital pode ser um processo difícil nos casos em que não existam informações históricas disponíveis sobre a empresa, inviabilizando a projeção de fluxos de caixa.

Uma alternativa ao método de fluxo de caixa descontado pode ser o modelo de opções, proposto por Black e Scholes (1973), no qual o valor da empresa pode ser determinado como igual ao preço de uma opção.

O modelo de opções 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, propositadamente, 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 1.1 - REPRESENTAÇÃO DO BALANÇO PATRIMONIAL DE UMA EMPRESA FALIDA NO VENCIMENTO DE SUAS DÍVIDAS.

Ativos	Passivos
Patrim. Líquido	

Quando o modelo de Black e Scholes (1973) - OPM - é aplicado à avaliação de empresas, na prática se torna necessário estimar as variáveis de entrada do modelo, dentre elas, a volatilidade dos ativos da empresa.

A estimativa da volatilidade dos ativos pode ser feita estatisticamente a partir do desvio-padrão dos retornos históricos do valor de mercado dos ativos da empresa; porém esse tipo de informação pode, muitas vezes, estar indisponível.

A alternativa abordada neste estudo, para a estimativa da volatilidade dos ativos, é através da média das volatilidades obtidas de forma endógena, de informações publicadas por empresas de capital aberto, que atuam no mesmo setor de atividade econômica da empresa que se queira avaliar, doravante denominada volatilidade implícita setorial de ativos.

O valor de uma empresa pode ser obtido, portanto, através do OPM, utilizando a estimativa da estrutura de capital dessa empresa e a volatilidade implícita setorial de ativos.

1.3. Objetivos

Como objetivos principais para o presente estudo têm-se:

- Sugerir a utilização da volatilidade de ativos implícita no valor de mercado de empresas de capital aberto, que atuam em um mesmo setor de atividade econômica, como estimativa de variável para o modelo de Black e Scholes (1973), utilizado em processos de avaliação de empresas de capital fechado.
- Verificar, estatisticamente, se os valores de empresas de capital aberto obtidos pelo modelo de apreçamento de opções, utilizando a volatilidade setorial de ativos, são iguais aos seus respectivos valores de mercado.

1.4. Justificativa de Pesquisa

A avaliação acaba se tornando um processo difícil nos casos de empresas que atuam há pouco tempo no setor, ou estão passando por processo de aprendizado em suas operações, ou ocorreram eventos que distorceram os fluxos de receita ou custos, ou seja, quando os fluxos de caixa passados não servem como previsão para fluxos de caixa no futuro, comprometendo, de alguma forma, a aplicação da técnica de orçamento de capital com fluxo de caixa descontado pela taxa ajustada ao risco.

A avaliação relativa de empresas utilizando múltiplos de valor, em muitos casos, possui apenas um papel complementar, para ratificar o valor fornecido pelo fluxo de caixa descontado.

O modelo de opções se propõe a suprir a necessidade de um método dinâmico para determinação do valor da empresa de capital fechado. Para isso utiliza um componente de risco setorial representado pela volatilidade.

1.5. Metodologia de Pesquisa

Existem diversos modelos diferentes para os métodos de pesquisa, mas nenhum sistema de classificação único define todas as variações que devem ser consideradas.

Com relação ao grau de cristalização da questão de pesquisa, o presente estudo se caracteriza por ser predominantemente formal. De acordo com Cooper e Schindler (2003:128), um estudo formal começa com uma questão de pesquisa, envolve procedimentos precisos e especificação de fontes de dados.

Com relação à abordagem epistemológica, a presente pesquisa se caracteriza por ser empírico-analítica, pois utiliza técnicas de coleta, tratamento e análise de dados. As propostas da abordagem empírico-analítica, segundo Martins (1994:26), “... têm caráter técnico, restaurador e incrementalista. Têm forte preocupação com a relação causal entre as variáveis. A validação da prova científica é buscada através de testes dos instrumentos, graus de significância e sistematização das definições operacionais”.

O método do estudo é estatístico, procurando captar as características de uma população, a partir de inferências das características de uma amostra. Utiliza testes

quantitativos de hipóteses, dos quais serão feitas generalizações baseadas na representatividade da 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”.

1.6. Descrição dos Capítulos

O problema de pesquisa detalhado neste capítulo foi a avaliação de empresas utilizando o modelo de opções. Ainda no primeiro capítulo, foram apontados os objetivos do estudo, dentre eles, a sugestão de uma estimativa para a volatilidade de ativos de empresas de capital fechado, e o principal objetivo, verificar se o modelo de avaliação de empresas baseado em teoria de opções fornece valor igual ao valor de mercado das empresas.

No capítulo seguinte será feita a revisão teórica do estudo em questão, com uma revisão dos trabalhos anteriores que fundamentam a pesquisa. A estrutura do seguinte capítulo tem seu início com uma apresentação da teoria das opções e uma descrição detalhada para o modelo de Black e Scholes (1973) e suas variáveis. Em seguida, são apresentados outros modelos utilizados em avaliação de empresas e as teorias que fundamentam esses modelos: os pressupostos de Modigliani e Miller (1958) e o CAPM.

O terceiro capítulo continua a revisão teórica, mas o enfoque principal é a aplicação do modelo e a estimativa das variáveis. Nesse capítulo é feita uma descrição do uso do modelo de Black e Scholes (1973) - OPM - aplicado à avaliação de empresas. É feita também uma descrição do método utilizado para a estimativa da

volatilidade dos ativos. Ainda no capítulo três, é descrito o método utilizado neste estudo, para a obtenção do valor de mercado da empresa.

O capítulo quatro descreve as hipóteses da pesquisa e a metodologia estatística adotada para a verificação dessas hipóteses. Ainda no quarto capítulo será feita uma descrição das variáveis do modelo, da população e da amostra analisada, inclusive das limitações que as estimativas das variáveis poderão causar à pesquisa.

No quinto capítulo são apresentados os resultados dos cálculos de valor das empresas que compõem a amostra pelo OPM. Também são apresentados os resultados dos testes estatísticos, com o uso de quadros e tabelas, que verificam se o valor obtido pelo OPM é igual ao valor de mercado das empresas.

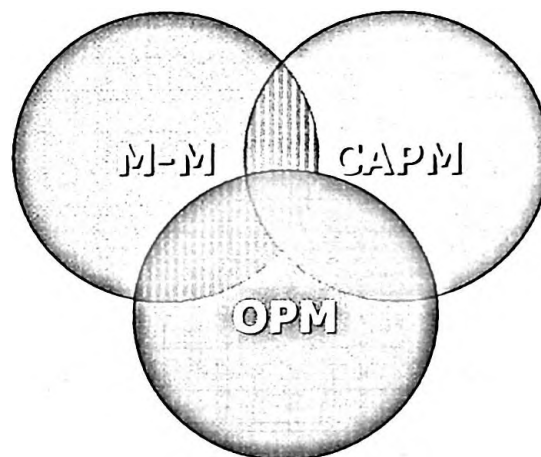
No sexto e último capítulo desta dissertação são feitas as considerações finais interpretando de forma resumida o resultado dos testes estatísticos e finalmente, sugerindo algumas novas abordagens para a aplicação do modelo de opções aplicado à avaliação de empresas.

Capítulo 2 - Fundamentação Teórica

2.1. Introdução

A revisão da literatura, feita no presente estudo, tem o intuito de investigar, com base nos trabalhos anteriores, a viabilidade de aplicação da teoria de opções como método de avaliação de empresas. O modelo de apreçamento de opções é uma alternativa aos métodos tradicionais de avaliação. Neste capítulo será feita uma apresentação das proposições de Modigliani e Miller (1961), o CAPM e o modelo de Black e Scholes (1973) - OPM, com o intuito de justificar a adoção do modelo de opções como método de avaliação. A compatibilidade das teorias é ilustrada na figura seguinte.

FIGURA 2.1 - COMPATIBILIDADE ENTRE AS TEORIAS DE MODIGLIANI E MILLER, CAPM E OPM.



Na seção seguinte é feita uma apresentação da estrutura básica das opções, explicando seus componentes, e uma descrição dos processos que regem o comportamento aleatório dos retornos dos ativos e a sua relação com o modelo de Black e Scholes (1973).

Em seguida, na seção 2.3, é feita uma breve descrição das principais técnicas de avaliação de empresas, dentre elas, o fluxo de caixa descontado, o desconto de dividendos, a avaliação relativa, o modelo de opções reais e o modelo EBO.

Na última seção deste capítulo são apresentadas as teorias de Modigliani e Miller (1961) e o CAPM para determinação da taxa exigida de retorno pelos acionistas, e citado o trabalho de Hsia (1991) que faz a comparação dessas teorias com a proposta de avaliação de empresas utilizando o modelo de opções.

2.2. Teoria de Opções

Um breve histórico das opções é descrito nessa seção, seguido de uma análise dos modelos que tentam explicar o comportamento aleatório dos retornos dos ativos, como o Lema de Itô (1951), e a partir destes modelos, o surgimento da equação diferencial proposta por Black e Scholes (1973).

2.2.1. Um pouco da história das opções

De acordo com os registros de Copeland e Antikarov (2001:7), a mais antiga opção registrada pela história está narrada entre os escritos de Aristóteles, a história de Tales, filósofo sofista que viveu na ilha de Milos, no Mediterrâneo. Tales, interpretando as folhas de chá, previu uma colheita abundante de azeitonas, pegou suas economias e negociou com os donos das prensas de azeite, pagando-lhes pelo direito de alugar as prensas por um preço preestabelecido no período de colheitas.

Como previsto por Tales, a safra superou as expectativas. Tales pagou pelo aluguel das prensas o valor anteriormente combinado, mas cobrou dos plantadores um preço mais elevado para a extração do precioso azeite.

De acordo com Gastineau (1979:14), os gregos não foram os únicos a utilizar opções; os fenícios e romanos utilizavam opções para negócios feitos com os carregamentos de seus navios. O uso extensivo de opções, segundo Gastineau (1979), ocorreu após a Idade Média, no começo do século XVII, com as lavouras de tulipa na Holanda.

Os produtores de tulipa pagavam prêmios aos comerciantes para ter o direito de vender sua produção a um preço predeterminado, garantindo um preço mínimo para as suas tulipas. As opções sobre tulipas eram um tipo de venda a termo com o pagamento de prêmio inicial, similar a uma opção de venda.

Segundo os registros de Gastineau (1979), o mercado de opções de tulipa era desorganizado, e os produtores não tinham garantia de que os comerciantes realmente honrariam a compra do produto no vencimento da opção. O mercado de opções de tulipas na Holanda quebrou no inverno de 1637, pois os comerciantes se recusaram a pagar os preços determinados pelas opções. Os produtores lesados recorreram ao Conselho Provençal de *The Hague*, para tentar restabelecer a credibilidade do mercado de tulipas, mas a decisão da corte foi complacente com a inadimplência dos comerciantes, que nunca foram intimados a honrar seus compromissos. Ironicamente, a Holanda continuou a utilizar opções mesmo após a quebra do mercado de tulipas. Poucos anos depois, opções sobre cotas da Companhia Holandesa da Índia Ocidental começaram a ser negociadas.

No final do século XVII, em Londres, tiveram início os primeiros negócios de opções sobre ações. O uso do novo instrumento na época era considerado uma atividade puramente especulativa, e com a pressão de alguns participantes do mercado de ações, segundo Gastineau (1979), as opções foram consideradas atividade ilegal em 1733 pelo Ato de Barnard, sendo revogado apenas em 1860. Após a revogação, o mercado de opções permaneceu ativo em Londres somente até a crise de 1931, quando o instrumento foi temporariamente banido.

O mercado de opções nos Estados Unidos teve seu início no final do século XVIII, de acordo com os registros de Gastineau (1979:15), com um agiota chamado Russell Sage, que emprestava dinheiro a taxas elevadas. Sage exigia títulos como garantia pelos empréstimos que fazia, e vendia aos seus devedores uma opção de compra, que dava o direito aos endividados de reaver seus títulos a um preço determinado. O prêmio da opção representava o ganho de Sage na operação.

O mercado de opções de ações nos Estados Unidos, segundo Gastineau (1979:16), contribuiu para a crise de 1929. Pequenos investidores foram vítimas de corretores de ações entusiasmados que faziam recomendações de compra de opções pouco fundamentadas para a época. Esses abusos acabaram depois que rigorosas leis foram aplicadas no mercado de capitais norte-americano pós-crise.

Copeland e Weston (1988:240) afirmam que o primeiro mercado organizado de opções foi desenvolvido em 26 de abril de 1973 na Bolsa de Chicago - CBOE³. No ano seguinte ao lançamento do instrumento, o volume de transações na CBOE era superior ao volume de operações com ações.

A Bolsa de Valores de São Paulo - BOVESPA (2003) - foi a primeira a introduzir no Brasil, no final da década de 70, as operações com opções sobre ações.

³ CBOE – sigla de *Chicago Board of Options Exchange*, que significa Bolsa de Opções de Chicago na língua inglesa.

2.2.2. Estrutura de uma opção

Opção pode ser definida, de acordo com Chriss (1997), como um contrato que dá aos seus detentores o direito de compra ou venda de um ativo determinado a um preço preestabelecido em um prazo determinado. Seria equivalente a dizer que um indivíduo tem a vantagem de optar pela compra, ou venda, de um ativo específico em uma data futura, sabendo de antemão o preço que irá pagar, ou receber, pelo ativo, tendo a garantia de que outrem será obrigado a realizar o negócio no futuro, dentro de especificações rezadas em contrato.

No contrato de opção, apenas uma das partes envolvidas possui o direito, e não a obrigação, de exercer a liquidação do contrato no vencimento. Essa característica distingue a opção de um contrato a termo, no qual as duas partes envolvidas têm a obrigação de liquidar o contrato em data prevista.

A parte que possui o direito de decisão é denominada titular da opção, e a contraparte que assume a obrigação de cumprir o contrato, caso assim seja determinado pelo titular, é denominada lançador da opção.

Segundo Hull (1998:150), há dois tipos de opção: opção de compra, que dá direito ao titular de comprar um determinado ativo a preço e prazo preestabelecidos; e opção de venda⁴, que dá ao titular direito de vender o ativo.

O titular da opção, na maioria dos casos, precisa pagar um determinado valor ao lançador da opção, referente à vantagem que ele obtém na decisão de liquidação. Esse valor é denominado prêmio ou preço da opção. Portanto, o titular da opção é

⁴ Na língua inglesa o significado de opção de compra é *call*, e o significado de opção de venda é *put*.

detentor do direito de exercer a liquidação, mediante pagamento de prêmio ao lançador, que tem obrigação de vender ou comprar no exercício, caso solicitado pelo titular.

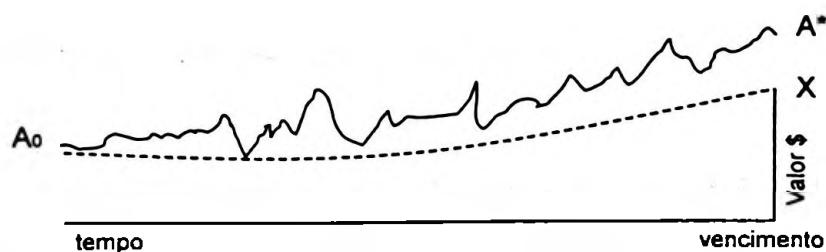
Wilmott (1998:26) define algumas das características dos contratos de opção:

- Prêmio – valor pago inicialmente pelo direito de exercer o contrato, no caso de opção de compra é representado por c , e opção de venda por p ;
- Ativo subjacente – ativo, doravante representado pela letra A , no qual o valor da opção é referenciado, podendo ser ações, taxas de câmbio, taxas de juros, imóveis, veículos, produtos agrícolas, desde “... o preço de suínos vivos até a quantidade de neve numa estação de esqui.” (Hull, 1998:1);
- Vencimento – data limite do prazo no qual a opção fica vigente, data na qual a opção deixa de existir e de dar direitos ao seu detentor, denotado como t ;
- Preço de exercício – preço preestabelecido de liquidação da opção, representado por X ;
- Valor intrínseco – pagamento que o titular da opção poderá receber no vencimento, caso exerça seu direito, ou seja, se a compra ou venda ocorrer de fato;

- “Dentro do dinheiro” – ocorre quando o valor intrínseco da opção é positivo. Na opção de compra ocorre quando o preço do ativo subjacente é superior ao preço de exercício da opção;
- “Fora do dinheiro” – ocorre quando a opção não possui nenhum valor intrínseco. No caso da opção de compra, quando o valor do ativo subjacente é inferior ao preço de exercício da opção;
- “No dinheiro” – ocorre quando o preço do ativo subjacente é igual ao preço de exercício;
- Posição comprada – uma quantidade positiva de determinado ativo. O titular da opção sempre está em uma posição comprada com relação ao prêmio;
- Posição vendida – uma quantidade negativa de determinado ativo. Posição do lançador com relação ao prêmio da opção.

A figura seguinte representa uma operação com opção de compra até a data de exercício, na qual o preço do ativo subjacente no vencimento, representado por A^* , é superior ao preço de exercício. O titular da opção, nesse caso, exerce seu direito de compra do ativo pelo preço de exercício, realizando um lucro.

FIGURA 2.2 - EXERCÍCIO DE UMA OPÇÃO DE COMPRA



O contrato de opção, no qual o titular pode exercer seu direito a qualquer momento até o vencimento, é definido como do tipo americano. Quando o direito pode ser exercido somente na data de vencimento, é definida como do tipo europeu.

O quadro a seguir mostra os diagramas de resultado de opções de compra e de venda do tipo europeu, nas posições de lançador e titular. Nota-se que o lançador pode ter um prejuízo ilimitado ou um ganho limitado, enquanto o titular pode ter um ganho ilimitado ou um prejuízo limitado. Nos gráficos, o eixo vertical representa o lucro ou prejuízo do participante no vencimento da opção, e o eixo horizontal representa o preço do ativo subjacente no vencimento.

QUADRO 2.1 - DIAGRAMAS DE RESULTADO DE OPÇÕES EUROPÉIAS NO VENCIMENTO

	Resultado para o Lançador	Resultado para o Titular
Opção de compra		
Opção de venda		

2.2.3. Comportamento aleatório dos retornos dos ativos

O resultado de uma opção do tipo europeu, no vencimento, depende do valor do ativo subjacente e do preço de exercício dessa opção. O preço de exercício é um valor preestabelecido, mas o valor do ativo subjacente no futuro é incerto. Nesta parte

do presente estudo será feita uma análise dos modelos que tentam explicar o comportamento dos retornos dos ativos, e através desses modelos, será feita estimativa de valores prováveis do ativo subjacente no futuro. De posse desses valores será possível obter um preço para a opção. Essa técnica será utilizada nos capítulos seguintes para a avaliação de empresas com base na teoria de opções.

O retorno de um ativo, segundo definição de Wilmott (1998:46), é o percentual de crescimento do seu preço, com relação ao seu preço anterior, dado pela seguinte equação:

$$R_j = \frac{A_{j+1} - A_j}{A_j} \quad (2.1)$$

sendo:

R_j : retorno do ativo no tempo j ;

A_j : valor do ativo no tempo j .

Para analisar o comportamento dos retornos dos ativos, utilizam-se recursos estatísticos, como a média e o desvio-padrão dos retornos com base nos valores históricos do ativo. A média dos retornos \bar{R} de um ativo, utilizando uma amostra com N retornos históricos, pode ser dada por:

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N R_j \quad (2.2)$$

E o desvio-padrão amostral S , segundo Wilmott (1998:47), pode ser obtido pela raiz quadrada da soma ponderada dos erros quadráticos dos retornos observados em relação à média, como definido pela seguinte equação:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (R_j - \bar{R})^2} \quad (2.3)$$

Supondo que a média dos retornos de um determinado ativo seja constante no tempo, ou seja, não varie, o retorno esperado desse ativo pode ser dado da seguinte maneira:

$$E[R_j] = \mu \delta t \quad (2.4)$$

sendo:

δt : um intervalo de tempo no futuro, no qual se deseja estimar o retorno do ativo A ;

μ : média populacional dos retornos do ativo para um intervalo de tempo unitário, doravante denominado componente determinístico do modelo;

Pode-se assumir, portanto, que:

$$\mu \delta t = \frac{A_{j+1} - A_j}{A_j} \quad (2.5)$$

Do rearranjo das variáveis da equação 2.5 tem-se:

$$A_{j+1} = A_j (1 + \mu \delta t) \quad (2.6)$$

O valor do ativo em qualquer tempo, sendo o retorno do ativo uma constante, pode ser determinado pela forma generalizada por Wilmott (1998:47), conforme segue:

$$A_N = A_0(1 + \mu\delta t)^N \quad (2.7)$$

Supondo agora que o retorno do ativo não seja constante, que sofra variações no decorrer do tempo, o retorno de um ativo pode ser dividido em dois componentes:

- Tendência: parte esperada do retorno, representada pela média dos retornos;
- Volatilidade: parte aleatória do retorno, representada pelo desvio-padrão.

Tem-se o desvio-padrão dos retornos para um prazo δt obtido pela seguinte equação:

$$\sigma_{\delta t} = \sigma\sqrt{\delta t} \quad (2.8)$$

sendo:

σ : desvio-padrão populacional dos retornos do ativo A , denominado componente estocástico do modelo.

Wilmott (1998: 50) assume que o desvio-padrão populacional σ é constante para qualquer δt . Assume também que os retornos desse ativo têm um comportamento que pode ser representado por uma distribuição normal. O retorno de

um ativo pode ser obtido, portanto, pela soma de seus componentes determinístico e estocástico, dado um comportamento normal, através da seguinte equação:

$$\tilde{R}_j = \frac{A_{j+1} - A_j}{A_j} = \mu\delta t + \sigma z\sqrt{\delta t} \quad (2.9)$$

sendo:

z : variável normal padronizada de distribuição $\sim N(0,1)$.

Rearranjando as variáveis da equação 2.9 tem-se um modelo de passeio aleatório para a obtenção do valor de A_{j+1} partindo-se do valor de A_j , dado por:

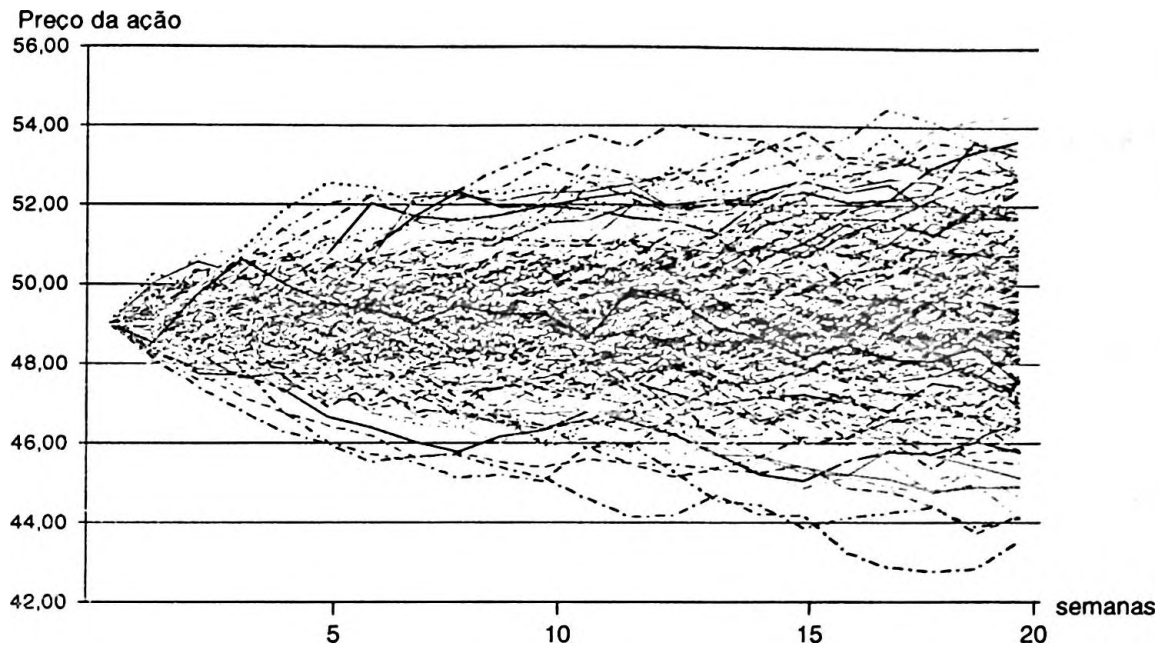
$$A_{j+1} = A_j(1 + \mu\delta t + \sigma z\sqrt{\delta t}) \quad (2.10)$$

Utilizando a equação anterior é possível simular os valores prováveis do ativo A para um dado intervalo de tempo.

A seguir é mostrado um exemplo de simulação dos valores de A utilizando a técnica de Monte Carlo, na qual se realiza sorteios aleatórios dos valores para a variável padronizada $z \sim N(0,1)$.

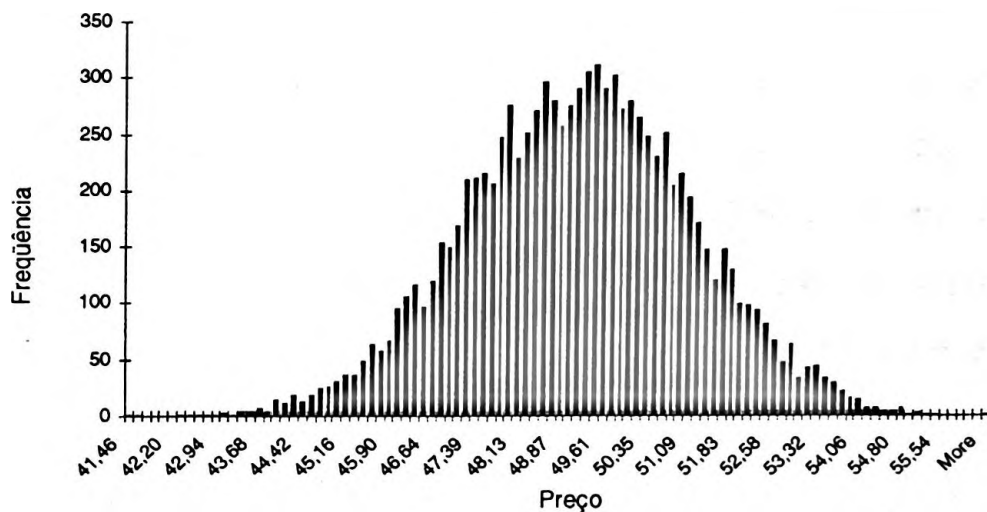
Exemplo: foi realizada uma simulação de Monte Carlo de dez mil diferentes trajetórias para um ativo cujo preço inicial A_0 é igual a 49, com uma média de retorno semanal μ igual a 5% e um desvio-padrão semanal σ de 20%, para um prazo de 20 semanas. Na simulação representada no gráfico da figura 2.3 foram gerados 2,5 milhões de sorteios aleatórios pelo sistema Microsoft Excel 2002.

FIGURA 2.3 - SIMULAÇÃO DE PREÇOS POR SORTEIOS ALEATÓRIOS



O histograma dos valores obtidos para o preço do ativo na simulação, para o prazo de 20 semanas, está representado na seguinte figura, que aparenta ser uma distribuição normal.

FIGURA 2.4 - DISTRIBUIÇÃO DE PREÇOS GERADOS POR UMA SIMULAÇÃO DE PASSEIO ALEATÓRIO.



NOTA – histograma dos preços do ativo obtidos através de simulação de Monte Carlo para 20 semanas.

No exemplo anterior, o valor de δt era de $\frac{20}{250}$ semana. É possível fracionar o prazo até δt tender a zero. Nesse caso, o modelo entra em tempo contínuo, que seria equivalente, segundo Hull (1998:230), a “descrever o movimento de uma partícula

sujeita a uma grande quantidade de choques moleculares, também denominado movimento browniano”.

Dessa maneira δt se torna, em tempo contínuo, igual a dt . Uma nova variável aleatória deve ser criada, representada por $dw \sim N(0, dt)$:

$$dw = z\sqrt{dt}, \quad \text{com } dt \rightarrow 0 \quad (2.11)$$

De acordo com Hull (1998:230), quando os valores de δt são infinitamente pequenos, o preço da ação pode ser descrito pelo processo padrão de Wiener, definido pela seguinte equação:

$$dA = \mu A dt + \sigma A dw \quad (2.12)$$

A equação 2.12 é, segundo Wilmott (1998:53), a equação diferencial estocástica em tempo contínuo que deu origem aos diversos modelos de formação de preços de ativos.

Uma das variantes do processo de Wiener é o processo de Itô (1951) apud Hull (1998:230), que se diferencia apenas no fato de que as componentes determinísticas e estocásticas do modelo, μ e σ , podem variar em relação ao tempo e ao valor do ativo. Em outras palavras, significa dizer que em cada instante de tempo, e dependendo do valor do ativo nesse instante de tempo, a média e o desvio-padrão podem assumir valores diferentes, logo, μ e σ podem ser escritos como na equação 2.12, mas em função de A e de t :

$$dA = \mu(A, t) A dt + \sigma(A, t) A dw \quad (2.13)$$

2.2.4. Equação diferencial de Black e Scholes

Bernstein (1997:313) conta a história do surgimento do modelo proposto por Black e Scholes (1973):

“Na primavera de 1970, Scholes contou a Merton as dificuldades que ele e Black estavam tendo. O problema despertou imediatamente a interesse de Merton. Em pouco tempo, ele resolveu o dilema dos colegas, mostrando que eles estavam no caminho certo por motivos que eles próprios haviam ignorado. O modelo logo foi completado”.

Para explicar o modelo de Black e Scholes (1973), Hull (1998:259) supõe que o preço do ativo A siga o processo aleatório contínuo descrito pela equação 2.12, podendo-se inferir que o valor de qualquer derivativo, que tenha o ativo A como referência, dependerá do mesmo processo para a formação de seu preço. O derivativo em questão será uma opção de compra c que tem A como ativo subjacente.

Pode-se formar uma carteira somente com ativo A e opção de compra c em sua composição, em uma proporção na qual uma variação de preço do ativo A não interfira no valor total da carteira. A posição assumida da carteira deve ser, portanto:

- Venda em uma opção de compra sobre o ativo A ;
- Comprada em uma quantidade $\frac{\partial c}{\partial A}$ no ativo A .

O preço da opção de compra será definido, conforme derivação do Lema de Itô (1951) apud Hull (1998:241), por:

$$dc = \left(\frac{dc}{dA} \mu A + \frac{dc}{dt} + \frac{1}{2} \frac{d^2c}{dA^2} \sigma^2 A^2 \right) dt + \frac{dc}{dA} \sigma A dw \quad (2.14)$$

Que na versão discreta tem-se a seguinte equação:

$$\Delta c = \left(\frac{\Delta c}{\Delta A} \mu A + \frac{\Delta c}{\Delta t} + \frac{1}{2} \frac{\Delta^2 c}{\Delta A^2} \sigma^2 A^2 \right) \Delta t + \frac{\Delta c}{\Delta A} \sigma A \Delta w \quad (2.15)$$

O valor da carteira composta por opção de compra c e ativo A será representado por:

$$X = -c + \frac{dc}{dA} A \quad (2.16)$$

Sendo que uma variação no valor da carteira $\Delta \Pi$ pode ser determinada por:

$$\Delta \Pi = -\Delta c + \frac{dc}{dA} \Delta A \quad (2.17)$$

Utilizando as equações 2.15 e 2.17, é possível obter a variação de valor da carteira para um intervalo de tempo Δt :

$$\Delta \Pi = \left(-\frac{\Delta c}{\Delta t} - \frac{1}{2} \frac{\Delta^2 c}{\Delta A^2} \sigma^2 A^2 \right) \Delta t \quad (2.18)$$

Considerando a indiferença do investidor com relação ao risco, ou seja, o investidor não exigirá nenhum prêmio adicional para um determinado acréscimo de risco no ativo A , pois a carteira não sofre alterações de valor com as oscilações no preço do ativo A , o investidor deverá receber uma remuneração equivalente à taxa de retorno de um título de renda fixa de curto prazo. Essa situação é também denominada, por Hull (1998:260), risco-neutra, resultando na seguinte equação para o valor da carteira em qualquer tempo:

$$\Pi_{j+1} = \Pi_j (1 + R_f \Delta t) \quad (2.19)$$

sendo:

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

Π_{j+1} : valor da carteira no tempo $j+1$.

Rearranjando as equações, tem-se que:

$$\left(\frac{\Delta c}{\Delta t} + \frac{1}{2} \frac{\Delta^2 c}{\Delta A^2} \sigma^2 A^2 \right) \Delta t = R_f \left(c - \frac{\Delta c}{\Delta t} A \right) \Delta t \quad (2.20)$$

Obtendo-se finalmente, a equação diferencial utilizada por Black e Scholes (1973):

$$\frac{\Delta c}{\Delta t} + R_f A \frac{\Delta c}{\Delta A} + \frac{1}{2} \sigma^2 A^2 \frac{\Delta^2 c}{\Delta A^2} = R_f c \quad (2.21)$$

Black e Scholes (1973:644) resolveram a equação diferencial e obtiveram, como resultado, uma outra equação fechada, utilizada para determinar o valor de uma opção de compra do tipo europeu c sobre um ativo A , que supõe um comportamento homocedástico da variância, ou seja, variância constante:

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

$$d_1 = \frac{\ln \frac{A_0}{X} + \Delta t \left(R_f + \frac{1}{2} \sigma^2 \right)}{\sigma \sqrt{\Delta t}} \quad (2.22)$$

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

sendo:

$N(d_1)$: função densidade de probabilidade acumulada da variável padronizada d_1 ;

X : preço de exercício da opção;

Δt : prazo até o vencimento da opção;

A_0 : valor do ativo subjacente 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 e constante até o vencimento da opção.

2.2.4.1. Pressupostos do modelo de Black e Scholes

Quando o modelo de apuração de opções proposto por Black e Scholes (1973:640) é adotado, os seguintes pressupostos conceituais devem ser assumidos:

- a) A taxa de juros de curto prazo do ativo livre de risco é conhecida e constante no tempo;
- b) O preço do ativo subjacente segue um processo de passeio aleatório em tempo contínuo;
- c) A distribuição dos possíveis valores do ativo-subjacente no final de qualquer intervalo finito é *lognormal*, ou seja, não pode ser menor que zero;
- d) A variância do retorno do ativo subjacente é constante;
- e) A empresa não paga dividendos (premissa que poderá ser relaxada no caso de avaliação de empresas pelo OPM);
- f) A opção é do tipo europeu, ou seja, pode ser exercida apenas no vencimento.

2.2.5. Paridade entre opções de compra e de venda

O modelo proposto por Black e Scholes (1973:644) oferece valor apenas para o prêmio da opção europeia de compra, mas não fornece preço para a opção de venda.

Segundo Prisman (2000:151), o valor de opção europeia de venda pode ser obtido de outra maneira, utilizando preço de uma opção de compra de mesmo vencimento e preço de exercício.

Securato (2000:70) sugere a determinação do preço de uma opção de venda partindo de uma carteira formada pelos seguintes instrumentos:

- a) Comprada no ativo subjacente A ;
- b) Vendida em uma opção de compra, de prêmio igual a c , preço de exercício igual a X e vencimento em t ;
- c) Comprada em uma opção de venda, de prêmio igual a p , de preço de exercício igual a X e vencimento em t .

No vencimento em t , se o preço do ativo subjacente for maior que o preço de exercício das opções, a contraparte exercerá a opção de compra, o ativo será vendido pelo preço X e a opção de venda não será exercida.

Mas se no vencimento, o preço do ativo subjacente estiver abaixo do preço de exercício, a opção de compra não será exercida, mas a opção de venda será, e novamente o ativo será vendido pelo preço de exercício X . Em qualquer situação, no vencimento das opções, o ativo subjacente será vendido pelo preço de exercício X , e o detentor dessa carteira não possuirá riscos. Portanto deverá ser, segundo Securato (2000:72), remunerado por uma taxa livre de risco.

Partindo dessa premissa, tem-se a seguinte equação:

$$R_f = \frac{X}{(A_0 - c + p)} \quad (2.23)$$

sendo:

c : preço da opção de compra;

p : preço da opção de venda.

Partindo da relação obtida na equação anterior é possível apreçar qualquer opção de venda do tipo europeu, desde que se tenha o valor da opção de compra equivalente, o preço do ativo subjacente e a taxa livre de risco para o período.

2.3. Avaliação de Empresas

Nesta seção é feita uma breve revisão de algumas técnicas utilizadas em avaliação de empresas, dentre elas;

- Modelo de desconto de dividendos;
- Orçamento de capital por fluxos de caixa descontados;
- Avaliação relativa por múltiplos de valor;
- Opções reais;
- Modelo de Ohlson - EBO.

Na seção seguinte é feita uma apresentação dos modelos de Modigliani e Miller e do CAPM para o retorno exigido pelos acionistas, modelos que fundamentam a maioria das técnicas de avaliação de empresas.

Segundo Damodaran (2002:10), para avaliar uma empresa são necessárias algumas informações obtidas de três fontes distintas:

- a) Demonstrações contábeis da empresa: para determinar a lucratividade da empresa, o volume de faturamento, e fornecer a maior parte dos dados necessários para qualquer procedimento de avaliação de empresas;
- b) Histórico da empresa: tanto em termos de lucro, quanto em preços de mercado, esse tipo de informação ajuda a determinar o nível de atividade e de ciclo de vida da empresa.
- c) Setor econômico no qual a empresa atua: análise da concorrência em grupos de pares de empresas, para comparar a empresa aos seus concorrentes, em relação ao seu risco, retorno e crescimento em termos de fluxo de caixa.

2.3.2. Modelo de desconto de dividendos

De acordo com Damodaran (2002:33), considera-se, no processo de avaliação por desconto de dividendos, que o único fluxo de recursos disponível aos acionistas é a distribuição de dividendo. É possível estimar o valor V de uma empresa através do valor presente dos fluxos de dividendos, descontado por uma taxa de retorno exigida pelo acionista, como definido pela seguinte equação:

$$V = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{Div_t}{(1 + K_e)^t} \quad (2.24)$$

sendo:

t : prazo até o pagamento do dividendo;

Div_t : valor do pagamento de dividendo no tempo t ;

K_e : taxa de retorno exigida pelo acionista.

Copeland e Weston (1992:551) analisam o caso no qual uma empresa possui taxa de crescimento de dividendos infinita. Sugerem o uso do modelo de crescimento constante, considerando que nem todo dividendo é distribuído e existe uma fração de reinvestimento na empresa, perpétua.

Para estimar o valor da empresa, dado um crescimento constante dos dividendos, utiliza-se o modelo de Gordon (1962) apud Copeland e Weston (1992:552).

Pode-se determinar o valor do fluxo de dividendos descontado pela fórmula de crescimento perpétuo, de acordo com a seguinte equação:

$$V = \frac{Div_1}{(K_e - g)} \quad (2.25)$$

sendo:

Div_1 : valor do pagamento de dividendos no próximo exercício;

g : taxa de crescimento constante no pagamento de dividendos, que deve ser menor que K_e .

O modelo de desconto de dividendos, apesar da sua praticidade, não tem uso difundido como o método de avaliação de empresas que será apresentado a seguir: o fluxo de caixa descontado.

2.3.3. Fluxo de caixa descontado

No tópico anterior foi mencionado o fluxo de dividendos disponível ao acionista. Neste tópico será abordado o fluxo de caixa para a empresa, ou seja, o fluxo de caixa gerado pelos ativos.

Segundo Damodaran (2002), é o “fluxo de caixa antes de pagamentos associados à dívida, mas após impostos e necessidades de reinvestimento”. O fluxo de caixa descontado, segundo Copeland, Koller e Murrin (2002:136), “determina o valor acionário de uma empresa como sendo o valor de suas operações (valor empresarial disponível para todos os investidores) menos o valor do endividamento e outras formas de passivo de prioridade superior a do capital ordinário”.

O fluxo de caixa livre pode ser calculado, de forma simplificada, partindo da demonstração de resultados projetada da empresa, de acordo com o seguinte quadro:

QUADRO 2.2 - ELABORAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA LIVRE

Fluxo de Caixa Livre
(+) Lucro antes de juros, imposto, depreciação e amortização
(-) Imposto
(=) Lucro líquido operacional menos impostos ajustados
(+) Depreciação e amortização
(=) Fluxo de caixa bruto
(-) Mudanças de capital de giro
(-) Investimentos no ativo fixo
(-) Aumento líquido de outros ativos
(=) Fluxo de caixa operacional livre
(+) Fluxo de caixa de investimentos não operacionais
(+) Receita de juros depois de impostos
(+) Diminuição de títulos negociáveis
(=) Fluxo de caixa livre

FONTE: Copeland, Koller e Murrin (2002:139).

Copeland, Koller e Murrin (2002:138) afirmam que o valor operacional de uma empresa é igual ao valor descontado do fluxo de caixa livre futuro esperado por uma taxa ajustada ao risco da empresa. A taxa de desconto aplicada deve refletir, segundo Copeland, Koller e Murrin (2002:139), “o custo de oportunidade de todos os provedores de capital, ponderado por sua contribuição relativa para o capital total da empresa”, denominado custo médio ponderado de capital – *WACC*⁵. O valor operacional da empresa pode ser obtido, portanto, de acordo com a seguinte equação:

⁵ *WACC* é a sigla de *weighted average cost of capital* que significa custo médio ponderado de capital na língua inglesa.

$$V_{Op} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{F_{CLt}}{(1+WACC)^t} \quad (2.26)$$

sendo:

V_{Op} : valor operacional da empresa;

$WACC$: custo médio ponderado de capital;

F_{CLt} : fluxo de caixa esperado no futuro no tempo t .

Copeland, Koller e Murrin (2002:140) apontam que a abordagem do fluxo de caixa descontado é afetada pela dificuldade de previsão explícita de mais de uma década de desempenho da empresa. A solução sugerida para o problema foi dividir a projeção dos fluxos em duas partes, uma antes e outra após o período de previsão explícita.

A segunda parte não-implícita de estimativa dos fluxos de caixa, período no qual as previsões são incertas, pode ser calculada como no modelo de dividendos, com a utilização do modelo de perpetuidade sugerido por Gordon (1962), que supõe um crescimento g constante e infinito dos fluxos de caixa da empresa.

O valor da empresa para o acionista, de acordo com Copeland, Koller e Murrin (2002:141), “é o seu valor operacional mais ativos não-operacionais, tais como investimentos em empresas não correlatas e não consolidadas, menos o valor de seu endividamento e qualquer passivo não operacional”. De maneira mais simplificada, seria equivalente a dizer que o valor da empresa é igual ao valor presente do fluxo de caixa operacional projetado e descontado pelo $WACC$, subtraído pelo valor de mercado das dívidas da empresa.

A determinação da taxa de crescimento dos fluxos de caixa de uma empresa, segundo Damodaran (2002), depende do setor econômico no qual ela está inserida, o que irá determinar, de forma relativa, qual será o nível de crescimento, tanto em termos de faturamento, lucratividade, quanto em termos de fluxos de caixa e dividendos.

2.3.3.1. Custo ponderado de capital

O custo ponderado de capital - *WACC* – é definido por Copeland e Weston (1988:444) como a “taxa mínima que os investidores exigem como remuneração de projetos que porventura sejam aceitos na empresa, fundeados com recursos de acionistas e credores”.

O custo ponderado de capital pode ser obtido, segundo Copeland e Weston (1988:39), através do custo marginal de endividamento depois do imposto, multiplicado pela percentagem do valor da empresa que está em posse dos credores em forma de dívidas, mais o custo de capital próprio, multiplicado pelo percentual do valor da empresa que está em posse dos acionistas, de acordo com a seguinte equação:

$$k = WACC = k_b(1 - \tau) \frac{B}{B + E} + k_e \frac{E}{B + E} \quad (2.27)$$

sendo:

B : o valor de mercado das dívidas;

E : valor de mercado do total das ações da empresa;

k_b : custo de endividamento a mercado;

k_e : custo de capital próprio da empresa.

2.3.3.2. Ciclo de vida da empresa

Neste tópico serão analisados os estágios de ciclo de vida da empresa, relacionando-os à dificuldade de projeção dos fluxos de caixa.

As empresas podem estar em diferentes estágios do ciclo de vida que, de acordo com Damodaran (2002:12), podem apresentar dificuldade para a realização do processo de avaliação por fluxo de caixa descontado. Os estágios de maturidade da empresa podem ser divididos da seguinte maneira:

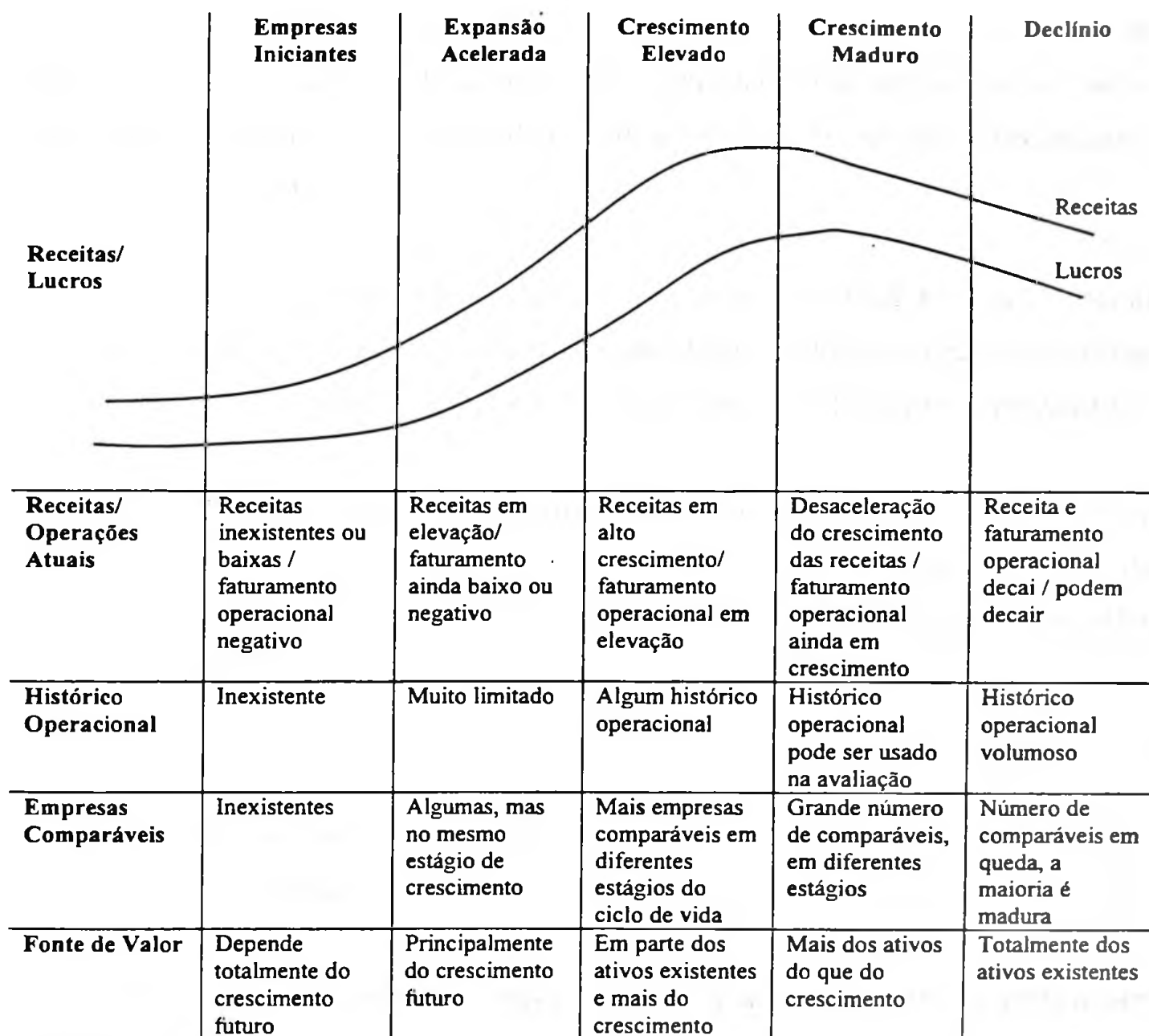
- a) **Iniciantes:** estágio em que o processo de avaliação é mais difícil, o mercado ainda não é formado, o produto ainda não está estabelecido, e não há muitas empresas comparáveis no setor. Além disso, não há histórico operacional, o que dificulta a estimativa dos fluxos de caixa esperados. Neste estágio os investidores apostam na competência da administração, e os modelos de avaliação oferecem resultados incertos e imprecisos;
- b) **Expansão:** neste estágio a empresa atraiu clientes e começa a ter uma expansão no faturamento. O processo de avaliação começa a ser possível, mas ainda não há possibilidade de se projetar os fluxos de caixa, porque os demonstrativos são incertos e oscilam muito. Além disso, as outras empresas que atuam no setor provavelmente estão no mesmo nível, o que também dificulta o processo de avaliação de forma comparada;
- c) **Alto crescimento:** este estágio apresenta um crescimento elevado das receitas, mas não acompanhado pelos lucros. O número de empresas

comparáveis é suficiente para uma avaliação consistente, como também é possível projetar o fluxo de caixa da empresa de forma direta, pois há histórico operacional;

- d) **Crescimento maduro:** Neste estágio a empresa entra em um ritmo de atividade estável, com crescimento de lucratividade e fluxos de caixa, e consistente diminuição nos investimentos de capital, comparado aos estágios anteriores. Grande número de empresas do mesmo setor econômico se encontra no mesmo estágio de desenvolvimento e é possível estimar o crescimento dos fluxos de caixa futuros;
- e) **Declínio:** este é o último estágio de atividade da empresa após a maturidade descrita na alínea anterior, onde se começa a perceber uma queda na lucratividade e receitas, logo, os investimentos de capital diminuem, mas os fluxos de caixa ainda persistem. As empresas concorrentes começam a ultrapassá-la, ou também se encontram em estágio de declínio de atividades. Neste estágio o processo de avaliação depende, basicamente, do valor do volume atual dos ativos.

De acordo com Damodaran (2002:15), a avaliação por fluxo de caixa descontado se mostra um desafio maior nos primeiros estágios do ciclo de vida das empresas, aumentando os riscos de se cometer erros. A seguir uma figura que representa graficamente os estágios do ciclo de vida da empresa:

FIGURA 2.5 - CICLO DE VIDA DA EMPRESA



FONTE: Damodaran (2002:13).

2.3.4. Avaliação relativa por múltiplos

Avaliação relativa, segundo Damodaran (2002:243) é uma técnica utilizada para comparar o valor de empresas que atuam em um mesmo setor de atividade econômica. O processo de avaliação relativa é feito com a utilização de múltiplos

obtidos pela divisão de dois números da empresa. De acordo com Damodaran (2002:249), “cada múltiplo tem um denominador e um numerador”.

Os múltiplos são valores padronizados que utilizam o valor de mercado de empresas de capital aberto, obtido através do valor das ações negociadas em bolsa, para determinar o valor de empresas do mesmo setor. Os principais múltiplos, segundo Damodaran (2002:245) são:

- a) **Múltiplos de lucros:** razão preço/lucro com base no lucro contábil divulgado pelas empresas, também denominado lucro por ação; pode se utilizar também o índice preço/lucro operacional antes de depreciação;
- b) **Múltiplos de valor escritural ou de reposição:** razão do preço/valor escritural das ações. A estimativa contábil de valor escritural da empresa utiliza como base regras contábeis e é influenciada pelos preços pagos originariamente pelos ativos e pela depreciação contábil;
- c) **Múltiplos de receita:** razão preço/vendas da empresa, muito menos afetada pelos princípios contábeis do que os múltiplos de valor escritural;
- d) **Múltiplos setoriais específicos:** os múltiplos anteriores podem ser utilizados para empresas de todo o mercado, mas há alguns que somente podem ser aplicados para empresas que atuem em um setor específico, como por exemplo, os múltiplos de empresas de Internet como a razão preço/ acessos de Internet.

Os problemas apontados por Damodaran (2002:247) para o uso de múltiplos setoriais são referentes à possibilidade de alguns múltiplos fornecerem valores superestimados para empresas que atuam em determinado setor da economia, como foi

o caso das empresas de Internet, na década de 90. Além disso, algumas variáveis fundamentais são ignoradas, como o risco, crescimento ou potencial de fluxo de caixa.

As vantagens da avaliação relativa, apontadas por Damodaran (2002:244), são referentes à possibilidade de se avaliar uma empresa de maneira rápida, sem a necessidade de adotar muitas premissas, como é feito no método do fluxo de caixa descontado.

O modelo de opções aplicado à avaliação de empresas, apresentado neste estudo, possui algumas características de avaliação relativa, pois utiliza informações de outras empresas de capital aberto que atuam no mesmo setor de atividade que a empresa que se queira avaliar. O que diferencia a abordagem por opções da avaliação relativa é que não são utilizados múltiplos propriamente ditos, como a razão de dois números, mas sim a volatilidade setorial de ativos.

2.3.5. Opções reais

Uma das abordagens utilizadas para a avaliação de empresas utilizando opções, é o método de opções reais. A técnica de opções reais, descrita neste tópico, é um complemento ao método de fluxo de caixa descontado.

Uma opção real, segundo Copeland e Antikarov (2001:6), é “o direito, mas não a obrigação, de empreender uma ação (por exemplo, diferir, expandir, contrair ou abandonar) a um custo predeterminado, que se denomina preço de exercício, por um período preestabelecido – a vida da opção.”

A opção real é uma alternativa de utilização de teoria de opções para avaliar a flexibilidade de tomadas de decisão no futuro. Consiste em um modelo que avalia um projeto no qual o investidor possui a flexibilidade de expandi-lo no futuro, caso o

negócio esteja indo bem; ou a possibilidade de retrair as atividades, caso esteja indo mal. Este projeto flexível vale mais do que um outro projeto no qual não exista essa flexibilidade.

A possibilidade de se tomar decisões de investimento no futuro aumentam o valor do negócio, pois diminuem o risco de perdas e aumentam a possibilidade de ganhos no futuro.

A diferença entre uma opção sobre ação e uma opção real, de acordo com Copeland e Antikarov (2001), é que os executivos que operam um ativo real, como um projeto de investimento de capital, de extração mineral ou aquisição de um bem imóvel, podem aumentar o valor desse ativo real, e conseqüentemente, o valor da opção real. Fato que não ocorre com a opção de ação, na qual os executivos da empresa não podem alterar o valor do ativo subjacente.

A opção real, segundo Copeland e Antikarov (2001), depende de cinco variáveis, sendo elas:

- a) **Ativo subjacente:** projeto ou investimento de capital;
- b) **Preço de exercício:** custo fixado de investimento futuro em um determinado projeto para expandi-lo ou atrasá-lo. Pode ser também, no caso de opção de venda, o montante que se obtém com o abandono ou retração de um projeto no futuro;
- c) **Prazo de vencimento:** prazo no qual se pode tomar a decisão. Expirado esse prazo, o investidor perde a flexibilidade;

- d) **Desvio-padrão dos retornos do ativo subjacente:** variável na qual o valor da opção depende, quanto maior o desvio-padrão, maior o valor da opção;
- e) **Taxa de juros livre de risco:** segundo Copeland e Antikarov (2001:7), “à medida que a taxa livre de risco aumenta, o valor da opção também se eleva”.

De acordo com Copeland e Antikarov (2001:13), as opções reais podem ser classificadas de acordo com a flexibilidade que elas oferecem, da seguinte maneira:

- **Opção de diferimento:** opção americana encontrada na maioria dos projetos, quando existe a possibilidade de adiar o início de um projeto;
- **Opção de abandono:** é uma opção do tipo americana que existe quando há possibilidade de abortar um projeto;
- **Opção de contração:** quando existe a possibilidade de venda parcial de um projeto no futuro, é uma opção de venda do tipo americana;
- **Opção de expansão:** quando há a possibilidade de investir mais em um projeto quando os negócios vão bem;
- **Opção de conversão:** opção de sair de um ramo de atividade e entrar em outro;
- **Opções compostas:** várias opções em um mesmo projeto, ocorrem quando há um investimento planejado em fases, com a opção de parar ou adiar o projeto em cada fase;

- Opções arco-íris: segundo Copeland e Antikarov (2001:13), “opções que são movidas por múltiplas fontes de incerteza”. Exploração e produção, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos são exemplos desse tipo de opção.

Os modelos de avaliação de opções reais são aqueles utilizados para apreçamento de opções do tipo americana, baseados em árvores de decisão. A equação fechada de Black e Scholes (1973) se destina ao apreçamento de opções do tipo europeu e, segundo Copeland e Antikarov (2001:108), deve-se evitar o uso desse modelo para o apreçamento de opções reais.

2.3.6. Modelo de Ohlson - EBO

O método de avaliação de empresas denominado Edwards-Bell-Ohlson, também conhecido como o método do lucro residual, segundo Famá e Leite (2003), foi “desenvolvido com base no valor contábil dos ativos e no fluxo descontado do lucro anormal (acima da taxa de remuneração exigida pelos investidores)”.

O modelo EBO utiliza argumentos econômicos para justificar que lucros anormais obtidos pela empresa, superiores à expectativa do mercado, tendem a zero no longo prazo.

Este modelo tem como base o modelo de desconto de dividendos, partindo da seguinte equação, já vista anteriormente:

$$V = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{Div_t}{(1 + K_e)^t} \quad (2.28)$$

Considera que o valor contábil de uma empresa para o período seguinte é igual ao valor contábil do período anterior, mais os lucros retidos, resultando na seguinte equação para a determinação do valor dos dividendos:

$$Div_t = L_t - (V_{Ct} - V_{Ct-1}) \quad (2.29)$$

sendo:

L_t : lucro da empresa no exercício t ;

V_C : valor contábil da empresa.

Substituindo no modelo de dividendos descontados tem-se:

$$V = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{L_t - (V_{Ct} - V_{Ct-1})}{(1 + K_e)^t} \quad (2.30)$$

Após o rearranjo das variáveis obtém-se a seguinte equação para determinar o valor de empresas:

$$V_0 = V_{C0} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(L_t - K_e V_{Ct-1})}{(1 + K_e)^t} \quad (2.31)$$

O modelo de Ohlson, de acordo com Famá e Leite (2003:8), considera que os lucros extraordinários, representados pelo numerador da equação acima, convergem para zero no longo prazo, permitindo a avaliação da empresa sem a utilização do modelo de perpetuidade, como feito com os fluxos de caixa descontados. O valor da empresa pode, então, ser determinado pela seguinte equação:

$$V_0 = V_{C0} + \sum_{t=1}^T \frac{(L_t - K_e V_{C,t-1})}{(1 + K_e)^t} + \frac{V_T - V_{CT}}{(1 + K_e)^T} \quad (2.32)$$

sendo:

T : período de estimação explícita, que pode ficar, segundo Famá e Leite (2003:8), entre 5 e 10 anos.

Interpretando a equação acima, o modelo de Ohlson (2000) determina que o valor de uma empresa é igual ao seu valor contábil mais o período de previsão explícita de ganhos anormais, somado ao valor presente da diferença esperada entre o valor da empresa e o valor contábil no fim do prazo de previsão explícita.

A vantagem do modelo de Ohlson, apontada por Famá e Leite (2003), está na possibilidade de “superar a dificuldade em estimar um valor residual, como acontece nos demais modelos de fluxos de caixa descontados, partindo da premissa que os lucros anormais devem desaparecer em algum instante”.

2.4. Proposições de Modigliani e Miller

Nesta seção será apresentado o modelo proposto por Modigliani e Miller (1958) através da abordagem feita por Copeland e Weston (1988). Em seguida, na mesma seção, é feita uma breve descrição do CAPM, principal modelo de determinação de taxas de retorno utilizadas nas técnicas mais difundidas para avaliação de empresas, dentre elas o fluxo de caixa descontado.

O intuito de apresentar o modelo de Modigliani e Miller (1958) e o CAPM é uma preparação conceitual para a introdução ao OPM, feita no capítulo seguinte, com

o objetivo de justificar conceitualmente o uso do OPM em procedimentos de avaliação de empresas.

2.4.1. Custo de capital

Segundo Copeland e Weston (1988:437), os acionistas e os credores enfrentam diferentes tipos de risco, por isso cada um deles deve exigir diferentes taxas de retorno para prover fundos à empresa.

Como os acionistas possuem o poder de tomar as decisões de investimento, eles provavelmente irão tomá-las para maximizar a sua riqueza, de forma que, possam pagar os credores, reaver o investimento inicial e ainda ter um aumento de sua riqueza.

Na abordagem de Modigliani e Miller (1958) apud Copeland e Weston (1988), o valor da empresa independe da estrutura de capital desde que se assumam as seguintes premissas:

- a) Não há atritos causados por impostos ou custos de transação no mercado de capitais;
- b) Os participantes podem aplicar e se financiar à taxa livre de risco;
- c) Não há custos na falência;
- d) A empresa emite apenas dois tipos de títulos: títulos de dívida pela taxa livre de risco, e ações;
- e) Todas as empresas possuem a mesma classe de risco;

- f) Os impostos corporativos são a única forma de tributação do governo (não há impostos para pessoa física);
- g) Todos os fluxos de caixa são perpétuos sem crescimento;
- h) Todos os participantes do mercado possuem as mesmas informações;
- i) Os administradores sempre maximizam a riqueza dos acionistas (não há custos de agência).

As premissas do modelo são um pouco irrealistas, mas relaxando algumas delas, de acordo com Copeland e Weston (1988:439), não há grandes alterações no resultado da proposta de Modigliani e Miller.

Utilizando o modelo do valor presente de uma perpetuidade de Gordon (1962), pode-se avaliar uma empresa sem dívidas descontando o fluxo de caixa infinito após os impostos, por uma taxa ajustada ao risco:

$$V^s = \frac{E(\tilde{F}^L)}{y} \quad (2.33)$$

sendo:

V^s : valor de uma empresa sem dívidas;

\tilde{F}^L : esperança do fluxo de caixa sem crescimento;

y : taxa de desconto para uma empresa de risco equivalente.

De acordo Modigliani e Miller (1958) apud Copeland e Weston (1988:442) a equação que fornece o valor de uma empresa sem dívidas pode ser escrita de outra maneira:

$$V^s = \frac{E(\tilde{F}^L)}{y} = \frac{E(\tilde{L}^o)(1-\tau)}{y} \quad (2.34)$$

sendo:

\tilde{L}^o : Lucro operacional antes das receitas e despesas financeiras;

τ : alíquota de imposto de renda para pessoa jurídica.

Tem-se, portanto, que o valor de uma empresa sem dívidas pode ser dado pelo valor presente de uma perpetuidade do lucro operacional ajustado pelo imposto.

Assumindo que o custo da dívida é a taxa livre de risco, o valor de uma empresa com dívidas pode ser considerado como igual ao seu valor sem dívidas mais o benefício fiscal do endividamento.

Segundo Copeland e Weston (1988), o valor de mercado dos títulos de dívida também pode ser determinado por uma perpetuidade, sendo $k_d D$ igual ao pagamento de juros perpétuo para os credores, de acordo com a seguinte equação:

$$B = \frac{k_d D}{k_b} \quad (2.35)$$

sendo:

B : o valor de mercado das dívidas;

k_d : a taxa de juros (contábil) paga pela dívida;

D : principal, ou valor de face, da dívida;

k_b : taxa de retorno ajustada ao risco, exigida pelo mercado no título de dívida.

O valor de uma empresa com dívidas pode ser considerado como a soma do valor da empresa sem dívidas, mais o benefício fiscal gerado pelo endividamento. Tem-se, portanto:

$$V^D = \frac{E(\tilde{L}^o)(1-\tau)}{y} + \frac{k_d D \tau}{k_b} \quad (2.36)$$

sendo:

V^D : o valor de uma empresa com dívidas.

O valor de uma empresa com dívidas, representado pela equação acima, pode ser definido como a perpetuidade do lucro operacional, menos o imposto τ , trazida a valor presente pela taxa de desconto y , equivalente a de uma empresa sem dívidas de mesmo risco, somada ao benefício fiscal do pagamento perpétuo de juros aos credores, trazido a valor presente pela taxa livre de risco exigida pelo mercado.

Modigliani e Miller (1958) apud Copeland e Weston (1988:443) afirmam que o valor de uma empresa sem dívidas será exatamente o mesmo de uma empresa com dívidas, desde que a alíquota de imposto seja igual a zero.

Tem-se que a estrutura de capital é irrelevante no valor da empresa:

$$V^D = V^S, \text{ desde que } \tau = 0 \quad (2.37)$$

Segundo Modigliani e Miller (1958:268), “O valor de mercado de qualquer empresa, independente de sua estrutura de capital, é dado pelo desconto do seu retorno esperado pela taxa apropriada a sua classe de risco”. A equação acima é conhecida como Proposição I de Modigliani e Miller (1958). Em um mundo sem impostos, o valor de uma empresa com dívida e sem dívida é o mesmo, desde que o mercado esteja em uma situação equilibrada de não arbitragem.

Modigliani e Miller (1958) apud Copeland e Weston (1988:444) afirmam que o governo subsidia o endividamento da empresa ao permitir a dedutibilidade do pagamento de juros no imposto de renda, o valor da empresa irá aumentar à medida que se tome mais endividamento, que atingirá o máximo se a empresa tiver 100% de endividamento.

Por outro lado, à medida que mais dívida é utilizada na estrutura de capital da empresa, há um aumento no custo de capital próprio, ou na taxa exigida pelo investidor de patrimônio, porque aumentar a alavancagem financeira, segundo Copeland e Weston (1988:450), implica em uma porção adicional de risco assumida pelo acionista, devido a um maior comprometimento com os credores e o fluxo de caixa residual, destinado à distribuição de dividendos, se torna mais volátil.

2.4.2. Custo de capital próprio

Assumindo as premissas de Modigliani e Miller (1958), o custo de endividamento pode ser representado pela taxa livre de risco. O custo de capital próprio é a taxa de retorno exigida pelo acionista ajustada ao risco de investimento em uma empresa.

A taxa de retorno de investimento em uma empresa dependerá de sua estrutura de capital, pois, com um maior endividamento, menor será o fluxo de caixa remanescente após o pagamento de juros aos credores, e menores as possibilidades de retorno no capital investido.

O custo de capital próprio, ajustado à estrutura meta de capital da empresa, pela interpretação de Modigliani e Miller (1958) apud Copeland e Weston (1988:449), pode ser determinado pela seguinte equação:

$$k_e = y + (1 - \tau)(y - k_b) \frac{B}{E} \quad (2.38)$$

sendo:

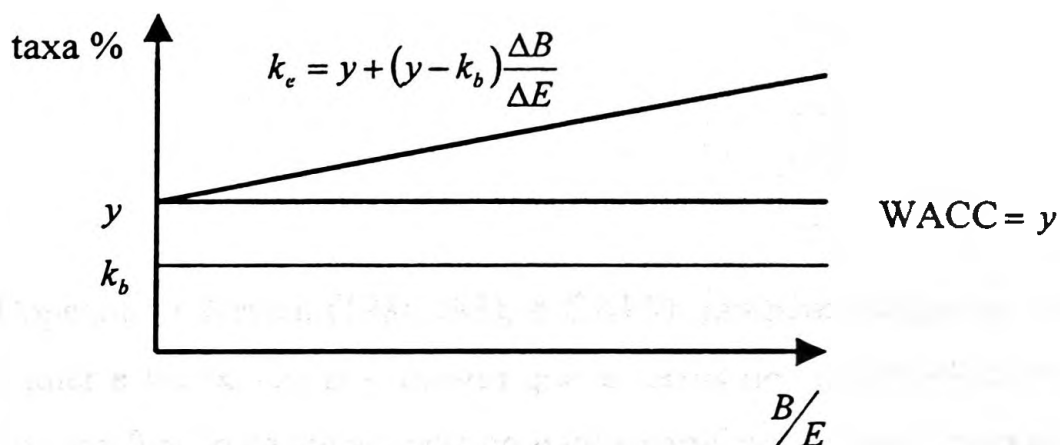
k_e : custo de capital próprio, ou a taxa de retorno exigida pelos investidores de patrimônio;

$\frac{B}{E}$: índice de endividamento, pela razão entre dívida e capital próprio.

De acordo com a equação acima, o custo de capital próprio tem uma relação linear com as mudanças do índice de endividamento. Se a empresa não possui nenhum endividamento, o custo de capital próprio da empresa será igual a y .

O custo ponderado de capital não se altera com mudanças na estrutura de capital, caso não haja imposto, como representado pela figura seguinte.

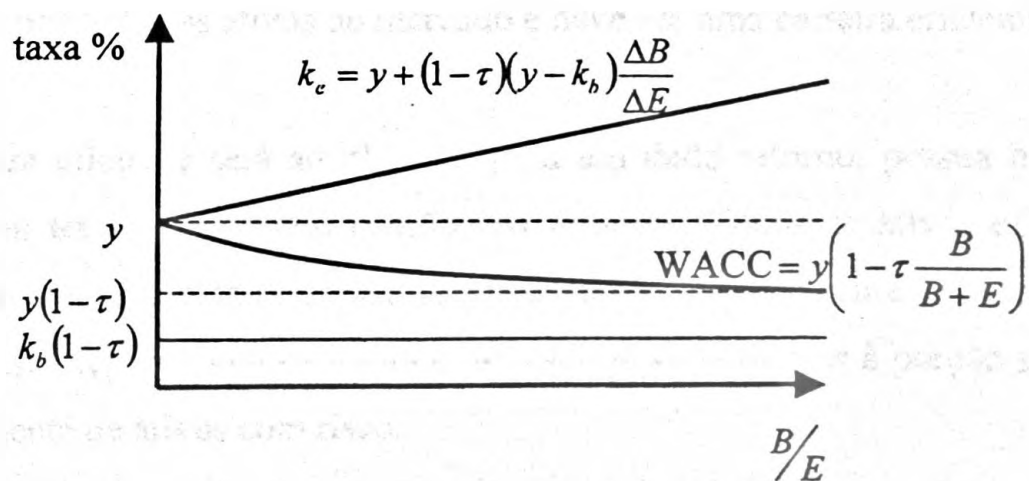
FIGURA 2.6 - CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL ASSUMINDO IMPOSTO IGUAL A ZERO.



FONTE: Copeland e Weston (1988:450).

Mas quando existem impostos, o custo de capital reduz à medida que é utilizada uma maior proporção de dívidas. Isso ocorre devido ao benefício fiscal de endividamento, representado pela seguinte figura.

FIGURA 2.7 - CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL ASSUMINDO IMPOSTO MAIOR DO QUE ZERO.



FONTE: Copeland e Weston (1988:450).

Em ambos os casos, representados pelas figuras anteriores, o custo de capital próprio aumenta à medida que há um aumento no índice de endividamento. O que é coerente com o fato de que, quanto maior o endividamento, maior o compromisso com os credores, o que acrescenta uma porção adicional de risco aos investidores de patrimônio, que passam a exigir uma maior taxa de retorno.

2.5. CAPM

Segundo Copeland e Weston (1988:193), o CAPM, também conhecido como modelo Sharpe, Lintner e Black - SLB -, mostra que as taxas de retorno de todos os ativos com risco são uma função da covariância com uma carteira teórica de mercado.

O CAPM tem suas origens na teoria de carteiras desenvolvida por Markowitz (1952). Segundo Securato (1996:213), o modelo surgiu como alternativa às matrizes de covariância entre os retornos dos ativos que compõem uma carteira. No lugar das covariâncias entre os ativos, a proposta do modelo era substituí-la pela covariância de cada ativo com um ativo que representasse a carteira de mercado, que atuaria como uma espécie de padrão para as comparações dos ativos.

Copeland e Weston (1988:196) afirmam que a carteira de mercado é uma carteira formada por todos os ativos do mercado e deve ser uma carteira eficiente.

A carteira eficiente será aquela que, para um dado retorno, possua o menor risco, medido em termos de desvio padrão dos retornos. Todos os ativos eficientes compõem uma região geométrica denominada como fronteira eficiente de Markowitz (1952). O ativo que representa a carteira de mercado deve pertencer à porção superior da fronteira eficiente de ativos com risco.

O CAPM supõe que os investidores possuam expectativas homogêneas com relação à preferência de um ativo com menor risco, dado um retorno, ou seja, sempre selecionarão carteiras eficientes que pertençam à fronteira, logo, o ativo que representa a carteira de mercado também deve ser eficiente e pertencer à fronteira.

De acordo com Copeland e Weston (1988:181), o retorno das carteiras que formam a fronteira eficiente pode ser dado pela seguinte equação:

$$E(\tilde{R}_p) = R_f + \frac{[E(\tilde{R}_m) - R_f]}{\sigma(\tilde{R}_m)} \sigma(\tilde{R}_p) \quad (2.39)$$

sendo:

\tilde{R}_p : retorno da carteira que pertence a fronteira eficiente;

\tilde{R}_m : retorno do ativo que representa a carteira de mercado;

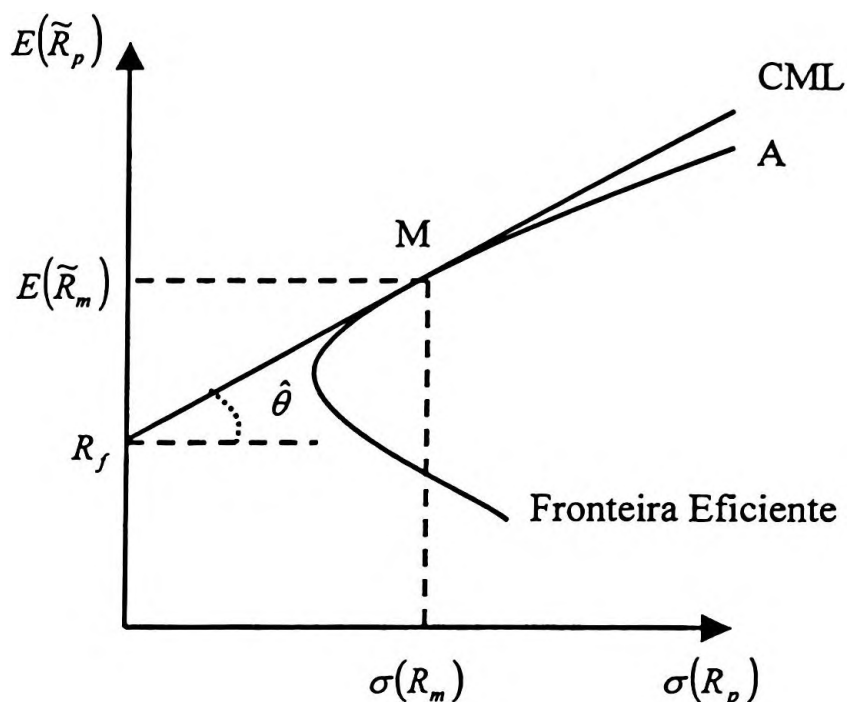
R_f : retorno do ativo livre de risco;

$\sigma(\tilde{R}_m)$: risco dado pelo desvio-padrão do retorno do ativo que representa a carteira de mercado.

A região geométrica formada pelas carteiras compostas pelo ativo livre de risco e pelo ativo que representa a carteira de mercado é a Linha de Mercado de Capital - CML⁶ - representada na seguinte figura.

⁶CML – é a sigla de *capital market line* que significa linha de mercado de capital na língua inglesa.

FIGURA 2.8 - LINHA DE MERCADO DE CAPITAL (CML).



FONTE: Copeland e Weston (1988:196).

Se o mercado estiver em situação de equilíbrio, ou seja, todos os investidores tiverem uma expectativa homogênea, e a demanda excedente por qualquer ativo de mercado seja igual a zero, de acordo com a proposição de Sharpe (1963), a inclinação da CML pode ser dada por:

$$\text{tag} \theta = \frac{E(\tilde{R}_i) - E(\tilde{R}_m)}{\frac{\sigma_{A,m} - \sigma^2(R_m)}{\sigma(R_m)}} \quad (2.40)$$

sendo:

$\sigma_{A,m}$: covariância entre os retornos de um ativo A e os retornos do ativo que representa a carteira de mercado;

$\sigma^2(R_m)$: variância do retorno do ativo que representa a carteira de mercado.

Utilizando a tangente de inclinação da CML, obtém-se a seguinte igualdade:

$$\frac{E(\tilde{R}_m) - R_f}{\sigma(R_m)} = \frac{E(\tilde{R}_i) - E(\tilde{R}_m)}{\frac{\sigma_{A,m} - \sigma^2(R_m)}{\sigma(R_m)}} \quad (2.41)$$

Isolando o retorno esperado do ativo, obtém-se a relação, mais conhecida como CAPM, no qual o retorno de qualquer ativo pode ser determinado pela soma do retorno do ativo livre de risco, com o prêmio de risco de mercado multiplicado pela correlação dos retornos e dividido pela variância do retorno da carteira de mercado, ou seja, pela quantidade de risco sistemático do ativo, denominado beta β :

$$E(\tilde{R}_i) = R_f + [E(\tilde{R}_m) - R_f] \frac{\sigma_{A,m}}{\sigma^2(R_m)} \quad (2.42)$$

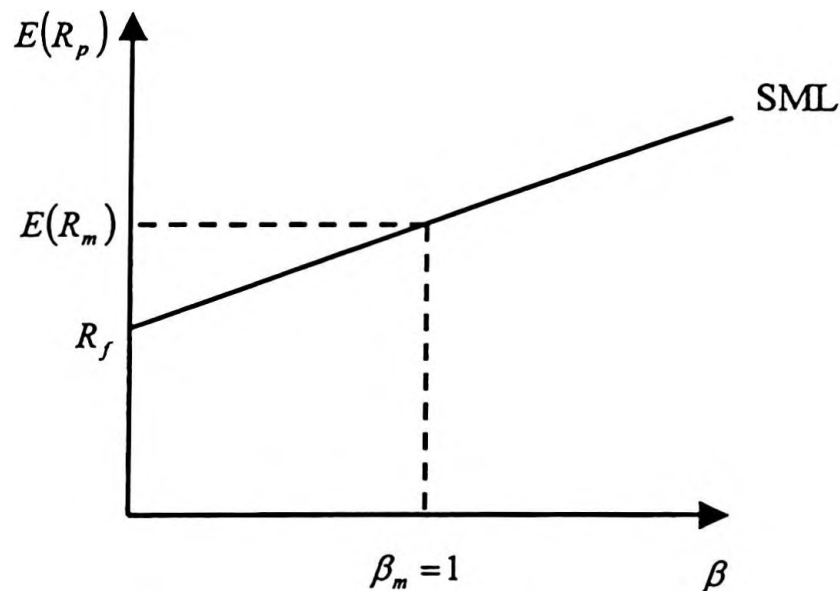
$$\beta = \frac{\sigma_{A,m}}{\sigma^2(R_m)} \quad (2.43)$$

Tem-se, portanto, que:

$$E(\tilde{R}_i) = R_f + [E(\tilde{R}_m) - R_f] \beta \quad (2.44)$$

A figura geométrica formada pela taxa de retorno exigida de qualquer ativo é a Linha de Mercado de Títulos - SML⁷ -, o ativo que representa a carteira de mercado possui beta igual a um e o ativo livre de risco possui beta igual a zero. A SML é representada pela seguinte figura:

FIGURA 2.9 - LINHA DE MERCADO DE TÍTULOS (SML).



FONTE: Copeland e Weston (1988:197).

Uma das propriedades do CAPM, segundo Copeland e Weston (1988:198), é que, em equilíbrio, todo ativo deve ter seu preço formado de maneira que sua taxa exigida de retorno ajustada ao risco esteja exatamente sobre a SML.

⁷ SML – sigla de *security market line* que significa linha de mercado de títulos na linha inglesa.

2.6. Comparando OPM, CAPM e Modigliani e Miller

A demonstração algébrica feita por Hsia (1981) prova a compatibilidade entre os teoremas de Modigliani e Miller, o OPM e o CAPM. A prova da compatibilidade das teorias tem como único intuito justificar, conceitualmente, a utilização do OPM para avaliação de empresas.

A abordagem que prova a consistência do OPM com o CAPM feita por Hsia (1981) apud Copeland e Weston (1988:466), inicia com a equação diferencial derivada de Black e Scholes (1973) e termina com o modelo de custo de capital próprio para empresa com endividamento proposto por Modigliani e Miller (1958).

2.7. Pressupostos Conceituais

A determinação de pressupostos conceituais não tem o intuito de negligenciar outras variáveis que possam influenciar o resultado da pesquisa, mas sim de evitar testes de hipóteses conjuntas, na tentativa de isolar o problema que se deseja testar estatisticamente. Segundo Marconi e Lakatos (2000:208), “...existem muitos conceitos globais que o investigador manipula e que se compõem de numerosos subconceitos ou variáveis componentes.”

2.7.1. Pressupostos dos modelos de formação de preços de ativos

As condições necessárias para a adoção dos modelos de formação de preços de ativos, segundo Copeland e Weston (1988:194), são as seguintes:

- a) Os investidores são indivíduos racionais, avessos ao risco que maximizam a utilidade esperada de sua riqueza;
- b) Investidores são formadores de preços e têm uma expectativa homogênea sobre o retorno dos ativos que têm uma distribuição normal conjunta;
- c) Existe um ativo livre de risco no qual os investidores podem se financiar ou investir em valores ilimitados pela taxa de juros livre de risco;
- d) Todos os ativos são negociáveis e perfeitamente divisíveis;
- e) Os mercados de ativos são livres de atrito e a informação é gratuita e simultaneamente disponível para todos os investidores;
- f) Não há imperfeições de mercado como impostos, normas, ou restrições em posições vendidas.

2.7.2. Pressuposto de eficiência de mercado

Outro pressuposto adotado no presente estudo é relacionado à eficiência do mercado com relação aos preços praticados pelos seus participantes. Quando o mercado não é eficiente, os preços de mercado das ações podem não representar o valor de mercado da empresa, caso existam condições de arbitragem causadas por assimetria de informações ou atritos decorrentes de custos de transação e tributação, ou até mesmo, problemas de falta de liquidez causados por desequilíbrios de oferta ou demanda.

Segundo Copeland e Weston (1988:352), em um mercado eficiente, os preços dos ativos refletem instantaneamente e totalmente toda a informação disponível, e a eficiência de mercado depende da habilidade dos arbitradores de reconhecerem que os preços estão fora da linha de equilíbrio, permitindo a realização de lucro ao trazê-los de volta a um preço de equilíbrio consistente com a informação disponível.

O teste de hipóteses conjuntas, com relação à eficiência de mercado de ações e o valor da empresa fornecido pelo OPM, pode gerar quatro situações distintas discriminadas no quadro 1.1.

É possível que o OPM seja uma representação correta do valor da empresa, mas os preços de mercado das ações não o sejam, por motivo de ineficiência de mercado, que é representado pela situação 2 no quadro 1.1.

QUADRO 2.3 - TESTE DE HIPÓTESE CONJUNTA DE EFICIÊNCIA DE MERCADO E OPM.

	Mercado acionário Eficiente	Mercado acionário não eficiente
OPM fornece corretamente o valor da empresa	Situação 1: O valor obtido pelo OPM é estatisticamente igual ao valor de mercado do total das ações.	Situação 2: O valor obtido pelo OPM é estatisticamente diferente do valor de mercado do total das ações.
OPM não fornece corretamente o valor da empresa	Situação 3: O valor obtido pelo OPM é estatisticamente diferente do valor de mercado do total das ações.	Situação 4: O valor obtido pelo OPM pode ser estatisticamente igual ou diferente do valor de mercado do total das ações.

Não está entre os objetivos do presente estudo investigar a eficiência do mercado ou a racionalidade dos participantes. Foi considerado como pressuposto que o preço de mercado das ações reflete todas as informações relevantes em relação à empresa, e conseqüentemente a soma dos preços de todas as ações negociadas representa o valor de mercado da empresa, ou seja, o valor de propriedade do acionista. Pode-se considerar, portanto, que apenas as situações 1 e 3, no quadro 1.1, sejam relevantes ao presente estudo.

No capítulo seguinte será apresentado o modelo de opções utilizado para a determinação do valor da empresa com base no modelo de Black e Scholes (1973), considerando o valor de uma empresa igual ao preço de uma opção de compra européia que tem como preço de exercício o valor de face de suas dívidas.

Capítulo 3 - OPM e Volatilidade Setorial de Ativos

3.1. Introdução

O Modelo de Apreçamento de Opções - OPM - surge como alternativa aos processos tradicionais de avaliação, ainda pouco utilizado na prática, devido à dificuldade de obtenção das estimativas das variáveis de entrada do modelo, como a volatilidade dos ativos.

Neste capítulo será feita uma descrição dos procedimentos adotados na técnica de avaliação de empresas pelo modelo de opção.

Em seguida, neste capítulo, serão estudados os parâmetros para a aplicação da fórmula de Black e Scholes (1973) na prática, e as técnicas utilizadas para a estimativa do parâmetro principal, a volatilidade dos ativos.

3.2. OPM segundo Black e Scholes

Black e Scholes, (1973:639) além de serem os primeiros a fornecer uma fórmula fechada para determinar o valor de uma opção de compra do tipo europeu, foram também os primeiros a abordar o valor de uma empresa com dívidas como análogo a uma opção de compra, assumindo as seguintes premissas:

- a) Assumiam que a empresa possui apenas duas fontes de recursos, capital próprio e dívidas;

- b) A dívida seria equivalente a um título sem cupons, ou seja, com apenas pagamento de principal e juros no vencimento, que possui valor de face D e prazo t .
- c) 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;
- d) A empresa não paga dividendos e não distribui capital até o vencimento da dívida;
- e) Não há custos na falência (ex. despesas judiciais e advocatícias) e os credores são os primeiros a participar da partilha da massa falida (antes dos funcionários e do fisco);
- f) O valor dos ativos é o ativo subjacente da opção;
- g) O vencimento da opção é o vencimento das dívidas;
- h) O preço de exercício é o valor de face das dívidas;
- i) O valor da empresa é igual ao prêmio da opção de compra.

O modelo de avaliação por opções considera que o valor de propriedade da empresa é equivalente ao preço de uma opção de compra, assumindo que o acionista tem o direito de ter sua empresa falida, caso o valor dos ativos da empresa sejam insuficientes para honrar o valor de face das dívidas no vencimento.

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 e lhes restará apenas a partilha da massa falida.

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

$$c_T = \text{MAX}[0, A - D] \quad (3.1)$$

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 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 que o credor está comprado nos ativos da empresa, porém, 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 3.1 - 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 da opção de compra.	0	$-(A - D)$
Total posição credor	A	$A - A + D = D$
Total posição credor + acionista	$0 + A = A$	$A - D + D = A$

NOTA: adaptado de Copeland e Weston (1988:249).

Em sua abordagem, Black e Sholes (1973:649) utilizaram o exemplo de uma empresa na qual os ativos eram ações de uma outra empresa, ou seja, a empresa não possuía ativos operacionais ou outros bens de capital. Isso foi feito para possibilitar a obtenção da variância dos ativos de forma direta, que deveria ser a variância do retorno das ações da outra empresa.

Na empresa de Black e Scholes (1973), o preço de exercício da opção era o valor de face dos títulos de dívida, que eram do tipo sem cupons com vencimento em 10 anos. Assumiam que, no vencimento da dívida, a empresa venderia seus ativos, que são ações da outra empresa, pagaria os credores e o saldo remanescente, se houvesse algum, deveria ser distribuído aos acionistas sob forma de dividendos.

Uma alteração na estrutura de capital, com aumento no valor de face da dívida, aumentaria a probabilidade de falência da empresa, e reduziria o valor de mercado da dívida. A política de dividendos também influencia o valor das ações e da dívida, pois o pagamento de dividendos favorece os acionistas em detrimento dos credores.

A equação fechada de Black e Scholes (1973), quando adaptada para determinação do valor da empresa, ficaria da seguinte maneira:

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

$$d_1 = \frac{\ln \frac{A_0}{X} + \Delta t \left(R_f + \frac{1}{2} \sigma^2 \right)}{\sigma \sqrt{\Delta t}} \quad (3.2)$$

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

sendo:

$N(d_1)$: função densidade de probabilidade acumulada da variável padronizada d_1 ;

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.

3.3. Avaliação de Empresas pelo Modelo de Hsia

A analogia proposta por Black e Scholes (1973), para determinação do valor da empresa, poderia apresentar algumas dificuldades na sua utilização para fins empíricos, de acordo com Hsia (1991), principalmente quanto à determinação da data de vencimento e preço de exercício da opção. De acordo com Hsia (1991:281), “embora o OPM tenha sido extensivamente testado e aplicado na área de investimentos, muito pouco trabalho foi feito para aplicá-lo na área de administração financeira”, em outras palavras, o OPM é mais estudado para aplicação no mercado financeiro do que na gestão corporativa de valor.

Acredita-se que a dificuldade encontrada na utilização do OPM para fins corporativos esteja na estimativa da volatilidade dos ativos. Uma das alternativas existentes para solucionar esse problema é a volatilidade setorial dos ativos, sugerida no presente estudo.

Em artigo publicado em 1991, Hsia discutiu a aplicação prática do modelo de Black e Scholes (1973) procurando adequá-lo às condições reais de uma empresa. O trabalho publicado por Hsia (1991), apesar de ser uma abordagem apenas teórica, foi fundamental para aplicação do modelo à realidade das empresas.

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

No presente estudo, será adotado o processo inverso ao feito por Hsia (1991). Nesta abordagem, tem-se o intuito de obter o valor da empresa, partindo de sua estrutura de capital.

Em seu trabalho teórico, Hsia (1991:282) menciona a dificuldade de estimar a volatilidade dos ativos, no seguinte trecho:

“Há também problemas associados a estimativa de σ , o desvio-padrão instantâneo dos retornos da firma por unidade de tempo. Mesmo se o desvio padrão dos retornos das ações e dos títulos de dívida podem ser separadamente estimados, não é claro como a covariância entre os retornos das ações e o os títulos de dívida com diferentes prazos de vencimento pode ser estimada.”

Hsia (1991:284) sugere a obtenção do custo de capital partindo do valor de mercado da empresa, de onde extrai a estimativa da volatilidade de forma endógena, através de um cálculo de interação.

Hsia (1991) aponta as seguintes dificuldades para a adequação do OPM à prática:

- a) **Data de vencimento da opção:** deveria ser, de acordo com a analogia de Black e Scholes (1973), uma dívida de um único vencimento. Porém, muito poucas empresas emitem títulos sem pagamentos de cupom e cada empresa possui uma carteira de dívidas com vários vencimentos distintos, ou seja, não há um vencimento fixo;
- b) **Preço de exercício da opção:** o OPM sugere um único valor fixo para o vencimento das dívidas, porém a empresa possui várias dívidas com valores de face distintos;
- c) **Volatilidade dos ativos:** de acordo com a analogia proposta por Black e Scholes (1973) deve ser o desvio-padrão instantâneo dos retornos dos ativos da empresa. Existe uma grande dificuldade para se obter o

retorno histórico dos ativos, principalmente nos casos em que as empresas estão iniciando suas atividades.

Nos tópicos seguintes serão discutidas as soluções propostas por Hsia (1991) para a solução dos problemas encontrados na adaptação do OPM à prática de avaliação de empresas.

3.3.2. 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. Premissa adotada também nos processos de avaliação por fluxo de caixa descontado, que utilizam o *WACC* como estimativa de taxa de desconto.

Partindo dessa premissa, Hsia (1991) assume que os encargos anuais correspondentes ao serviço da dívida poderiam ser tratados como análogos ao pagamento de cupom de um título perpétuo. Hsia (1991:283) utilizou o conceito de perpetuidade desenvolvido por Gordon (1962) para determinar o preço de exercício descontado da opção e o conceito de *duration*⁸ de Macauley (1938) para determinar o prazo até a data de vencimento.

Supondo que a duração de um título sem cupons, segundo Macauley (1938), é igual ao seu prazo até o vencimento, tem-se a seguinte igualdade:

⁸ *Duration* – significado de duração na língua inglesa.

$$D^* = t \quad (3.3)$$

sendo:

D^* : duração do título;

t : prazo até o vencimento do título.

O serviço da dívida pago em cada exercício pode ser considerado como os juros pagos mais o principal, menos as novas dívidas contraídas, resultando na seguinte equação:

$$S_{D_t} = J_t - (B_t - B_{t-1}) \quad (3.4)$$

sendo:

S_{D_t} : serviço da dívida no exercício t ;

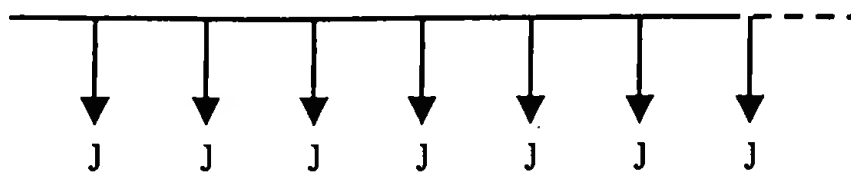
$(B_t - B_{t-1})$: variação no montante da dívida estrutural.

Considerando, de acordo com Hsia (1991), que no longo prazo a dívida estrutural permanece a mesma, tem-se, portanto, que no infinito, a amortização da dívida pode ser considerada igual a zero:

$$B_t - B_{t-1} = \Delta B_t = 0, \text{ com } t \rightarrow \infty \quad (3.5)$$

O serviço anual da dívida, supondo $\Delta B_t = 0$, é igual ao pagamento de juros sem amortização. De acordo com a analogia proposta por Hsia (1991) o pagamento de serviço da dívida seria representado pela seguinte figura:

FIGURA 3.1 - PAGAMENTO PERPÉTUO DE JUROS



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:

$$B = \frac{J}{K_b} \quad (3.6)$$

sendo:

J : pagamento de juros análogo a um título perpétuo;

B : valor estrutural de dívida;

K_b : custo de endividamento.

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:

$$D^* = \frac{1}{K_b} \quad (3.7)$$

3.3.3. Preço de exercício da opção

Neste item será abordado o método de obtenção do preço de exercício da opção de compra, de acordo com o trabalho feito por Hsia (1991). Hsia 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.

É possível obter um título sintético equivalente à carteira dada, porém, de acordo com Securato et al (2003), “naturalmente existem críticas à metodologia em função da forma de cálculo da *duration* e do próprio conceito de equivalência (do título sintético)”.

O valor do título proposto por Hsia (1991) é o preço de exercício da opção obtido através do valor futuro da dívida estrutural, tem-se a equação proposta pelo critério de taxas contínuas:

$$X = Be^{K_b \frac{1}{K_b}} \quad (3.8)$$

sendo:

X : preço de exercício da opção.

Neste estudo será utilizada a proposta de Hsia (1991) adaptada ao critério de taxas discretas, como na equação seguinte:

$$X = B(1 + K_b)^{\frac{1}{K_b}} \quad (3.9)$$

Outro problema, encontrado por Hsia (1991:281) para a aplicação prática do OPM, foi a estimativa da volatilidade dos ativos, dada pelo desvio-padrão instantâneo dos retornos do ativo subjacente por unidade de tempo. O próximo item aborda a estimativa da volatilidade.

3.3.4. Volatilidade dos ativos

Black e Scholes, em seu artigo de 1973, utilizam uma empresa hipotética como exemplo para aplicação do OPM, na qual os ativos eram ações de uma outra empresa, nesse caso, a volatilidade dos ativos poderia ser estimada como o desvio-padrão dos retornos das ações da outra empresa.

Os ativos das empresas que possuem atividade operacional são formados por ativos reais ligados a sua atividade produtiva, inviabilizando a aplicação direta do exemplo de Black e Scholes (1973).

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.

Segundo Gastineau (1979:213), a volatilidade dos ativos, como a expectativa do desvio-padrão instantâneo pode ser obtida através dos seguintes métodos:

- Volatilidade histórica dada pelo desvio-padrão de vários períodos;
- Estimativa pessoal de provável volatilidade futura;

- Volatilidade implícita em opções, assumindo o valor do ativo subjacente e o valor do prêmio da opção;

Grava (1999), em sua abordagem teórica sobre avaliação de bancos pelo OPM, utiliza as definições do sistema de informações Bloomberg para a volatilidade:

“A volatilidade histórica não é uma previsão da volatilidade futura. Somente quantifica o nível de volatilidade que tem sido observado em um específico período de tempo usando medidas estatísticas padrões. ... A volatilidade implícita é a previsão do mercado da volatilidade esperada e é indiretamente calculada de preços atuais de opções usando um modelo de apreçamento de opção como o Black e Scholes ou o binomial. Na essência, é a previsão do mercado para a volatilidade do ativo subjacente durante a vida remanescente da opção”.

Porém, em seu trabalho, Grava (1991) sugere um ajuste na volatilidade das ações, que será utilizado na estimativa da volatilidade dos ativos.

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

No presente estudo a volatilidade das ações não é utilizada como estimativa para a volatilidade dos ativos, e sim a volatilidade dos ativos, obtida de forma implícita. A volatilidade implícita dos ativos será abordada na próxima seção deste capítulo.

3.4. Volatilidade Implícita Setorial de Ativos

Segundo Chriss (1997:328), “uma opção sobre o mesmo ativo subjacente com um preço de exercício ou vencimento diferente deve ter a mesma volatilidade implícita”.

Em artigo, Hsia (1991) sugere a utilização da volatilidade, obtida de forma endógena a partir do valor de mercado da empresa, e utiliza a volatilidade para a determinação do custo de capital dessa empresa. Neste estudo, o método utilizado para a obtenção da volatilidade será similar ao sugerido por Hsia (1991), porém a volatilidade será usada para determinar o valor da empresa.

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

A sugestão para 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:

$$\sigma_{S^*} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_N}{N} \quad (3.10)$$

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, deverá ser obtida a partir dos outros parâmetros de entrada do modelo de Black e Scholes (1973), descritos a seguir:

$$\sigma(c, A_0, X, \Delta t, R_f) \quad (3.11)$$

sendo:

X : preço de exercício da opção, dado pelo valor total das dívidas;

Δt : prazo até o vencimento da opção;

A_0 : valor total dos ativos no instante zero;

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

σ : volatilidade implícita dos ativos.

A alternativa utilizada para a obtenção da volatilidade implícita é o método de cálculo de interação, que consiste em aplicar, segundo Chriss (1997), “uma mesma

técnica para responder um problema diversas vezes até chegar ao resultado desejado”, alterando o valor das variáveis do modelo.

O método de interação sugerido por Chriss (1997:336) é o de Newton-Raphson⁹. O procedimento tem início com uma estimativa de valor para a volatilidade, com a qual se calcula o prêmio da opção. Novos valores são estimados centenas de vezes até que se obtenha o valor desejado para o prêmio da opção.

De posse da volatilidade setorial é possível estimar o valor da empresa pelo OPM, como será visto nas seções seguintes.

3.4.1. Estimando a volatilidade para uma empresa de capital fechado

Quando se inicia um processo de avaliação de uma empresa de capital fechado, que não possui ações cotadas em bolsa, usualmente o avaliador encontra algumas dificuldades para a projeção de fluxos de caixa, por diversas razões:

- A empresa está iniciando as atividades;
- A empresa possui pouca, ou simplesmente não possui, informação gerencial histórica relevante, como receitas e custos fixos e variáveis;
- O processo de avaliação está sendo realizado por uma entidade externa à empresa e não possui acesso às informações da empresa;

⁹ Será utilizada a ferramenta de interação do Solver[®] do MS Excel 2002[®] para os procedimentos de interação deste estudo.

- A empresa está passando por processo judicial e deseja “maquiar” ou “esconder” informações relevantes para a projeção dos fluxos de caixa;
- Ou quando o método de avaliação por fluxo de caixa descontado é um processo muito dispendioso para ser realizado recorrentemente pela administração financeira da empresa.

Em algumas situações a empresa não poderá fornecer informações para uma projeção efetiva dos fluxos de caixa, comprometendo a utilização deste método.

Nessas situações, e em muitas outras, a sugestão do presente estudo é realizar o processo de avaliação pelo método das opções, o OPM, pois menos informações são necessárias, menos premissas precisam ser assumidas e o resultado pode ser satisfatório.

Para a adoção do modelo, é necessário estimar a volatilidade dos ativos da empresa de capital fechado. A sugestão para estimativa da volatilidade é a volatilidade implícita setorial de ativos, como descrita no tópico anterior.

Os passos que podem ser tomados para a estimativa da volatilidade são os seguintes:

- a) Selecionar empresas de capital aberto que possuam ações cotadas em bolsa, que atuam no mesmo setor da empresa de capital fechado que se queira avaliar, ou seja, que possuam a mesma atividade operacional;
- b) Calcular o valor de mercado dessas empresas, com base no total de ações emitidas e na cotação das ações;

- c) Com base no valor de mercado e nas informações contábeis, obter a volatilidade implícita dos ativos de cada uma das empresas de capital aberto, utilizando um método de interação;
- d) Obter a volatilidade implícita setorial dos ativos, pela média das volatilidades;
- e) Calcular o valor da empresa de capital fechado pelo OPM com a volatilidade implícita setorial dos ativos.

3.5. Valor de Mercado da Empresa

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

Porém, são necessários alguns ajustes quanto à 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 de acordo com a seguinte equação:

$$V_j = P_{p,j}(Q_{p,j} - Q_{p(l),j}) + P_{o,j}(Q_{o,j} - Q_{o(l),j}) + Q_{s,j} \frac{(P_{p,j} + P_{o,j})}{2} \quad (4.1)$$

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

Para determinar o valor de uma empresa pelo OPM, sendo ela de capital aberto ou fechado, a volatilidade dos ativos é uma variável necessária, mas outras

variáveis de entrada do modelo também precisam ser estimadas. Depois de estimar as variáveis, é possível a aplicação da equação de Black e Scholes (1973:644). O preço da opção de compra fornecido pela equação será o valor da empresa.

A seguir são descritas as variáveis necessárias para obtenção do valor da empresa pelo OPM e sugestões de maneiras para estimar essas variáveis, de acordo com o método adotado nos testes estatísticos realizados neste estudo.

Algumas das estimativas adotadas para as variáveis podem ser discutíveis. No capítulo seguinte são apontadas algumas das limitações que cada uma dessas estimativas podem causar nos resultados do modelo.

As estimativas de variáveis de entrada do OPM são as seguintes:

- a) **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. Uma alternativa a esse valor, que poderia fornecer melhores resultados, é o valor de mercado de todos os ativos da empresa;
- b) **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.
- c) **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, na maioria dos casos, representadas em termos de percentual da taxa média do Certificado de Depósito Interfinanceiro - CDI.

Para determinação do custo de endividamento, foi utilizada a taxa do DI para o prazo de 30 dias corridos, expressa na curva de juros dos contratos de futuro de DI divulgados pela BM&F, através da seguinte equação:

$$K_b = \frac{10000}{P_1} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{(n-n_1)}{(n_2-n_1)}} - 1 \quad (4.3)$$

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;

Para a obtenção do custo de endividamento a taxa calculada do Futuro de DI foi multiplicada pelo percentual de CDI obtida das emissões passadas de debêntures, e acrescentado o deságio médio da emissão, quando fosse necessário.

- d) **Tempo até o vencimento da opção:** utilizando a proposta de Hsia (1991:283), pode ser calculado pelo inverso do custo de endividamento.
- e) **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;
- f) **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.

De posse das estimativas das variáveis, resta apenas a aplicação do OPM e obtenção do valor da empresa.

No último tópico deste capítulo é sugerido um coeficiente de ajuste para a volatilidade, quando necessário, para empresas que possuam quantidade de risco setorial diferente das outras empresas do setor.

3.6.2. Coeficiente de volatilidade setorial

Algumas empresas avaliadas podem possuir volatilidade de ativos diferente de outras do mesmo setor. Essa diferença pode ocorrer devido ao tamanho dos ativos da empresa que se está avaliando, ou devido a proporções diferentes de ativos circulantes e permanentes em relação às outras empresas.

Quando uma empresa de capital fechado estiver sendo avaliada, é possível que a sua composição de ativos seja diferente das outras empresas do mesmo setor.

Neste 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, sejam diferentes.

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

$$\sigma_A = \lambda \sigma_S \quad (3.12)$$

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 a do setor na qual ela atua.

O método sugerido, no presente estudo, para a estimativa do valor do coeficiente λ não é útil em aplicações práticas. O procedimento adotado para a estimativa do coeficiente λ tem aplicabilidade para verificação estatística de

hipóteses. O problema da aplicabilidade prática do coeficiente λ será abordado nas considerações finais do presente estudo.

O método sugerido para a determinação do coeficiente de volatilidade setorial é por meio de cálculo de interação, minimizando o valor do somatório dos erros entre os valores da empresa obtidos pelo OPM e seu valor de mercado. Tendo λ como variável a ser definida pelo processo de interação, minimizando o erro do OPM. O erro a ser minimizado é representado pela seguinte equação:

$$S_E = \sum_{i=1}^n (V_{OPM,i} - V_{M,i})^2 \quad (3.13)$$

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.

Nas considerações finais desta dissertação o coeficiente λ é abordado novamente e são feitas algumas sugestões para sua estimativa aplicável à prática.

Capítulo 4 - Metodologia de Pesquisa

4.1. Direcionamento da Pesquisa

Dentre os objetivos do presente estudo está a proposta de um método para avaliação de empresas de capital fechado que não possuam ações cotadas em bolsa de valores, com base no modelo de apreçamento de opções proposto por Black e Scholes (1973).

O problema enfrentado para a aplicação do modelo é a estimativa do valor para a volatilidade dos ativos da empresa. É sugerida uma solução para o problema, através da volatilidade obtida a partir de empresas que atuam no mesmo setor da empresa de capital fechado que se queira avaliar.

Para a realização dos testes, foi selecionado um grupo de empresas de capital aberto, com ações cotadas em bolsa, que pertencem a um mesmo setor de atividade econômica, para a obtenção das estimativas dos parâmetros necessários para aplicação do modelo.

Deste conjunto de empresas, uma delas é 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 setorial de ativos, através de processo de interação.

Com base na volatilidade média diária obtida das empresas do setor, é possível aplicar o modelo de Black e Scholes (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. O mesmo procedimento é adotado para as outras empresas do conjunto, ou seja, uma de cada vez é selecionada para fazer papel de empresa de capital fechado, e todo o processo se repete.

Esses procedimentos geram dois conjuntos de amostras. Os conjuntos de amostras gerados são os seguintes:

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

Na seção seguinte são apresentadas as hipóteses da pesquisa, com base nas duas amostras geradas.

4.2. Hipóteses da Pesquisa

A elaboração e verificação de hipóteses têm o intuito de tirar conclusões sobre a amostra e de inferir sobre a população a qual se refere:

H_0 (hipótese nula): não existe relação entre o valor de mercado da empresa e o valor obtido pelo OPM através da volatilidade setorial dos ativos no prazo determinado na amostra.

H_1 (hipótese alternativa 1): existe relação entre o valor de mercado da empresa e o valor obtido pelo OPM através da volatilidade setorial, ademais os valores são iguais.

H_2 (hipótese alternativa 2): existe relação entre o valor de mercado da empresa e o valor obtido pelo OPM através da volatilidade, porém os valores não são iguais, necessitando de ajuste quanto à quantidade de risco representada pela volatilidade.

4.3. Tratamento Estatístico e Análise de Dados

O intuito dos testes estatísticos é a verificação das hipóteses formuladas. Os testes sugeridos neste tópico servirão para comparar a amostra de valores obtidos pelo OPM, com a amostra de valores de mercado da empresa, em várias datas consecutivas em um intervalo de tempo determinado.

O teste estatístico será do tipo t para duas amostras, as quais possuem dados emparelhados, ordenados de forma temporal, com variância da população desconhecida e acredita-se serem relacionadas. Segundo Cooper e Schindler (2003:404), “os testes com duas amostras relacionadas dizem respeito às situações nas quais pessoas, objetos ou fatos são extremamente emparelhados, ou os fenômenos são mensurados duas vezes”.

Wonacott e Wonacott (1981:193) sugerem o uso do teste estatístico t quando as amostras são relacionadas e emparelhadas, nas quais as variâncias populacionais são desconhecidas.

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.

O teste t para duas amostras relacionadas é utilizado quando existe uma característica em comum pela qual podem-se comparar duas amostras, é útil quando existe correlação significativa entres os valores observados nas duas amostras, o que faz com que a dispersão dos dados seja menor do que em amostras independentes. De acordo com Pestana e Gageiro (2000:160), “no teste para amostras emparelhadas compara-se com o valor zero a média das diferenças entre os pares das observações de duas variáveis”.

A descrição do teste para amostras emparelhadas, sugerida por Pestana e Gageiro (2000:174), é feita no tópico seguinte.

4.3.1. Teste t para amostras emparelhadas

O intuito deste teste é verificar, a partir das duas amostras, se a média das diferenças entre os valores da população, representada por μ_D , é estatisticamente igual a zero, se isso ocorrer, pode-se inferir que os valores da variável independente são iguais aos valores da variável dependente.

Para usar a distribuição normal em testes de média de populações, é necessário conhecer a média e o desvio-padrão das populações testadas. O uso do teste t é aconselhável, segundo Norusis (1998:197), nos casos em que a amostra vem de uma população de média conhecida, porém de desvio-padrão desconhecido.

Nas amostras de valor de mercado e valor pelo OPM da empresa, o desvio-padrão das diferenças é estimado, e não conhecido, por isso o uso do teste t se justifica.

A diferença das observações das duas amostras pode ser dada pela seguinte equação:

$$D = X_{1,i} - X_{2,i} \quad (4.1)$$

A média das diferenças, representada por \bar{D} , será obtida pela seguinte equação:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (4.2)$$

E a variância das diferenças obtida por:

$$S_D^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1} \quad (4.3)$$

O t crítico possui $n-1$ graus de liberdade e o nível de significância considerado $\gamma = 5\%$, ou seja, será feito um teste bicaudal com um nível de confiança igual a 95%. O t observado será dado por:

$$t_o = \frac{\bar{D} - \mu_D}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}} \quad (4.4)$$

O teste t de probabilidade será feito para verificar a relação entre o t observado e o t crítico, não se rejeitando a hipótese nula desde que:

$$|t_o| \leq |t_{\gamma, g.l.}| \quad (4.5)$$

sendo:

$t_{\gamma, g.l.}$: t crítico.

Substituindo o valor de t observado na equação anterior, tem-se que a probabilidade da média amostral ser igual à média da população dada por:

$$\text{probabilidade} \left[-t_{\gamma, g.l.} \leq \frac{\bar{D} - \mu_D}{\frac{S_D}{\sqrt{n}}} \leq t_{\gamma, g.l.} \right] = 1 - \gamma \quad (4.6)$$

Rearranjando os termos e considerando a média da população igual a zero, tem-se o teste de probabilidade t , para as diferenças das duas amostras, representado por:

$$\text{probabilidade} \left[\bar{D} - \frac{S_D}{\sqrt{n}} t_{\gamma, g.l.} \leq 0 \leq \bar{D} + \frac{S_D}{\sqrt{n}} t_{\gamma, g.l.} \right] = 1 - \gamma \quad (4.7)$$

As hipóteses nula e alternativa do teste t são:

- H_0 : a média das diferenças entre as populações é igual a zero;
- H_a : a média das diferenças entre as populações não é igual a zero.

Em não se rejeitando a hipótese nula, pode-se inferir que os valores populacionais das duas variáveis são iguais.

4.4. Definição Teórica e Operacional das Variáveis

O valor de uma empresa no dia do vencimento de sua dívida, supondo que toda a dívida da empresa tenha vencimento em um mesmo dia, será o valor dos ativos da empresa como um todo, menos o valor de face da dívida, análogo a uma opção de compra do tipo europeu.

A variável independente a ser analisada será o valor da empresa a partir do modelo de apreçamento de opções proposto por Black e Scholes (1973), e a variável dependente a ser explicada será o valor de mercado da empresa, representado pela soma do preço de todas as ações emitidas pela empresa, menos as ações em tesouraria.

A obtenção do valor da empresa pelo OPM depende das variáveis de entrada. O método utilizado para determinação dos valores das variáveis de entrada do modelo será o mesmo proposto por Hsia (1991:283); este será obtido a partir da volatilidade implícita setorial de ativos.

4.5. População, Amostra e Coleta de Dados

A amostra observada no presente estudo pertence à população das companhias abertas não financeiras com ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo - BOVESPA que pertençam ao setor econômico de energia elétrica. As observações foram realizadas durante o período de 2 de janeiro a 27 de agosto de 2003.

A escolha desta população, neste período, pode ser justificada por:

- As empresas de capital aberto com ações negociadas em bolsa possuem a obrigação, de acordo com as normas da Comissão de Valores Mobiliários - CVM -, de publicar o Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultados, que são fontes de dados para o presente estudo;
- O período analisado é marcado por relativa estabilidade das taxas de juros de curto prazo, em relação a anos anteriores;
- Não foi selecionado um período anterior a este, pois a transição do governo federal, ocorrida antes do período, poderia ter afetado o preço das ações e conseqüentemente, o valor de mercado das empresas.
- Um total de 163 dias úteis, no período, pode fornecer um número de observações suficiente para os graus de liberdade dos testes estatísticos de média;
- Não houve critério de seleção do setor econômico, a escolha foi feita pelo pesquisador.

As ações foram segmentadas pelo setor de atividade econômica, de acordo com a classificação da Comissão de Valores Mobiliários – CVM (2003).

A amostra é composta pelas empresas, que pertençam ao setor de energia elétrica, que compõem o Índice da Bolsa de Valores de São Paulo - IBOVESPA - do dia 29 de agosto de 2003. Este índice é constituído pelas ações mais negociadas no mercado à vista, e, portanto, que apresentam maior liquidez.

Não foram selecionadas todas as companhias abertas com ações negociadas em bolsa, pelo fato de que as ações que têm liquidez muito baixa, segundo Silveira (2002:75), possuem menor probabilidade de que suas cotações representem o valor de mercado.

TABELA 4.1 - EMPRESAS QUE CONSTITUEM A AMOSTRA

AÇÃO	SETOR DE ATIVIDADE ECONÔMICA	RAZÃO SOCIAL
Celesc PNB	Energia Elétrica	Centrais Elet de Santa Catarina S.A.
Cemig ON	Energia Elétrica	Cia Energética de Minas Gerais – Cemig
Cesp PN	Energia Elétrica	Cesp - Cia Energetica de Sao Paulo
Copel PNB	Energia Elétrica	Cia Paranaense de Energia – Copel
Eletrobrás ON	Energia Elétrica	Centrais Elet Brás S.A. – Eletrobrás
Eletropaulo Metrolo PN	Energia Elétrica	Eletropaulo Metropolitana El.S.Paulo S.A
Light ON	Energia Elétrica	Light Serviços De Eletricidade S.A.
Tractebel ON	Energia Elétrica	Tractebel Energia S.A.
Transmissao Paulist PN	Energia Elétrica	Cia.de Transm.de En.Elétrica Paulista

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

4.5.1. Coleta de dados

Os dados foram obtidos, para a pesquisa, a partir de fontes secundárias. As fontes são as seguintes:

- a) Balanços Patrimoniais trimestrais obtidos pelo sistema Economática Ltda.;
- b) Valores de emissões de debêntures feitas pelas empresas que compõem a amostra ainda não vencidas, através das informações publicadas pela Comissão de Valores Mobiliários - CVM (2003);
- c) Valores diários das taxas de caderneta de poupança obtidos pela Agência Estado (2003);

- d) Curvas de juros diárias obtidas a partir dos Preços Unitários (PU) de ajuste dos contratos futuros de DI divulgados no Boletim Diário da Bolsa de Mercadorias e Futuros - BM&F (2003);
- e) Valores diários de fechamento das cotações de ações de empresas negociadas na BOVESPA, obtidos através do sistema Economatica Ltda.

4.6. Limitações da Pesquisa

O modelo de determinação do valor da empresa pelo OPM é contestável, devido as suas restrições. Além disso, quando adaptado à realidade brasileira, outras divergências podem ocorrer decorrentes da adequação dos dados disponíveis que melhor representem as variáveis de entrada do modelo.

4.6.1. Premissas do modelo de Black e Scholes

Um ponto de discussão relevante em relação ao modelo de Black e Scholes (1973) é quanto à volatilidade constante proposta pelo modelo. Segundo Hull (1998), a volatilidade estocástica, ou seja, que se altera com o tempo, pode causar um viés de preço na opção. Quando a correlação entre a volatilidade e o preço do ativo subjacente for positiva, o modelo tende a estabelecer preço inferior para opções de compra fora do dinheiro e superior para as opções de venda fora do dinheiro. Hull e White (1987) apud Hull (1998:554) consideram um modelo alternativo ao de Black e Scholes (1973) com volatilidade estocástica que não depende do preço do ativo subjacente.

4.6.2. Taxa de juros livre de risco

A taxa da caderneta de poupança talvez possa ser uma representação condizente com a conceituação teórica de uma taxa pura de juros, por ter baixa correlação com o mercado e desvio-padrão de retornos desprezível, de acordo com Silveira, Barros e Famá (2003:12), porém, a oscilação na taxa utilizada no modelo, pode distorcer ou enviesar os resultados obtidos. Além disso, a condição de taxa livre de risco é que todos os participantes possam se financiar e aplicar por essa taxa, o que não é realidade para a taxa da caderneta de poupança.

4.6.3. Informações contábeis

Os demonstrativos contábeis divulgados pelas empresas de capital aberto com ações negociadas em bolsa podem não representar os reais números da empresa, principalmente no que se trata de valor de ativos. Além disso, o modelo sugere o valor de mercado dos ativos e das dívidas onerosas, sendo o valor contábil apenas uma aproximação para o valor de mercado.

4.6.4. Valor de mercado das ações

O OPM tem como premissa a eficiência do mercado, esta que exige que os preços das ações reflitam instantaneamente e totalmente toda a informação relevante disponível. Copeland e Weston (1988:362) questionam a eficiência do preço das ações: “mas qual informação é realmente relevante? E com que rapidez os preços das ações realmente refletem todas as informações disponíveis?”. Os preços das ações sofrem ainda o efeito de eventos que ocorrem fora do mercado brasileiro de ações, mas que podem distorcer os preços. Sendo que, os efeitos provocados por esses eventos, não são refletidos pelos demonstrativos financeiros da empresa instantaneamente,

podendo provocar uma baixa correlação entre os preços de mercado e os preços obtidos pelo OPM.

4.6.5. Prazo de vencimento da opção

O modelo adotado assume que o momento de falência da empresa é o vencimento do seu endividamento, caso o valor de mercado de seus ativos seja inferior ao valor de face de suas dívidas, o que precipitaria imediata liquidação de seus ativos, a pedido dos credores.

Galai, Raviv e Wiener (2003:5) consideram que o processo de liquidação da empresa ocorre em um tempo determinado. Esse processo ocorre quando a empresa já não possui mais crédito para novos endividamentos, mas seus ativos ainda possuem capacidade operacional, é o que chamam de “relógio de falência”, que dependerá tanto do tempo, como da proporção da queda do valor de mercado dos ativos.

O modelo adotado para o presente estudo corre o risco de ser conservador ao considerar que a empresa entra em processo de liquidação imediatamente após o vencimento da dívida, caso o valor dos seus ativos seja inferior ao de face do endividamento.

Capítulo 5 - Análise dos Resultados

Neste capítulo é feita a análise dos resultados empíricos realizados através de testes estatísticos. O intuito dos testes é comparar o valor de mercado das empresas que compõem a amostra e o valor dessas empresas obtido a partir do OPM. A realização de testes tem o objetivo de verificar as hipóteses elaboradas e inferir generalizações sobre a população na qual a amostra foi observada.

A análise feita neste capítulo pode ser dividida em quatro etapas distintas:

- Cálculo do valor de mercado das empresas que compõem a amostra;
- Cálculo da volatilidade implícita setorial de ativos;
- Cálculo do valor da empresa pelo OPM;
- Testes estatísticos de igualdade de médias.

5.1. Empresas do Setor de Energia Elétrica que Atuam no Brasil

As empresas do setor de energia elétrica, que compuseram a amostra do presente estudo, são as contidas no IBOVESPA do dia 29 de agosto de 2003, e estão disponíveis na seguinte tabela:

TABELA 5.1 - EMPRESAS QUE COMPÕEM O SETOR DE ENERGIA DO IBOVESPA - 2003

AÇÃO	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)

5.1.1. Valor de mercado das empresas

O valor de mercado das empresas foi obtido através da quantidade de ações emitidas pelas empresas, multiplicada pela cotação diária de fechamento das ações. A quantidade de ações foi ajustada em relação a novas subscrições, bonificações e ações em tesouraria.

Através do sistema de informação Económica Ltda., foram obtidas as cotações diárias de fechamento das ações ordinárias e preferenciais durante o período de 1º de janeiro a 27 de agosto de 2003, totalizando 163 observações para cada ação.

Algumas empresas possuem mais de um tipo de ação preferencial (ex.: tipo A ou B), nesses casos, foi selecionado o tipo de ação preferencial que apresentava maior liquidez. A liquidez da ação foi determinada pelo último volume transacionado em bolsa.

Para os dias em que não houve negociação em bolsa da ação da empresa, foi considerado, no lugar, o último preço de fechamento obtido de pregão anterior.

A quantidade de ações subscritas ou bonificadas foi estimada pela diferença da quantidade de ações calculadas pelo sistema de informações Economática Ltda. e a quantidade divulgada nos balanços trimestrais das empresas. Em alguns casos não foi possível identificar a subscrição quanto ao tipo da ação, preferencial ou ordinária, nesses casos foi feita uma média simples das cotações.

O valor de mercado de todas as empresas que compõem a amostra encontra-se em tabela anexa.

5.1.2. Taxa livre de risco

A taxa livre de risco considerada no presente estudo foi a taxa da caderneta de poupança, por apresentar correlação insignificante com o mercado e variância desprezível.

As taxas de caderneta de poupança, utilizadas neste estudo como estimativa da taxa livre de risco, são apresentadas na seguinte tabela:

TABELA 5.2 - TAXAS EM PERCENTUAL MENSAL DA CADERNETA DE POUPANÇA - 2003

Dia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
1	0,8627	0,9902	0,9137	0,8801	0,9205	0,9673	0,9187	1,0492
2	0,8560	0,9936	0,9137	0,9195	0,8755	0,9488	0,9695	1,0441
3	0,8051	0,9222	0,9137	0,9689	0,8703	0,9553	0,9740	0,9759
4	0,8668	0,9305	0,8571	1,0183	0,8428	1,0035	0,9787	0,9433
5	0,8032	0,9762	0,8055	1,0482	0,7949	1,0599	0,9782	0,9415
6	0,7708	1,0211	0,8040	1,0415	0,8349	1,0721	0,9199	0,9881
7	0,7737	1,0209	0,8010	0,9951	0,8767	1,0667	0,8743	1,0219
8	0,8121	1,0157	0,8100	0,9851	0,8905	1,0190	0,9233	1,0478
9	0,8536	0,9532	0,8100	1,0363	0,8862	0,9666	0,9655	1,0159
10	0,8496	0,9074	0,8193	1,0767	0,8606	0,9734	0,9755	0,9909
11	0,8796	0,9206	0,8156	1,0670	0,8309	1,0230	0,9892	0,9360
12	0,8354	0,9653	0,8274	1,0712	0,7821	1,0710	0,9625	0,9356
13	0,7795	1,0144	0,8301	1,0380	0,8314	1,0785	0,9213	0,9818
14	0,7893	1,0127	0,8399	0,9768	0,8820	1,0652	0,8699	1,0278
15	0,8401	1,0183	0,8399	0,9797	0,8765	1,0146	0,9188	1,0331
16	0,8929	0,9649	0,8399	1,0301	0,8888	0,9893	0,9649	1,0144
17	0,8559	0,9199	0,8300	1,0848	0,8687	0,9809	0,9855	0,9437
18	0,8999	0,9228	0,8495	1,0765	0,8300	1,0210	0,9593	0,9175
19	0,8793	0,9675	0,8318	1,0315	0,8300	1,0608	0,9438	0,9102
20	0,8228	1,0057	0,8482	0,9834	0,8687	1,0251	0,9284	0,9544
21	0,8280	1,0267	0,8490	0,9180	0,9175	1,0173	0,9059	1,0007
22	0,8720	1,0332	0,8419	0,8837	0,9663	0,9636	0,9432	1,0011
23	0,9105	0,9695	0,8419	0,9233	0,9744	0,9242	1,0065	0,9817
24	0,9093	0,9269	0,8349	0,9790	0,9841	0,9291	1,0184	0,9470
25	0,9185	0,9254	0,8395	0,9582	0,9387	0,9790	1,0146	0,9099
26	0,9307	0,9707	0,8224	0,9772	0,8893	1,0244	1,0097	0,9156
27	0,8873	1,0157	0,8449	0,9507	0,9296	1,0338	0,9500	0,9595
28	0,8910	1,0103	0,8361	0,8853	0,9806	1,0248	0,9046	0,9988

FONTE: Agência Estado (2003).

5.1.3. Custo de endividamento

Foram utilizadas, como estimativa do custo de endividamento setorial, as taxas das emissões de debêntures feitas pelas empresas que compunham o setor de energia elétrica, através de média ponderada pelo montante de emissão.

As emissões de debêntures, em sua maioria são feitas em percentual de CDI mais uma taxa de deságio do título. O custo de endividamento setorial foi calculado

com base na média ponderada dos percentuais de CDI e das taxas médias de deságio das emissões.

Na seguinte tabela constam emissões de debêntures indexadas ao CDI, que ainda estão vigentes, de empresas do setor de energia elétrica:

TABELA 5.3 - 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: Comissão de Valores Mobiliários - 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.

Em seguida, a taxa do DI foi multiplicada pelo percentual médio das emissões de debênture do setor de energia elétrica e adicionada à taxa média de deságio.

Com base nas taxas de custo de endividamento é possível calcular o prazo até o vencimento das opções que representam o valor das empresas do setor de energia elétrica, conforme descrito no tópico seguinte.

5.1.4. Vencimento da opção

Segundo o modelo de Hsia (1991:283), o vencimento da opção pode ser obtido pelo inverso da taxa de custo de endividamento. Pode-se concluir, portanto, 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.

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 5.4 - CUSTO DE ENDIVIDAMENTO E PRAZO ATÉ O VENCIMENTO DAS OPÇÕES DAS EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA - 2003

DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES	DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES	DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES	DATA	CUSTO END. 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
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

DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES	DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES	DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES	DATA	CUSTO END. TAXA MENSAL	PRAZO MESES
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			

5.1.5. Preço de exercício

O preço de exercício das opções, de acordo com o modelo de Hsia (1991), é o valor da dívida estrutural, capitalizado pela taxa que representa o custo de endividamento, até o vencimento da opção.

O valor utilizado no presente estudo, como estimativa da dívida estrutural, é o valor contábil do passivo total da empresa, descontado o montante referente ao patrimônio líquido. O valor contábil utilizado foi o divulgado trimestralmente no balanço patrimonial das empresas do setor de energia elétrica.

5.1.6. Volatilidade implícita média do setor de energia elétrica

Utilizando a taxa livre de risco, o valor de mercado da empresa, o vencimento da opção, o preço de exercício da opção e o valor contábil dos ativos, é possível calcular a volatilidade implícita das empresas.

A volatilidade implícita foi calculada diariamente para cada uma das empresas do setor de energia elétrica, pelo método de interação proposto por Chriss (1997:336).

Para se obter a volatilidade setorial dos ativos, foi calculada a média aritmética simples das volatilidades das empresas que compõem o setor.

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 se realizar os testes estatísticos, uma empresa de cada vez foi selecionada e avaliada pelo OPM.

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

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 5.5 - MÉDIA DA VOLATILIDADE IMPLÍCITA DE 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%		

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

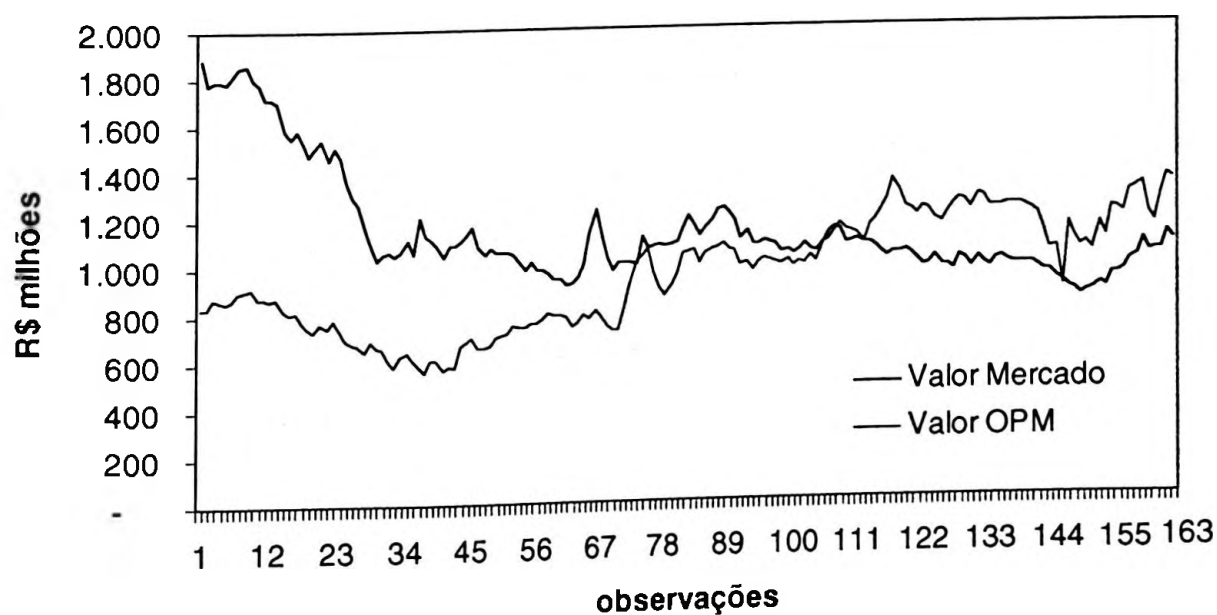
5.1.7. Valor da empresa com a volatilidade implícita

Utilizando a volatilidade implícita setorial de ativos 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, aplicando a equação da Black e Scholes (1973).

A tabela com os valores pelo OPM de todas as empresas do setor de energia elétrica encontra-se em anexo.

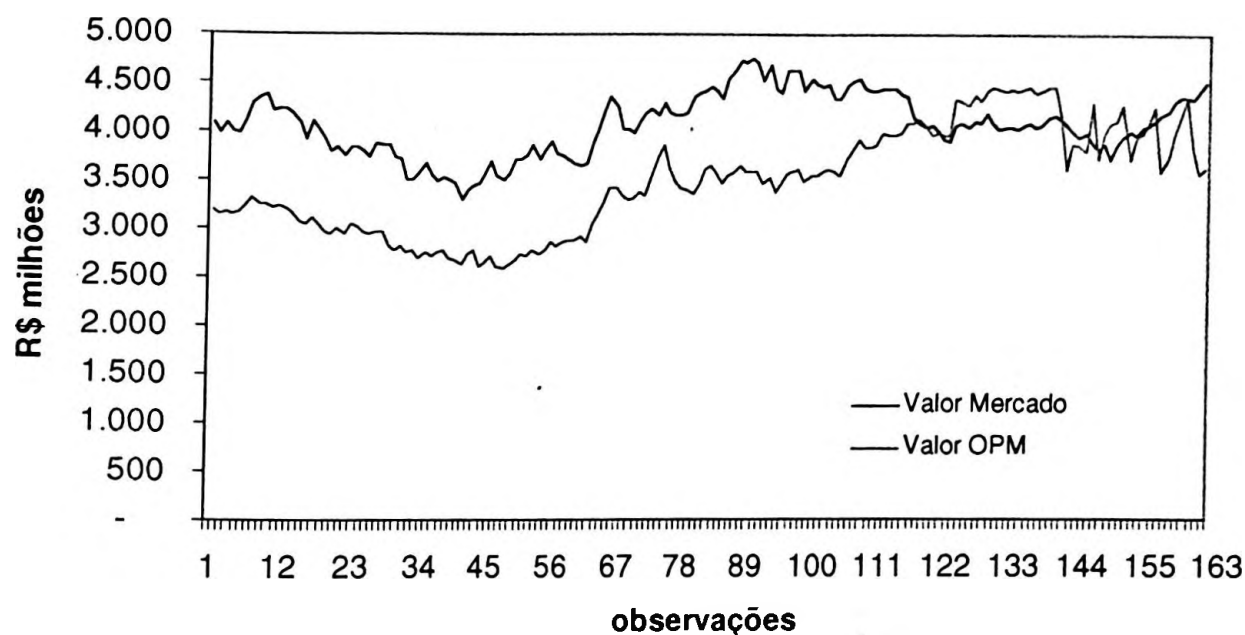
O gráfico representado na figura seguinte contém os valores diários de mercado e os valores obtidos pelo OPM da empresa Light Serviços de Eletricidade S.A.- Light:

FIGURA 5.1 - VALOR DE MERCADO E PELO OPM PARA A EMPRESA LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A. - 2003



A próxima figura contém os valores diários de mercado e os valores obtidos pelo OPM da Cia. Energética de Minas Gerais:

FIGURA 5.2 - VALOR DE MERCADO E PELO OPM PARA A EMPRESA CEMIG - 2003



5.1.8. Testes estatísticos de igualdade de médias

Foi realizado o teste t para amostras emparelhadas para verificação de igualdade de média entre as duas populações com base na amostra dos valores das empresas obtidos pelo OPM, com a volatilidade implícita setorial de ativos e a amostra dos valores de mercado das empresas.

Como as amostras possuem mais de 30 observações cada, de acordo com Pestana e Gageiro (2000:129), não há necessidade do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

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

- H_0 : a média das diferenças entre os valores de mercado da empresa e valores pelo OPM é igual a zero;
- H_a : a média das diferenças entre os valores de mercado da empresa e 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.

No resultado do teste t para a empresa Light, o nível de significância é inferior a 0,05, ou seja, pode-se rejeitar, com 95% de confiança, a hipótese de que, nessa amostra, os valores de mercado são iguais aos valores obtidos pelo OPM para a empresa Light.

Ou seja, rejeita-se a hipótese de igualdade a zero das diferenças emparelhadas das duas amostras. O quadro a seguir contém os resultados do teste:

QUADRO 5.1 - RESULTADO DO TESTE T DE IGUALDADE DOS VALORES DE MERCADO E OPM PARA A EMPRESA LIGHT

Teste t para amostras emparelhadas						
Diferença Emparelhada				t	graus de liberdade	Nível de significância
Média	Desvio Padrão	Intervalo de confiança de 95% para a Diferença				
		Inferior	Superior			
180.733.861	367.797.401	123.846.020	237.621.702	6,2737	162	0,000

O t observado do teste das diferenças para a empresa Light foi calculado da seguinte maneira:

$$t_o = \frac{180733861 - 0}{\frac{367797461}{\sqrt{163}}} = 6,2737 \quad (5.1)$$

O *t crítico*, $t_{0,05,192} = 1,9747$, logo deve-se rejeitar a igualdade das médias, pois:

$$|t_o| > 1,9747 \quad (5.2)$$

Da mesma maneira que o teste *t* foi realizado para a empresa Light, foi feito também para as outras empresas do setor de energia elétrica, todos com 162 graus de liberdade e 5% de nível de significância. Na tabela seguinte estão os resultados dos testes de todas as empresas que compõem o setor:

TABELA 5.6 - TESTE T DE AMOSTRAS EMPARELHADAS PARA O SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL - 2003

Empresa	Média	Desvio-padrão	t 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

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 do valor de mercado das empresas e o valor obtido pelo OPM foi rejeitada.

5.1.8.1. 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, devido à composição de seus ativos.

Para compensar a diferença da quantidade de volatilidade entre as empresas, é sugerida, no presente estudo, a utilização de um coeficiente de ponderação para a volatilidade, representado por λ . A volatilidade da empresa, portanto, pode ser obtida em termos da volatilidade do setor, de acordo com a seguinte equação:

$$\sigma_A = \lambda \sigma_S \quad (5.3)$$

sendo:

σ_A : volatilidade dos ativos da empresa;

σ_S : volatilidade implícita setorial de ativos;

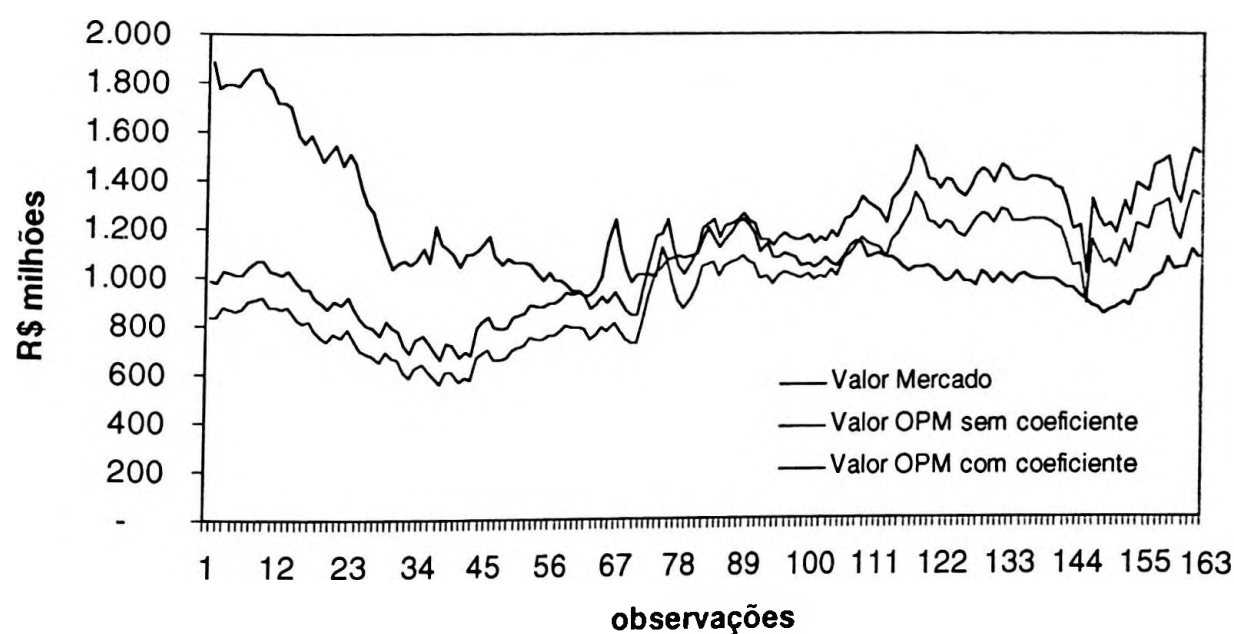
λ : coeficiente de volatilidade setorial.

O método sugerido neste estudo, para a determinação do λ , é de maneira endógena, por processo de cálculo de interação, minimizando o erro quadrático das diferenças entre o valor de mercado e o valor da empresa obtido pelo OPM.

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

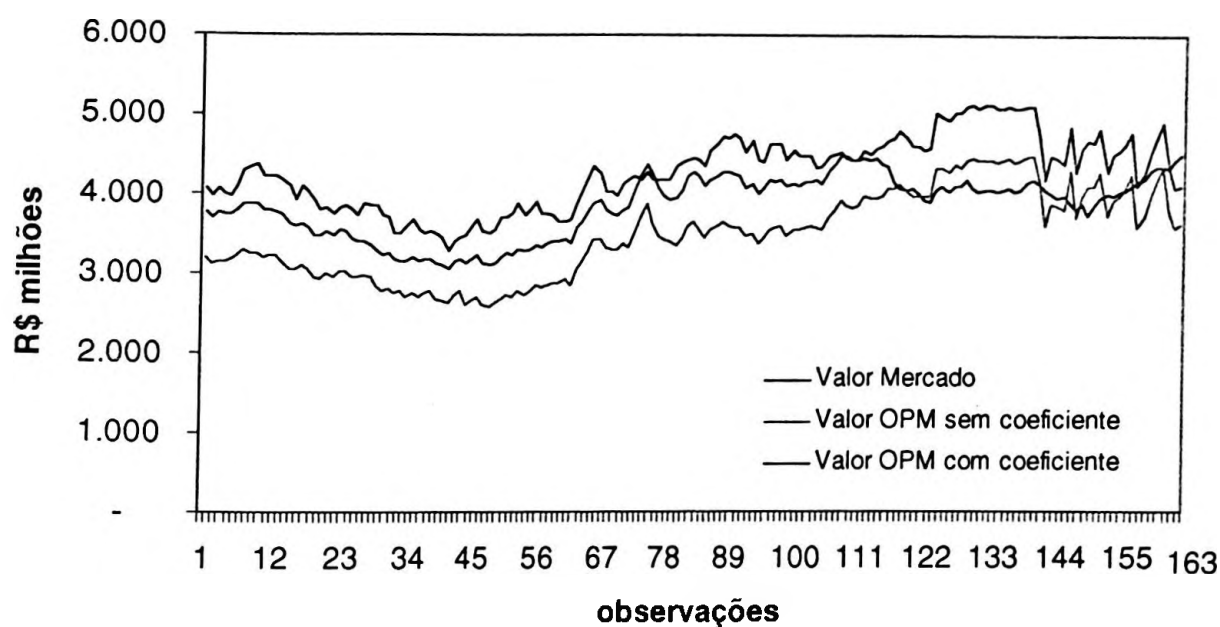
A presença do coeficiente λ provoca um deslocamento paralelo na curva que representa o valor da empresa pelo OPM, aproximando-se da curva do valor de mercado. Na figura seguinte podem-se verificar os novos valores pelo OPM para a empresa Light:

FIGURA 5.3 - VALOR PELO OPM APÓS A INTRODUÇÃO DO COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL E VALOR DE MERCADO DA EMPRESA LIGHT - 2003



No gráfico que contém os valores da empresa Cemig também é possível identificar o deslocamento paralelo da curva que representa os valores da empresa pelo OPM, na seguinte figura:

FIGURA 5.4 - VALOR PELO OPM APÓS A INTRODUÇÃO DO COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL E VALOR DE MERCADO DA EMPRESA CEMIG - 2003



Com base nos valores para a empresa Light pelo OPM com a introdução do coeficiente de volatilidade setorial, os testes *t* de igualdade de médias para amostras emparelhadas foram realizados novamente. Porém, desta vez, a hipótese nula de igualdade de médias não foi rejeitada, como pode ser verificado no seguinte quadro:

QUADRO 5.2 - RESULTADO DO TESTE *T* DE IGUALDADE DOS VALORES DE MERCADO E OPM PARA A EMPRESA LIGHT COM O COEFICIENTE DE VOLATILIDADE SETORIAL

Teste <i>t</i> para amostras emparelhadas						
Diferença Emparelhada				T	graus de liberdade	Nível de significância
Média	Desvio Padrão	Intervalo de confiança de 95% para a Diferença				
		Inferior	Superior			
33.525.471	381.141.904	-25.426.386	92.477.328	1,1230	162	0,263

NOTA: resultados obtidos pelo sistema SPSS 9.0.

Da mesma forma que os testes t foram realizados para a empresa Light, foram novamente realizados, com 95% de nível de confiança e 162 graus de liberdade, para as outras empresas do setor. O resultado foi que, em um número maior de empresas, não houve rejeição da hipótese nula de igualdade de médias.

O seguinte quadro contém os resultados dos testes t para igualdade de médias para amostras emparelhadas das empresas do setor de energia elétrica que atuam no Brasil.

TABELA 5.7 - 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

NOTA: resultados obtidos pelo sistema SPSS 9.0.

Capítulo 6 - Considerações Finais

Uma das aplicações do modelo de apreçamento de opções proposto por Black e Scholes (1973) - OPM - é a avaliação de empresas. O modelo considera o valor da empresa igual ao preço de uma opção de compra, sendo o valor de vencimento das dívidas da empresas equivalente ao preço de exercício da opção.

Um dos objetivos do presente estudo é sugerir um método para a estimativa da volatilidade de ativos, através da média da volatilidade de ativos, obtida a partir de empresas de capital a aberto, que atuam no mesmo setor de atividade econômica da empresa que se queira avaliar, denominada volatilidade implícita setorial de ativos.

O outro objetivo da pesquisa é verificar estatisticamente se os valores obtidos para as empresas, através do OPM, são iguais aos valores de mercado dessas empresas.

Para isso, foram coletadas informações de empresas cotadas em bolsa do setor de energia elétrica, que atuam no Brasil. O valor de cada empresa da amostra foi calculado com base no OPM, e comparado estatisticamente com o seu respectivo valor de mercado, através do teste t para amostras emparelhadas.

Os teste foram realizados em duas etapas. Na primeira etapa, o resultado dos testes foi que em apenas uma, das seis empresas do setor de energia elétrica analisadas, não se pode rejeitar, com 95% de confiança e 162 graus de liberdade, a hipótese de que a diferença entre as populações dos valores pelo OPM e de mercado da empresa, seja igual a zero. Os resultados da primeira etapa de testes indicaram que há uma baixa relação do valor de mercado, com o valor das empresas obtido pelo OPM.

Analisando as volatilidades geradas por cada empresa, pôde-se verificar que existe diferença, em relação à de volatilidade de ativos, entre as empresas que compõem o setor. Assumindo que a volatilidade entre as empresas seja 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.

Após a introdução do coeficiente de volatilidade setorial λ houve um aumento no número de empresas nas quais o resultado do teste t foi de não rejeição da hipótese nula. Antes da introdução do coeficiente de volatilidade, o resultado de não rejeição, foi na proporção de apenas uma empresa em seis, após a introdução do coeficiente, a proporção aumenta para quatro empresas em seis.

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, com a utilização de um coeficiente de ajuste da volatilidade setorial de ativos.

A principal hipótese nula do presente estudo considera que não existe relação entre o valor de mercado e valor da empresa obtido pelo OPM. Os resultados dos testes estatísticos indicam a rejeição dessa hipótese e sugerem a não rejeição da hipótese alternativa 2, que considera que existe relação entre o valor de mercado da empresa e o valor obtido pelo OPM através da volatilidade implícita setorial de ativos, porém com a necessidade de ajuste na quantidade de risco setorial representada pela volatilidade.

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 cálculo de interação, utilizando o valor de mercado da empresa, informação que provavelmente estaria indisponível para a empresas de capital fechado.

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

Outros estudos podem ser desenvolvidos para a verificação da relação existente entre o valor obtido pelo OPM com o valor de mercado da empresa, das seguintes maneiras:

- Utilizando empresas de outros setores da economia;
- Utilizando um horizonte de tempo diferente ou maior do que o utilizado nesta pesquisa;
- Realizando outros testes estatísticos para a verificação das hipóteses;
- Alterando as estimativas das variáveis de entrada do modelo de Black e Scholes (1973), por exemplo, substituindo a taxa da caderneta de poupança por outra estimativa da taxa livre de risco;
- Realizando o estudo para outros países que tenham maior liquidez no mercado de ações.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que o modelo de avaliação de empresas através do apreamento opções, utilizando a volatilidade implícita setorial de ativos, não é apenas um modelo conceitual, e sua utilização prática produz resultados satisfatórios na estimativa do valor de mercado de empresas.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA ESTADO, A. Taxas históricas da caderneta de poupança. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/>> acesso em 15 de set. 2003.
- BERNSTEIN, P. L. *Desafio aos deuses: a fascinante história do risco*, Tradução: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy*, v. 81, 1973.
- BOVESPA. Histórico da BOVESPA. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/historp.htm>> 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: Luciana de Oliveira da Rocha. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V., *Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Tradução: Maria José Cyhlar, Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COPELAND, T. E.; KOLLER T.; MURRIN J. *Avaliação de empresas – 'valuation': calculando e gerenciando o valor das empresas*. Tradução: Allan Vidigal Hastings, 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.
- 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.
- DAMODARAN, A. *A Face Oculta da Avaliação*. Tradução: Allan Vidigal Hastings. 1. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.
- FAMÁ, R.; LEITE E.C. O modelo de avaliação de empresas de Edwards-Bell-Ohlson (EBO) – aspectos práticos e teóricos. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 6., 2003, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2003.

- GALAI, D; RAVIV, A; WIENER, Z. Liquidation triggers and the valuation of equity and debt. *Hebrew University*, Apr. 2003.
- GASTINEAU, G. L. *The options manual*, 3. ed., New York: McGraw-Hill, 1979.
- GRAVA, J. W. *Avaliação de instituições financeiras através da analogia com opções de compra: uma análise exploratória*. São Paulo, 1999. 82 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Departamento de Administração, Universidade de São Paulo.
- HSIA, C.C. Coherence of the moderns theories of finance, *Financial Review*, p. 27-42, Winter, 1981.
- HSIA, C.C. Estimating a firm's cost of capital: an option pricing approach. *Journal of Business Finance & Accounting*, v. 18, Jan. 1991.
- HULL, J.C. *Opções, futuros e outros derivativos*. Tradução: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 3. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1998.
- HULL, J.C.; WHITE, A. The pricing of options on assets with stochastic volatilities. *Journal of Finance*, n. 42, p 281-300, Jun. 1987.
- ITÔ, K. On stochastic differential equations. *American Mathematical Society*, p. 1-51, 1951.
- 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.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia Científica*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, v. 7, n. 1., 1952.
- MARTINS, G.A. Manual para elaboração de monografias e dissertações. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. *The American Economic Review*, v. 48, n. 3, June 1958.
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H.. Dividend policy, growth, and the valuation of shares. *Journal of Business*, v. 34, n. 4, p. 411-433, 1961
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. Corporate income taxes and the cost of capital: a correction. *The American Economic Review*, v. 53, n. 3, June 1963.

- NORUSIS, M. *SPSS 8.0 Guide to data analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.
- OLIVEIRA, R. F. *A avaliação de bancos para fusões e aquisições: métodos tradicionais x teoria das opções reais*. Belo Horizonte, 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais.
- OHLSON, J. Residual income valuation: the problems. *Working Paper*, Stern School of Business, University of New York, 2000.
- PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. 2. ed., Lisboa: Sílabo, 2000.
- PRISMAN, E.Z. *Pricing derivative securities: an interactive dynamic environment with maple V and Matlab*. San Diego: Academic Press, 2000.
- RUBINSTEIN, M.E. A mean-variance synthesis of corporate financial Theory. *Journal of Finance*, p. 167-181, Mar. 1973.
- SECURATO, J. R. *Decisões Financeiras em Condições de Risco*. São Paulo: Atlas, 1996.
- SECURATO, J. R. *Um modelo para quantificar o risco de crédito*. São Paulo, 2000. 122 f. Tese (Livre Docência em Administração de Empresas) – Departamento de Administração, Universidade de São Paulo.
- SECURATO, J. R. et al. *Cálculo financeiro das tesourarias: bancos e empresas*. 2.ed., São Paulo: Saint Paul, 2003.
- SHARPE, W. F. A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*, p. 277-293, Jan. 1963.
- SILVEIRA, A.D.M. *Governança corporativa, desempenho e valor da empresa no Brasil*. São Paulo, 2002. 165 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Departamento de Administração, Universidade de São Paulo.
- SILVEIRA, H.P.; BARROS, L.A.; FAMÁ, R. Aspectos da teoria de portfolio 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.
- WILMOTT, P. *Derivatives: the theory and practice of financial engineering*. Chichester: John Wiley, 1998.

WONACOTT, T.H.; WONACOTT, R.J. *Estatística aplicada à economia e à administração*. Tradução: Alfredo Alves de Faria. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1981.

Bibliografia Complementar

BLACK, F. Beta and return. *The Journal of Portfolio Management*, Fall, 1993.

DAMODARAN, A. *Corporate finance: theory and practice*. 2. ed. New York: John Wiley, 2001.

DIMSON, E.; MUSSAVIAN, M. Three centuries of asset pricing. *Journal of Banking & Finance*, v. 23, p. 1745-1769, 1999.

DUBOFSKY, D. A. *Options and financial futures: valuation and uses*. New York: McGraw-Hill, 1992.

FULLER R.J.; HSIA C.C. A simplified common stock valuation model. *Financial Analysts Journal*, p. 49-55, Sep.-Oct., 1984.

GORDON, M. J. *The Investment, Financing, and Valuation of the Corporation*. Irwin, 1962.

HALEY, C.W; SCHALL L.D. *The Theory of Financial Decisions*. New York: McGraw-Hill, 1973.

HAMADA, R.S. Portfolio Analysis, Market Equilibrium, and corporation finance. *Journal of Finance*, p. 13-31, Mar., 1969.

HAUGEN, R. A. *The New Finance: The Case Against Efficient Markets*, 2. ed., Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall, 1999.

HULL, J.C.; WHITE, A. An analysis of the bias in option pricing caused by a stochastic volatility, *Advances in Futures and Options Research*, n. 3, p. 27-61, 1998.

MYERS, S. C. Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, n. 5, p. 145-75, Nov. 1977.

MOORE, W. T. *Real options and option-embedded securities*. New York: John Wiley, 2001.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, v. 19, n. 3, 1964.

STIGLITZ, J. E. A re-examination of the Modigliani-Miller Theorem, *American Economic Review*, p. 784-793, Dec. 1969.

TRIGEORGIS, L. *Real options in capital investment models, strategies and applications*. Westport: Praeger, 1995.

**ANEXO 1 - TABELA DE VALOR DE MERCADO DAS EMPRESAS QUE
COMPÕEM A AMOSTRA (EM MILHÕES DE REAIS)**

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Copel	Eletrobras	Eletropaulo Metropo	Light	Tractebel	Transmissao Paulista
2-jan	456,9	4.084,8	639,0	2.419,1	12.449,5	693,8	1.885,5	1.940,8	790,6
3-jan	461,6	3.985,2	648,1	2.344,3	12.171,3	690,1	1.775,6	1.949,8	784,2
6-jan	466,2	4.074,7	713,9	2.414,0	12.338,7	755,5	1.794,5	1.941,3	802,7
7-jan	461,6	4.004,5	736,3	2.345,6	12.023,4	748,0	1.794,5	1.938,2	802,7
8-jan	456,9	3.971,9	736,8	2.348,6	11.982,1	785,8	1.786,9	1.949,8	796,7
9-jan	456,9	4.097,3	715,4	2.416,9	11.990,6	839,7	1.813,4	1.925,5	795,8
10-jan	461,6	4.302,0	722,9	2.484,5	12.879,7	848,7	1.851,9	1.958,7	811,6
13-jan	456,9	4.355,0	706,3	2.440,1	12.129,4	788,3	1.855,7	1.952,9	809,0
14-jan	456,9	4.369,4	726,7	2.426,4	12.519,7	838,7	1.802,0	1.936,1	806,0
15-jan	461,7	4.216,5	706,9	2.369,1	12.277,5	831,1	1.775,6	1.897,6	805,1
16-jan	466,3	4.226,3	705,8	2.304,7	11.786,1	868,6	1.712,5	1.893,9	799,9
17-jan	466,3	4.229,1	686,7	2.274,6	11.336,4	846,5	1.718,9	1.879,7	789,4
20-jan	466,3	4.181,1	682,6	2.287,0	11.114,8	831,1	1.703,4	1.879,1	779,2
21-jan	461,7	4.091,6	649,7	2.201,8	10.845,7	788,0	1.586,7	1.796,9	765,7
22-jan	461,7	3.924,9	645,7	2.178,0	10.434,2	768,1	1.548,9	1.850,1	754,2
23-jan	461,7	4.099,5	637,8	2.231,4	10.720,9	732,9	1.583,3	1.841,7	751,8
24-jan	452,4	4.019,0	609,6	2.130,4	10.048,1	707,7	1.534,2	1.808,0	736,6
27-jan	443,2	3.921,8	557,0	2.049,9	9.846,3	667,4	1.475,3	1.777,9	719,6
28-jan	443,2	3.800,0	575,3	2.085,8	9.537,4	659,3	1.511,5	1.771,1	702,2
29-jan	447,8	3.834,6	594,6	2.148,8	10.285,6	651,0	1.545,1	1.872,3	717,8
30-jan	447,8	3.754,7	609,9	2.116,6	10.151,1	654,8	1.458,3	1.832,7	715,8
31-jan	452,4	3.828,1	621,7	2.129,9	10.147,5	717,8	1.511,1	1.890,2	723,9
3-fev	447,8	3.838,8	605,7	2.108,5	10.222,1	705,2	1.465,8	1.812,7	715,5
4-fev	438,6	3.788,2	575,7	1.996,0	9.773,2	667,4	1.364,2	1.757,4	709,0
5-fev	443,2	3.734,0	574,8	1.969,0	9.737,4	644,7	1.303,4	1.772,1	704,9
6-fev	438,6	3.872,1	568,8	2.021,6	9.760,0	617,3	1.265,6	1.742,6	702,9
7-fev	438,6	3.857,0	561,1	1.939,1	9.796,8	591,8	1.162,1	1.735,2	698,6
10-fev	438,6	3.849,2	578,4	1.920,4	9.757,4	586,8	1.095,6	1.705,7	699,4
11-fev	438,6	3.726,1	579,8	1.932,3	9.539,2	571,7	1.035,1	1.688,3	720,4
12-fev	438,6	3.711,1	578,3	1.948,9	9.471,2	566,7	1.062,0	1.705,2	701,7
13-fev	438,6	3.493,0	561,3	1.921,5	8.812,2	549,0	1.065,4	1.660,4	679,5
14-fev	434,0	3.502,0	569,9	1.890,0	8.808,6	553,8	1.050,2	1.605,6	695,7
17-fev	434,0	3.563,9	558,8	1.861,2	9.125,5	563,9	1.067,2	1.592,9	692,5
18-fev	434,0	3.675,0	573,0	1.907,0	9.418,3	573,5	1.118,2	1.611,4	693,3
19-fev	434,0	3.542,7	552,6	1.849,3	9.176,7	561,1	1.057,8	1.588,7	693,4
20-fev	434,0	3.488,3	554,4	1.870,2	8.926,6	554,1	1.208,5	1.571,8	701,4
21-fev	434,0	3.520,2	545,6	1.924,5	8.866,6	551,5	1.133,0	1.551,3	709,2
24-fev	434,0	3.501,4	542,0	1.909,9	8.610,2	549,0	1.114,5	1.585,0	722,4
25-fev	438,6	3.459,1	535,5	1.896,0	8.584,3	561,6	1.093,7	1.560,2	733,1
26-fev	429,4	3.285,7	512,9	1.860,3	8.283,2	591,8	1.039,7	1.531,2	718,6
27-fev	434,0	3.397,3	523,9	1.873,5	8.524,6	591,8	1.095,6	1.615,6	726,9
28-fev	429,4	3.439,6	537,5	1.879,1	8.802,6	586,8	1.095,6	1.620,3	730,9
5-mar	429,4	3.466,4	545,1	1.922,3	9.033,2	578,5	1.106,9	1.633,5	734,1
6-mar	434,0	3.566,3	590,2	2.013,4	9.612,5	610,7	1.129,6	1.628,7	755,0
7-mar	438,6	3.682,9	587,0	2.084,0	9.859,0	652,0	1.170,8	1.614,5	778,6

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Copel	Eletrobras	Eletropaulo Metropo	Light	Tractebel	Transmissao Paulista
10-mar	429,4	3.532,0	566,6	1.969,1	9.092,1	598,4	1.080,5	1.580,8	727,8
11-mar	429,4	3.503,0	562,9	1.955,6	9.293,1	567,9	1.054,0	1.587,6	720,4
12-mar	429,4	3.557,7	582,1	2.002,2	9.706,3	581,6	1.076,3	1.617,1	740,0
13-mar	434,0	3.701,1	582,1	2.014,3	9.381,6	576,7	1.058,2	1.676,1	750,7
14-mar	429,4	3.710,2	561,9	2.053,7	9.478,2	586,6	1.057,8	1.783,1	746,7
17-mar	429,4	3.748,3	547,1	2.010,9	9.553,7	589,6	1.054,4	1.742,6	746,1
18-mar	429,4	3.864,1	550,1	2.032,9	9.706,8	622,1	1.048,4	1.809,5	745,0
19-mar	424,8	3.717,1	529,3	1.980,5	9.425,6	579,2	1.008,7	1.882,3	718,5
20-mar	424,8	3.805,5	531,7	1.963,2	9.521,2	568,2	984,1	1.894,9	723,7
21-mar	424,8	3.896,5	549,4	1.983,8	9.616,9	592,8	1.020,0	1.914,4	756,1
24-mar	424,8	3.760,5	535,5	1.945,5	9.345,8	576,7	982,2	1.985,0	762,5
25-mar	429,4	3.752,0	541,0	1.941,2	9.589,5	561,6	986,4	2.063,6	782,8
26-mar	429,4	3.717,5	542,2	1.976,6	9.670,3	549,0	963,4	2.169,5	790,4
27-mar	420,2	3.659,6	536,9	1.959,5	9.511,6	557,1	945,2	2.208,5	796,7
28-mar	424,8	3.655,7	545,0	1.980,5	9.760,3	561,4	944,5	2.242,3	786,9
31-mar	420,2	3.668,0	532,5	1.947,1	9.613,9	551,5	918,4	2.173,7	786,7
1-abr	420,2	3.866,3	543,2	2.028,1	9.993,5	578,7	921,8	2.243,8	796,8
2-abr	434,0	4.020,3	560,9	2.130,1	10.576,9	622,1	946,4	2.242,8	787,6
3-abr	447,8	4.205,4	597,0	2.227,8	11.757,3	692,6	1.001,1	2.268,1	787,2
4-abr	438,6	4.354,2	600,4	2.250,0	12.009,3	671,7	1.133,0	2.274,9	786,3
7-abr	434,0	4.245,5	584,3	2.241,1	12.361,8	680,0	1.231,6	2.378,2	800,6
8-abr	429,4	4.024,1	572,6	2.075,4	11.389,9	622,3	1.116,4	2.401,6	799,8
9-abr	424,8	4.027,7	582,2	2.021,0	10.853,3	589,6	1.021,2	2.345,2	828,9
10-abr	429,4	3.986,1	567,6	2.015,1	10.600,8	594,4	978,5	2.351,5	821,7
11-abr	429,4	4.113,2	581,2	2.055,3	10.739,9	604,7	1.004,9	2.355,1	834,1
14-abr	429,4	4.187,1	581,2	2.104,8	10.684,1	639,7	1.009,8	2.435,9	851,6
15-abr	429,4	4.224,3	580,4	2.111,1	10.928,3	676,2	1.005,3	2.786,4	850,7
16-abr	429,4	4.174,1	579,3	2.088,7	10.757,9	681,2	1.003,0	3.216,1	824,4
17-abr	434,0	4.281,5	619,7	2.174,3	11.380,9	753,0	1.114,1	3.226,7	860,1
22-abr	434,0	4.181,1	664,4	2.120,4	11.148,2	723,1	1.065,7	3.172,8	862,5
23-abr	434,0	4.166,9	700,6	2.144,3	11.050,0	692,6	1.076,7	2.830,9	844,8
24-abr	429,4	4.166,3	664,7	2.182,9	11.032,2	673,7	1.083,9	2.647,2	828,6
25-abr	434,0	4.177,5	675,2	2.169,0	11.060,9	680,0	1.076,7	2.541,8	829,1
28-abr	434,0	4.359,4	690,9	2.206,7	11.670,9	712,0	1.080,5	2.484,3	833,8
29-abr	429,4	4.394,1	704,7	2.240,7	11.630,5	726,6	1.095,6	2.657,8	855,4
30-abr	434,0	4.416,0	696,1	2.220,4	11.814,6	737,9	1.152,6	2.938,7	840,1
2-mai	434,0	4.461,9	720,1	2.244,2	11.914,3	707,7	1.201,4	2.977,2	859,0
5-mai	429,4	4.416,0	702,1	2.229,1	11.778,5	672,7	1.154,5	2.999,7	855,6
6-mai	438,6	4.342,0	683,9	2.161,7	11.458,6	679,5	1.114,8	2.807,7	849,9
7-mai	461,7	4.545,6	709,5	2.285,4	12.191,8	709,2	1.150,4	2.816,6	886,9
8-mai	466,3	4.632,6	735,9	2.371,7	12.782,8	731,1	1.184,0	2.807,7	904,2
9-mai	466,3	4.735,0	776,8	2.514,8	13.692,3	743,0	1.227,8	2.812,2	954,4
12-mai	457,0	4.710,7	800,6	2.484,3	13.113,2	805,9	1.233,5	2.774,4	1.003,9
13-mai	452,4	4.750,7	788,6	2.486,6	13.476,8	805,7	1.208,9	2.704,2	1.026,2
14-mai	457,0	4.709,6	779,9	2.491,3	13.372,7	803,1	1.176,0	2.713,4	1.023,9
15-mai	447,8	4.521,8	748,5	2.365,1	12.597,5	737,9	1.102,4	2.645,7	1.006,4
16-mai	452,4	4.679,8	768,6	2.349,6	12.450,2	753,0	1.133,4	2.592,6	1.019,8
19-mai	443,2	4.429,2	721,4	2.242,4	11.795,5	718,5	1.076,7	2.578,4	995,5
20-mai	443,2	4.403,7	714,6	2.227,6	11.597,5	741,9	1.073,7	2.731,3	1.019,0
21-mai	447,8	4.628,0	735,0	2.283,5	12.124,8	758,1	1.091,8	2.731,3	1.030,6
22-mai	447,8	4.623,9	739,2	2.330,9	12.292,0	734,4	1.079,7	2.738,4	1.046,9

Data	Celesc	Cemig	Casp	Copel	Eletrobras	Eletropaulo Metropo	Light	Tractebel	Transmissao Paulista
23-mai	447,8	4.634,7	746,8	2.316,0	12.309,0	722,8	1.076,7	2.753,8	1.060,1
26-mai	438,6	4.421,0	719,1	2.226,7	11.804,0	661,4	1.043,4	2.797,6	1.048,5
27-mai	443,2	4.546,0	731,4	2.321,8	12.143,3	665,1	1.046,5	2.807,4	1.052,9
28-mai	443,2	4.480,2	723,8	2.265,4	12.210,0	654,8	1.031,4	2.800,3	1.054,2
29-mai	447,8	4.468,6	737,3	2.290,7	12.618,3	664,1	1.050,6	2.852,1	1.064,8
30-mai	447,8	4.469,3	729,2	2.290,9	12.617,4	642,5	1.076,7	2.856,6	1.076,5
2-jun	443,2	4.329,8	712,4	2.277,4	12.528,9	654,8	1.046,5	2.987,2	1.060,4
3-jun	447,8	4.338,0	716,7	2.256,4	12.741,3	677,5	1.042,7	2.888,2	1.027,6
4-jun	452,4	4.484,8	744,8	2.377,9	13.252,5	698,9	1.084,2	3.086,2	1.046,3
5-jun	452,4	4.511,8	749,6	2.410,9	12.913,0	714,7	1.125,8	3.144,8	1.050,9
6-jun	457,0	4.534,8	752,8	2.482,2	13.118,4	705,2	1.142,8	3.291,2	1.053,8
9-jun	457,0	4.447,5	749,5	2.420,3	12.903,7	722,8	1.133,0	3.342,7	1.043,4
10-jun	452,4	4.417,8	740,6	2.354,0	12.640,9	701,9	1.079,0	3.322,0	1.037,3
11-jun	447,8	4.413,5	735,0	2.344,9	12.573,6	700,1	1.080,5	3.341,5	1.021,5
12-jun	356,3	4.446,1	728,8	2.397,4	12.613,2	714,7	1.095,6	3.499,7	1.028,7
13-jun	360,9	4.436,0	725,1	2.378,6	12.666,9	717,3	1.071,0	3.400,5	1.030,2
16-jun	356,3	4.438,5	722,5	2.377,4	12.629,0	730,4	1.078,6	3.557,7	1.052,8
17-jun	356,3	4.368,9	719,8	2.376,1	12.462,6	710,5	1.056,7	3.659,0	1.047,9
18-jun	347,0	4.359,8	701,4	2.284,4	11.825,3	705,2	1.035,1	3.832,5	1.018,1
20-jun	402,9	4.154,6	678,5	2.236,8	11.288,1	675,2	1.020,4	3.949,8	1.005,0
23-jun	410,8	4.081,2	647,6	2.147,5	11.474,5	662,4	1.031,4	4.175,0	992,7
24-jun	410,8	4.046,9	660,8	2.179,3	11.559,4	654,8	1.035,1	4.037,9	983,2
25-jun	406,1	4.063,3	650,4	2.140,9	11.188,3	632,1	1.038,9	3.871,7	948,8
26-jun	410,8	4.000,8	636,7	2.118,4	11.137,1	609,7	1.027,6	3.909,6	960,4
27-jun	426,3	3.916,2	617,3	2.044,0	11.053,0	593,1	1.001,1	3.876,3	959,5
30-jun	426,3	3.897,0	616,4	1.996,4	10.813,4	604,7	978,5	3.952,9	952,1
1-jul	430,9	4.054,0	639,8	2.122,0	11.459,0	642,2	980,7	4.072,6	951,8
2-jul	430,9	4.091,4	670,7	2.170,7	11.627,4	649,8	1.015,9	3.970,8	982,1
3-jul	430,9	4.033,9	636,2	2.139,0	11.322,1	652,3	974,7	3.951,1	986,1
4-jul	435,5	4.095,4	649,8	2.162,2	11.529,8	632,1	970,9	4.059,2	1.051,6
7-jul	440,1	4.090,6	645,1	2.139,7	11.468,5	622,1	955,8	4.088,0	1.068,9
8-jul	443,2	4.182,1	654,2	2.198,6	11.955,3	649,8	1.019,6	4.131,3	1.071,5
10-jul	438,6	4.086,3	645,1	2.192,2	11.733,2	633,9	997,4	4.172,8	1.059,4
11-jul	434,0	4.028,4	637,8	2.122,1	11.426,5	605,2	967,9	4.151,5	1.051,6
14-jul	434,0	4.044,7	646,4	2.131,1	11.542,5	628,4	1.009,1	4.214,5	1.070,9
15-jul	429,4	4.047,4	649,3	2.105,4	11.652,8	622,3	982,2	4.207,4	1.098,2
16-jul	429,4	4.026,6	635,5	2.069,8	11.567,9	634,7	963,4	4.145,3	1.090,5
17-jul	429,4	4.055,5	633,5	2.070,3	11.859,3	642,2	997,4	4.142,6	1.097,6
18-jul	429,4	4.078,8	633,0	2.051,4	12.058,7	650,0	1.008,7	4.142,6	1.099,4
21-jul	429,4	4.031,6	635,6	2.021,9	11.979,7	629,6	990,2	4.137,3	1.093,0
22-jul	434,0	4.061,1	646,6	2.066,4	12.181,8	634,9	986,0	4.142,6	1.096,7
23-jul	434,0	4.146,1	649,1	2.030,0	12.037,5	632,1	986,0	4.142,6	1.082,2
24-jul	429,4	4.168,6	645,0	2.022,3	12.235,5	620,0	982,2	4.132,0	1.081,2
25-jul	424,8	4.126,1	628,0	2.035,2	11.988,0	607,5	982,2	4.142,6	1.079,4
28-jul	420,2	4.057,8	626,9	1.996,7	11.661,3	624,1	967,1	4.038,3	1.076,1
29-jul	420,2	4.005,4	615,6	1.942,3	11.292,4	601,4	952,0	3.904,1	1.080,5
30-jul	415,6	3.939,4	602,3	1.933,2	10.920,7	586,6	948,2	3.695,2	1.065,3
31-jul	420,2	3.971,8	606,1	1.941,0	10.759,7	586,8	918,0	3.709,2	1.050,3
1-ago	420,2	3.867,5	591,9	1.866,2	10.419,4	566,7	901,0	3.407,3	1.025,0
4-ago	415,6	3.811,3	566,7	1.846,1	10.280,2	563,9	878,4	4.080,3	1.007,7
5-ago	415,6	3.867,4	581,9	1.897,6	10.320,4	569,2	868,9	3.889,9	1.032,6

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Copel	Eletrobras	Eletropaulo Metropo	Light	Tractebel	Transmissao Paulista
6-ago	406,3	3.718,0	570,3	1.857,7	9.774,4	544,0	842,5	3.888,1	1.009,2
7-ago	420,2	3.861,1	578,3	1.914,6	10.387,7	557,8	859,5	3.880,5	1.031,1
8-ago	420,2	3.942,6	583,7	1.995,0	10.871,5	581,6	868,5	3.837,1	1.044,8
11-ago	415,6	3.992,9	589,3	2.037,5	10.721,0	566,7	893,5	4.019,5	1.084,5
12-ago	415,6	3.966,1	611,9	1.966,8	10.558,0	560,6	873,4	3.871,0	1.083,1
13-ago	420,2	4.032,1	616,2	1.995,4	10.328,0	581,6	935,0	4.199,7	1.126,2
14-ago	415,6	4.054,9	621,9	2.042,1	10.537,6	564,6	936,5	4.197,8	1.167,8
15-ago	411,0	4.101,2	635,3	2.065,1	10.813,7	550,3	953,9	4.195,9	1.202,1
18-ago	420,2	4.158,9	645,2	2.073,8	11.167,1	562,9	989,4	4.288,7	1.210,7
19-ago	424,8	4.200,5	642,4	2.156,2	11.306,8	574,0	1.012,5	4.294,3	1.195,1
20-ago	429,4	4.307,5	648,8	2.191,0	11.725,5	620,6	1.076,7	4.330,8	1.186,5
21-ago	424,8	4.350,2	633,4	2.086,4	11.793,1	627,1	1.027,2	4.053,3	1.222,5
22-ago	424,8	4.354,9	627,6	2.001,7	11.683,9	642,2	1.036,6	3.996,5	1.206,4
25-ago	424,8	4.330,2	614,9	1.895,2	11.445,7	629,4	1.029,8	4.184,6	1.228,2
26-ago	429,4	4.426,4	637,4	1.959,1	11.849,1	686,3	1.104,6	4.334,2	1.290,5
27-ago	429,4	4.500,5	696,2	2.007,0	12.060,2	730,1	1.077,4	4.276,7	1.278,0

**ANEXO 2 - VALOR PELO OPM DAS EMPRESAS SELECIONADAS NA
AMOSTRA (EM MILHÕES DE REAIS)**

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Eletropaulo Metropo	Light	Tractabel
2-jan	392,7	3.191,7	3.700,6	1.707,6	836,6	1.503,0
3-jan	383,3	3.136,9	3.622,4	1.673,0	832,1	1.476,1
6-jan	393,5	3.156,8	3.686,7	1.714,8	874,7	1.487,7
7-jan	390,8	3.144,2	3.665,8	1.700,4	862,9	1.479,9
8-jan	391,7	3.167,4	3.682,5	1.686,6	857,7	1.487,9
9-jan	397,9	3.219,9	3.743,0	1.696,6	865,6	1.520,1
10-jan	411,4	3.307,5	3.859,4	1.752,3	896,9	1.560,1
13-jan	410,5	3.252,2	3.825,4	1.771,2	908,3	1.528,1
14-jan	409,9	3.252,8	3.822,5	1.755,9	914,7	1.532,1
15-jan	397,7	3.212,0	3.737,4	1.703,0	876,6	1.523,9
16-jan	395,4	3.226,5	3.733,2	1.682,2	875,0	1.535,9
17-jan	393,1	3.212,8	3.713,7	1.677,3	867,0	1.532,0
20-jan	390,0	3.162,0	3.671,0	1.676,2	872,2	1.504,6
21-jan	369,8	3.058,3	3.510,4	1.593,6	827,1	1.468,2
22-jan	363,6	3.045,7	3.471,2	1.566,7	808,5	1.452,4
23-jan	369,3	3.094,4	3.526,7	1.594,9	813,7	1.479,4
24-jan	358,0	3.050,1	3.443,7	1.540,1	777,3	1.460,8
27-jan	345,2	2.948,8	3.323,3	1.494,4	754,1	1.410,1
28-jan	342,1	2.937,2	3.300,7	1.481,7	736,7	1.406,1
29-jan	353,5	2.999,5	3.393,8	1.536,8	767,7	1.418,6
30-jan	342,9	2.943,4	3.308,4	1.489,9	750,9	1.399,0
31-jan	356,7	3.036,5	3.430,1	1.534,2	780,0	1.436,7
3-fev	346,0	3.024,2	3.366,8	1.476,5	738,9	1.447,0
4-fev	330,5	2.948,9	3.245,2	1.409,3	703,0	1.416,9
5-fev	323,8	2.947,6	3.208,4	1.381,8	686,3	1.417,5
6-fev	322,2	2.968,6	3.210,9	1.371,0	677,1	1.433,4
7-fev	312,0	2.959,0	3.150,8	1.323,5	652,8	1.432,4
10-fev	309,2	2.814,6	3.061,7	1.341,2	693,6	1.359,9
11-fev	298,3	2.766,6	2.978,5	1.295,9	669,2	1.340,3
12-fev	299,5	2.804,8	3.004,3	1.295,1	658,7	1.357,5
13-fev	285,1	2.759,2	2.903,1	1.231,5	607,3	1.345,7
14-fev	279,4	2.767,7	2.876,0	1.193,9	580,1	1.360,7
17-fev	285,7	2.689,9	2.871,0	1.241,5	625,5	1.319,1
18-fev	295,4	2.742,7	2.950,6	1.280,9	645,1	1.341,4
19-fev	282,8	2.702,9	2.861,6	1.223,6	610,7	1.327,9
20-fev	286,8	2.758,3	2.911,7	1.235,5	586,8	1.360,4
21-fev	279,4	2.780,8	2.882,5	1.191,7	561,9	1.378,7
24-fev	284,0	2.684,5	2.859,3	1.237,2	611,2	1.318,2
25-fev	279,8	2.661,1	2.824,2	1.219,8	605,0	1.314,1
26-fev	267,4	2.629,5	2.740,8	1.145,2	563,9	1.301,6
27-fev	280,8	2.735,7	2.867,7	1.199,4	586,8	1.340,9
28-fev	281,7	2.776,9	2.893,5	1.193,1	577,0	1.359,8
5-mar	291,0	2.604,2	2.856,5	1.281,4	663,4	1.259,7
6-mar	299,0	2.648,2	2.922,1	1.312,2	686,2	1.284,6
7-mar	306,5	2.704,3	2.991,1	1.335,4	699,8	1.318,4

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Eletropaulo Metropo	Light	Tractebel
10-mar	289,5	2.603,5	2.848,3	1.268,8	661,7	1.270,5
11-mar	285,6	2.581,0	2.815,5	1.259,2	654,8	1.258,0
12-mar	291,3	2.618,9	2.865,5	1.284,0	666,1	1.271,0
13-mar	300,8	2.673,8	2.944,8	1.324,8	700,0	1.288,6
14-mar	307,1	2.732,4	3.008,7	1.340,4	709,4	1.298,7
17-mar	307,0	2.706,4	2.994,7	1.344,8	717,0	1.288,6
18-mar	317,9	2.776,2	3.088,8	1.381,6	748,2	1.309,9
19-mar	312,6	2.736,2	3.040,0	1.367,8	740,0	1.272,1
20-mar	314,4	2.773,3	3.068,9	1.372,4	742,3	1.289,4
21-mar	323,3	2.845,0	3.152,9	1.398,9	755,3	1.322,3
24-mar	320,0	2.819,8	3.122,7	1.390,7	754,9	1.294,7
25-mar	325,5	2.850,4	3.167,8	1.421,7	773,4	1.295,8
26-mar	330,7	2.869,0	3.205,1	1.449,4	796,5	1.282,1
27-mar	330,6	2.882,7	3.211,7	1.435,9	789,8	1.276,8
28-mar	333,5	2.917,2	3.244,7	1.446,5	795,7	1.290,2
31-mar	326,0	2.854,1	3.172,5	1.418,5	782,2	1.269,7
1-abr	354,1	3.038,7	3.464,2	1.458,1	741,9	1.237,1
2-abr	364,3	3.145,3	3.577,2	1.488,6	756,7	1.296,4
3-abr	382,1	3.272,8	3.737,4	1.549,3	793,6	1.360,2
4-abr	395,0	3.417,9	3.888,0	1.580,2	773,4	1.426,8
7-abr	407,0	3.419,9	3.941,3	1.639,4	806,9	1.402,0
8-abr	389,1	3.323,7	3.801,3	1.575,8	776,4	1.347,8
9-abr	375,9	3.298,7	3.727,4	1.513,9	739,8	1.346,6
10-abr	371,1	3.308,3	3.712,6	1.488,4	725,8	1.353,1
11-abr	378,2	3.384,5	3.793,4	1.505,6	727,7	1.390,8
14-abr	393,2	3.334,7	3.826,0	1.591,0	811,5	1.345,5
15-abr	428,0	3.511,3	4.091,5	1.727,9	914,2	1.354,7
16-abr	466,7	3.736,7	4.405,6	1.880,7	1.018,7	1.368,5
17-abr	484,1	3.863,0	4.563,2	1.930,3	1.036,4	1.433,6
22-abr	470,8	3.628,6	4.351,5	1.928,5	1.070,1	1.322,2
23-abr	438,9	3.483,8	4.120,5	1.796,4	965,6	1.331,0
24-abr	420,7	3.420,7	4.001,0	1.712,3	896,6	1.339,8
25-abr	411,9	3.390,2	3.943,1	1.674,0	869,8	1.350,7
28-abr	417,0	3.352,4	3.940,3	1.704,5	906,4	1.343,6
29-abr	435,8	3.449,9	4.084,8	1.776,0	956,2	1.350,5
30-abr	466,0	3.605,0	4.315,6	1.904,5	1.038,1	1.365,1
2-mai	473,6	3.639,3	4.370,4	1.944,9	1.053,1	1.372,9
5-mai	467,6	3.558,7	4.291,5	1.938,0	1.060,0	1.325,3
6-mai	444,7	3.456,0	4.127,0	1.843,5	999,2	1.324,1
7-mai	458,7	3.547,0	4.246,0	1.909,2	1.040,6	1.378,0
8-mai	465,7	3.590,6	4.304,6	1.935,5	1.055,1	1.403,6
9-mai	475,2	3.652,8	4.385,8	1.968,6	1.069,7	1.433,1
12-mai	475,0	3.593,4	4.345,9	1.961,9	1.084,8	1.407,0
13-mai	468,5	3.579,9	4.309,6	1.925,4	1.059,9	1.414,0
14-mai	465,2	3.584,2	4.298,4	1.910,0	1.051,1	1.416,8
15-mai	442,2	3.462,9	4.120,9	1.821,5	992,4	1.368,4
16-mai	447,5	3.512,4	4.175,7	1.837,8	996,5	1.406,7
19-mai	429,0	3.372,7	4.005,1	1.772,2	963,1	1.336,9
20-mai	442,3	3.459,4	4.118,8	1.818,0	997,0	1.345,3
21-mai	454,2	3.560,7	4.236,2	1.857,4	1.017,0	1.397,6
22-mai	452,8	3.578,0	4.241,5	1.850,1	1.005,9	1.405,1

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Eletropaulo Metropo	Light	Tractabel
23-mai	454,0	3.612,2	4.269,3	1.850,4	1.000,0	1.419,1
26-mai	442,6	3.486,4	4.138,0	1.827,8	992,0	1.341,7
27-mai	449,5	3.541,4	4.203,3	1.854,0	1.007,3	1.369,0
28-mai	444,5	3.542,7	4.182,8	1.828,0	985,4	1.371,9
29-mai	451,0	3.575,9	4.232,3	1.856,7	1.003,5	1.378,8
30-mai	451,7	3.603,1	4.253,5	1.858,5	992,0	1.391,8
2-jun	456,1	3.583,4	4.259,2	1.882,1	1.024,1	1.348,8
3-jun	448,5	3.547,6	4.203,2	1.847,6	1.003,6	1.356,3
4-jun	477,9	3.721,2	4.442,4	1.963,0	1.077,0	1.398,7
5-jun	488,5	3.803,3	4.541,7	1.995,7	1.089,7	1.426,6
6-jun	504,4	3.916,9	4.684,7	2.059,2	1.124,4	1.452,3
9-jun	505,5	3.841,7	4.639,1	2.083,5	1.161,5	1.398,6
10-jun	497,6	3.825,8	4.595,2	2.044,0	1.136,0	1.394,5
11-jun	499,4	3.860,5	4.626,0	2.040,6	1.128,3	1.406,0
12-jun	518,5	3.981,8	4.786,8	2.031,9	1.116,2	1.385,3
13-jun	506,3	3.961,7	4.722,4	1.972,4	1.071,2	1.406,0
16-jun	523,2	3.960,9	4.792,6	2.061,3	1.151,9	1.356,6
17-jun	528,1	3.980,4	4.826,1	2.088,1	1.173,3	1.340,3
18-jun	544,2	4.079,3	4.959,4	2.143,5	1.213,5	1.341,8
20-jun	545,3	4.085,6	4.968,3	2.202,5	1.254,4	1.341,3
23-jun	564,7	4.116,3	5.069,6	2.315,4	1.344,6	1.293,0
24-jun	548,2	4.035,8	4.947,1	2.246,7	1.291,9	1.291,6
25-jun	530,0	3.965,5	4.824,0	2.164,6	1.223,5	1.300,6
26-jun	529,7	3.984,1	4.835,2	2.166,2	1.219,5	1.303,4
27-jun	519,9	3.963,4	4.780,7	2.133,6	1.193,5	1.311,8
30-jun	526,0	3.965,2	4.807,3	2.165,4	1.228,3	1.290,0
1-jul	567,9	4.333,3	5.362,8	2.358,5	1.217,4	1.424,2
2-jul	559,8	4.315,9	5.321,7	2.316,3	1.178,2	1.454,0
3-jul	551,1	4.277,6	5.261,5	2.277,9	1.159,9	1.444,7
4-jul	567,2	4.382,1	5.400,2	2.347,8	1.200,4	1.469,9
7-jul	568,3	4.319,3	5.353,0	2.377,6	1.235,4	1.412,3
8-jul	584,8	4.425,7	5.494,3	2.436,3	1.262,5	1.454,9
10-jul	584,4	4.449,7	5.512,4	2.427,1	1.253,0	1.460,4
11-jul	575,3	4.433,5	5.468,9	2.383,5	1.218,9	1.469,3
14-jul	588,4	4.424,2	5.505,1	2.454,5	1.277,4	1.418,2
15-jul	585,8	4.434,2	5.504,6	2.434,5	1.263,8	1.430,8
16-jul	575,5	4.407,7	5.448,6	2.381,1	1.228,2	1.447,3
17-jul	579,1	4.437,4	5.484,9	2.391,4	1.227,2	1.465,5
18-jul	581,3	4.460,5	5.511,0	2.395,3	1.226,3	1.480,5
21-jul	575,9	4.388,6	5.434,7	2.390,2	1.232,2	1.433,5
22-jul	578,4	4.421,5	5.469,7	2.397,5	1.235,0	1.455,8
23-jul	581,9	4.468,2	5.519,2	2.404,4	1.233,5	1.487,7
24-jul	580,2	4.467,2	5.512,8	2.394,4	1.224,0	1.491,4
25-jul	578,6	4.180,9	5.980,2	2.380,3	1.207,9	1.502,6
28-jul	561,2	3.611,4	5.156,9	2.321,7	1.189,4	1.426,0
29-jul	538,6	3.869,3	5.575,4	2.231,8	1.127,5	1.415,9
30-jul	507,9	3.859,6	5.533,1	2.102,2	1.038,2	1.405,3
31-jul	508,9	3.791,9	5.416,5	2.110,1	1.049,6	1.406,0
1-ago	463,5	4.301,7	6.120,1	1.892,6	881,9	1.481,2
4-ago	545,7	3.705,6	5.342,0	2.261,4	1.152,6	1.395,5
5-ago	522,6	3.969,0	5.784,8	2.162,1	1.087,7	1.401,3

Data	Celesc	Cemig	Cesp	Eletropaulo Metropo	Light	Tractebel
6-ago	512,5	4.092,4	5.939,2	2.109,7	1.048,0	1.401,1
7-ago	519,5	4.098,2	5.880,6	2.141,5	1.063,7	1.442,9
8-ago	516,9	4.271,2	6.108,2	2.116,2	1.036,2	1.490,3
11-ago	546,7	3.718,6	5.354,3	2.262,7	1.149,5	1.420,9
12-ago	524,8	3.928,8	5.680,1	2.171,6	1.090,4	1.417,1
13-ago	576,9	3.978,5	5.706,9	2.386,9	1.219,4	1.458,9
14-ago	577,7	4.079,5	5.772,7	2.376,9	1.206,8	1.486,5
15-ago	578,9	4.241,5	6.050,6	2.371,9	1.190,9	1.518,8
18-ago	599,4	3.581,0	5.119,9	2.489,9	1.284,7	1.455,7
19-ago	604,1	3.722,8	5.346,5	2.511,1	1.296,5	1.485,5
20-ago	621,2	3.970,0	5.631,0	2.564,8	1.320,6	1.526,6
21-ago	579,3	4.176,2	5.908,3	2.372,4	1.192,1	1.547,8
22-ago	571,0	4.357,0	6.136,3	2.325,1	1.153,4	1.576,0
25-ago	597,2	3.807,4	5.387,2	2.463,3	1.265,3	1.500,7
26-ago	631,8	3.571,7	5.011,0	2.599,1	1.352,5	1.533,8
27-ago	628,3	3.623,2	5.045,8	2.566,7	1.337,2	1.566,4