

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

CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO
DE OPÇÕES REAIS EM AMBIENTES ECONÔMICOS DE GRANDE
VOLATILIDADE – UMA ÊNFASE NO CENÁRIO LATINO-AMERICANO

Regina Caspari Monteiro

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Assaf Neto

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Departamento de Contabilidade e Atuária
para a obtenção do título de Mestre em
Controladoria e Contabilidade

São Paulo
2003

RESUMO

Em finanças corporativas e em análises tradicionais de projetos, os modelos de fluxo de caixa descontado têm prevalecido como a estrutura básica para a grande maioria das análises de geração de valor para as empresas. A evolução da teoria de precificação de opções, contudo, adicionou às teorias e práticas usuais de finanças um novo conjunto de ferramentas necessárias para gerenciar e explorar o valor advindo da incerteza e da volatilidade, que ampliam os parâmetros da geração de valor ao acrescentarem os conceitos da flexibilidade gerencial. Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou pesquisar e apresentar a metodologia de avaliação de investimentos em ativos reais com base na teoria de precificação de opções ("opções reais"), suas características, limitações e aplicações em ambientes empresariais caracterizados pela alta volatilidade econômica. Neste sentido, a pesquisa inicia-se com a revisão bibliográfica das diversas teorias utilizadas para a avaliação de projetos de investimento, visando apresentá-las desde sua forma mais básica até os principais métodos mais sofisticados e recentes, cujo escopo incorpora conceitos como o valor do dinheiro no tempo e risco. Finalmente, a título de se demonstrar a aplicabilidade dos métodos apresentados, um exercício teórico simulando um caso real é desenvolvido, levando em consideração um ambiente considerado de grande volatilidade, analisando-se as oportunidades que a metodologia de opções reais pode proporcionar. Como resultado desse trabalho, conclui-se que a análise de opções reais pode ser uma alternativa viável e preferencial às metodologias tradicionais, quando inserida num ambiente de grandes incertezas e flexibilidade gerencial, tal como o ambiente geral que caracteriza a América Latina.

ABSTRACT

In corporate finance and traditional capital budgeting, discounted cash flow methods have prevailed as the basic structure in most approaches to investment and shareholder value analysis. The evolution of the option pricing theory, however, has added a whole new set of tools to the traditional group of theories and practices, necessary to the good management and exploitation of the value from uncertainty and volatility. These tools broaden the value generation parameters by adding the managerial flexibility and uncertainty concepts. Amid this overall context, the present work has tried to research and present the real asset investment analysis methodology based on the option pricing theory (real options), its characteristics, limitations and applications in business environments characterized by high economic volatility. Therefore, this study begins with the review of several theories used in capital budgeting, aiming to present them from their most basic form, up to the main, most sophisticated and recent methods, which include concepts like time value of the money and risk. Finally, in order to demonstrate the applicability of the methods discussed, a theoretical exercise, which simulates a real case, is developed, considering an environment of high volatility, analyzing the opportunities that the real options theory may grant. As a result of this study, it is concluded that the real options analysis may be a viable and preferable alternative if compared to traditional methodologies, when used in an uncertain environment, in association with managerial flexibility, like the general environment that characterizes the Latin America region.

EPÍGRAFE

*"Todas as coisas são impressionantes.
Enquanto houver no mundo sangue e rosas
Há-de haver sempre certos bons instantes
Em que se passam coisas sem ser coisas."*

*Fernando Pessoa,
como Álvaro de Campos*

AGRADECIMENTOS

São muitos aos que gostaria de agradecer, no apagar das luzes deste trabalho. Tantos que não existiriam adjetivos suficientes para cada uma destas pessoas que me acompanharam ao longo desta nobre jornada.

Agradeço ao Prof. Alexandre Assaf Neto, pela sua orientação, por seu crédito, seu estímulo, seus conselhos, sua compreensão e pela liberdade.

Em especial, como não poderia deixar de ser, agradeço aos meus pais pela vida, pela alegria e por seu constante entusiasmo. Sem eles, realmente, nada teria sido possível. Agradeço também aos meus queridos avós, presentes em corpo e alma, com a força do mais lindo exemplo que um ser humano pode dar: a sua própria vida.

Agradeço aos meus "irmãos", que agora são tantos! Particularmente, agradeço à querida Vera, entusiasta nata, companheira de todas as aventuras, conferências, congressos, viagens e alegrias. Agradeço também ao Tili, o melhor irmão do mundo (mesmo que o verdadeiramente fosse), pelas inúmeras fontes de pesquisa, pelas longas e produtivas discussões nas madrugadas...

Agradeço à DuPont, aos meus queridos colegas e em especial ao Edson Silveira, Tesoureiro da DuPont América do Sul, chefe, mentor e amigo, pelo exemplo de perseverança, pelo apoio irrestrito para a elaboração deste trabalho e por nunca deixar de acreditar. Agradeço também à Joyce McGhee, consultora financeira em Opções Reais na DuPont Estados Unidos pelos exemplos "reais", pelo estímulo, pelo rico material de pesquisa e pela sua simpática acolhida.

Agradeço ao Marco Antônio G. Dias, da Petrobrás e PUC-RJ, pelo notável trabalho na divulgação da Teoria de Opções Reais, e pelo gentil convite para disponibilizar este trabalho em seu excelente *web-site* sobre o tema.

Finalmente, agradeço ao Tony, meu doce e eterno companheiro de vida, cujo amor, apoio irrestrito e compreensão simplesmente tornam tudo muito mais fácil e gostoso...

E, bem... creio também tenho que agradecer ao Lorde, incondicional testemunha de cada linha deste trabalho, com a promessa de que os longos dias de tédio ao lado de sua dona, dos livros, papéis e do computador serão compensados com uma boa dose dos tão esperados passeios juntos.....

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E A HIPÓTESE DE TRABALHO.....	12
1. INTRODUÇÃO	12
2. QUESTÃO DE PESQUISA	15
3. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	16
3.1. HIPÓTESES	17
4. METODOLOGIA DE PESQUISA	17
5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
II. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO TRADICIONAIS	21
1. OBJETIVO FINANCEIRO DA EMPRESA.....	21
2. MODELOS DE AVALIAÇÃO SEM RISCO	23
2.1. TAXA MÉDIA DE RETORNO CONTÁBIL.....	24
2.2. REGRA DO <i>PAYBACK</i>	27
2.3. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	28
2.4. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	30
2.5. ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	33
3. MODELOS DE AVALIAÇÃO COM RISCO	33
3.1. MODELOS DE FLUXO DE CAIXA DESCONTADO	34
3.1.1. ABORDAGEM DA TAXA DE DESCONTO AJUSTADA	35
3.1.1.1. CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL (WACC)	36
3.1.1.2. MODELO DE DESCONTO DE DIVIDENDOS	41
3.1.1.3. MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS (CAPM).....	42

3.1.1.4. <i>ARBITRAGE PRICING THEORY (APT)</i>	55
3.1.2. <i>ABORDAGEM DA TAXA DE DESCONTO NEUTRA DE RISCO</i>	58
3.2. MODELOS COM BASE NO VALOR ECONÔMICO RESIDUAL	60
3.2.1. <i>RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)</i>	60
3.2.2. <i>VALOR ECONÔMICO ADICIONADO (EVA®)</i>	62
3.3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE INCERTEZAS	63
3.3.1. <i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</i>	64
3.3.2. <i>MÉTODO TRADICIONAL DE SIMULAÇÃO</i>	65
3.3.3. <i>ANÁLISE POR ÁRVORES DE DECISÃO</i>	69
III. OPÇÕES REAIS COMO METOLOGIA DE AVALIAÇÃO	71
1. HISTÓRICO	71
2. OPÇÕES FINANCEIRAS	76
3. FORMAÇÃO DO PREÇO DAS OPÇÕES	78
3.1. VALOR INTRÍNSECO	79
3.2. VALOR TEMPORAL	80
4. MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES	80
4.1. MODELO BINOMIAL	84
4.2. AVALIAÇÃO NEUTRA DE RISCO	89
4.3. ÁRVORES BINOMIAIS MÚLTIPLAS	92
4.4. VALIDAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES - MODELO BINOMIAL	95
4.5. PROCESSOS ESTOCÁSTICOS E O LEMA DE ITÔ	97
4.5.1. <i>Processos Estocásticos</i>	97
4.5.2. <i>Propriedade de Markov</i>	98
4.5.3. <i>Processo de Wiener</i>	98
4.5.4. <i>Lema de Itô</i>	105
4.6. O MODELO BLACK-SCHOLES	108
4.7. VOLATILIDADE	115
4.8. O MÉTODO DE MONTE CARLO	117
5. OPÇÕES REAIS	120
5.1. A ANALOGIA ENTRE OPÇÕES REAIS E FINANCEIRAS	123
5.2. OS TIPOS DE OPÇÕES REAIS	124

6. COMPARAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO E DE OPÇÕES REAIS.....	126
6.1. ANÁLISE PELO VPL	128
6.2. ANÁLISE POR ÁRVORES DE DECISÃO.....	129
6.3. ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS.....	132
6.3.1. <i>Método Binomial</i>	132
6.3.2. <i>Abordagem da Carteira Equivalente</i>	134
6.3.3. <i>Marketed Asset Disclaimer (MAD)</i>	136
6.3.4. <i>Análise por Black-Scholes</i>	138
 IV. OPÇÕES REAIS EM AMBIENTES DE GRANDE VOLATILIDADE	140
1. ESTRUTURA DO EXERCÍCIO.....	141
1.1. OPÇÃO DE EXPANSÃO	143
1.2. OPÇÃO DE RETRAÇÃO	146
1.3. OPÇÃO DE ABANDONO	147
1.4. OPÇÕES COMBINADAS	149
1.4.1. <i>Análise por Monte Carlo</i>	150
2. FLEXIBILIDADE X VOLATILIDADE	151
 V. A AMÉRICA LATINA COMO AMBIENTE DE ALTA VOLATILIDADE.....	156
1. CONTEXTO REGIONAL.....	157
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	158
2.1. ACESSO AO CRÉDITO.....	158
2.2. INSTABILIDADE POLÍTICA	159
2.3. FOCO EM <i>COMMODITIES</i>	160
2.4. EXISTÊNCIA DE "MERCADOS NEGROS"	161
2.5. FORTE DEPENDÊNCIA DO CAPITAL EXTERNO.....	162
2.6. AMBIENTE DE OPORTUNIDADES	163
3. PRINCIPAIS PAÍSES	164
3.1. ARGENTINA	164

3.2. BRASIL	166
3.3. CHILE	170
3.4. COLÔMBIA	172
3.5. MÉXICO.....	173
3.6. PERU	177
3.7. VENEZUELA.....	178
4. A VOLATILIDADE COMPARADA	179
4.1. CATEGORIA I - ALTA VOLATILIDADE (> 10% a.a.).....	180
4.2. CATEGORIA II - MÉDIA VOLATILIDADE (8% a.a. < σ < 10% a.a.).....	181
4.3. CATEGORIA III: BAIXA VOLATILIDADE (< 8% a.a.)	182
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	183
ANEXO A - ÍNDICES COMPARATIVOS - PAÍSES AMÉRICA LATINA	188
ANEXO B - FÓRMULAS DETALHADAS DO MODELO BINOMIAL.....	195
BIBLIOGRAFIA.....	196

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: FLUXO DE CAIXA COMPARANDO DIFERENTES PERFIS DE TIR.....	28
TABELA 2: ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO VPL DE UM PROJETO A VARIAÇÕES NA TAXA DE DESCONTO.....	66
TABELA 3: DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES DAS TAXAS DE DESCONTO	66
TABELA 4: EXEMPLO DE UMA AMOSTRA DE NÚMEROS ALEATÓRIOS	66
TABELA 5: DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DAS TAXAS DE DESCONTO.....	67
TABELA 6: CLASSIFICAÇÃO DE OPÇÕES PELA PROBABILIDADE DE EXERCÍCIO	78
TABELA 7: EFEITOS DAS MUDANÇAS NAS VARIÁVEIS SOBRE O PREÇO DE UMA OPÇÃO	84
TABELA 8: ARBITRAGEM NO CASO DE OPÇÃO CARA.....	88
TABELA 9: ARBITRAGEM NO CASO DE OPÇÃO BARATA	88
TABELA 10: EXEMPLO DE CÁLCULO VALOR DA OPÇÃO PELO MÉTODO MONTE-CARLO	119
TABELA 11: VARIÁVEIS BÁSICAS - OPÇÕES REAIS VS. OPÇÕES FINANCEIRAS.....	124
TABELA 12: CÁLCULO DIRETO DO VALOR DA OPÇÃO.....	135
TABELA 13: ANÁLISE DO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO - SEM FLEXIBILIDADE.....	142
TABELA 14: SOMA DAS OPÇÕES COMBINADAS INDIVIDUALMENTE.....	149
TABELA 15: RESUMO DAS 1000 SIMULAÇÕES POR MONTE CARLO	151
TABELA 16: DISTRIBUIÇÃO DO PIB E DA POPULAÇÃO NA AMÉRICA LATINA (%).....	164
TABELA 17: CATEGORIA I - PAÍSES DE ALTA VOLATILIDADE (> 10% A.A.)	180
TABELA 18: CATEGORIA II - PAÍSES DE MÉDIA VOLATILIDADE (8% A.A. < σ < 10% A.A.)	181
TABELA 19: CATEGORIA III - PAÍSES DE BAIXA VOLATILIDADE (< 8% A.A.).....	182

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: PERFIL DA TAXA INTERNA DE RETORNO	29
FIGURA 2: PROPOSIÇÃO II - MODIGLIANI & MILLER	40
FIGURA 3: CONJUNTO EFICIENTE DE DOIS ATIVOS	47
FIGURA 4: SCL - LINHA CARACTERÍSTICA	49
FIGURA 5: SML - LINHA DE MERCADO DE TÍTULOS	53
FIGURA 6: FORMULAÇÃO ANALÍTICA DO ROI	61
FIGURA 7: CURVAS DE SIMULAÇÃO DOS VPLS	68
FIGURA 8: VARIAÇÕES DIÁRIAS NA COTAÇÃO DO DÓLAR	83
FIGURA 9: EVOLUÇÃO DA VOLATILIDADE DO DÓLAR EM 1 ANO	83
FIGURA 10: EXEMPLO I - MODELO BINOMIAL	85
FIGURA 11: EXEMPLO II - MODELO BINOMIAL	86
FIGURA 12: ILUSTRAÇÃO - AVALIAÇÃO NEUTRA DE RISCO	90
FIGURA 13: EXEMPLO - ÁRVORES BINOMIAIS MÚLTIPLAS	92
FIGURA 14: MOVIMENTO BROWNIANO COM TENDÊNCIA	102
FIGURA 15: PREVISÃO DE CENÁRIOS COM SORTEIO DE CAMINHOS ALEATÓRIOS	103
FIGURA 16: COMPARAÇÃO MBS E MBG	108
FIGURA 17: ANÁLISE DO CASO POR ÁRVORES DE DECISÃO	130
FIGURA 18: VALOR DA FLEXIBILIDADE CAPTURADA POR ÁRVORES DE DECISÃO	130
FIGURA 19: ANÁLISE DO CASO PELO MODELO BINOMIAL	133
FIGURA 20: ANÁLISE DO PREÇO DA OPÇÃO PELO MODELO BINOMIAL	133
FIGURA 21: APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE INVESTIMENTO PELO MODELO BINOMIAL	145
FIGURA 22: OPÇÃO DE EXPANSÃO	146
FIGURA 23: OPÇÃO DE RETRAÇÃO	147
FIGURA 24: OPÇÃO DE ABANDONO	148
FIGURA 25: OPÇÕES COMBINADAS	149
FIGURA 26: FONTES DE VALOR DE UMA OPÇÃO REAL	152
FIGURA 27: DISTRIBUIÇÃO DE VALORES DE VPL - $\sigma = 25\%$	153
FIGURA 28: EVOLUÇÃO DO VALOR DA OPÇÃO PARA DIVERSOS PERFIS DE VOLATILIDADE	154
FIGURA 29: EVOLUÇÃO DO VALOR DO VPL EXPANDIDO PARA DIVERSOS PERFIS DE VOLATILIDADE	155
FIGURA 30: PROCESSO DE DECISÃO COMPARADO: VPL X OPÇÕES REAIS	184

I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E A HIPÓTESE DE TRABALHO

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a América Latina tem se popularizado por uma característica peculiar aos mercados emergentes: a incerteza. Sucessões de planos econômicos e as mais variadas linhas governamentais têm garantido a perpetuação das dúvidas quanto ao ambiente político, tributário, monetário e cambial que cercam as empresas instaladas ou atuantes nesta região.

Em meio a este ambiente conturbado, uma questão primordial, alvo de preocupações de governantes e empresários de toda a região, tem sido a busca, o direcionamento e a manutenção de um fluxo crescente de investimentos externos em atividades produtivas nos países que aqui se encontram.

A Economia define investimento como "o ato de incorrer em custos imediatos, na expectativa de retornos futuros"¹. Neste sentido, a compra de um equipamento, construção de uma nova planta, aquisição de estoques para revenda e gastos em treinamento são alguns exemplos das várias formas possíveis de investimentos.

Ao analisar uma oportunidade de investimento, o investidor normalmente se depara com três fatores básicos que determinam a natureza do investimento: a irreversibilidade, a incerteza e o momento de investir, conforme explicam Dixit e Pindyck²:

¹ SANDRONI, P., *Dicionário de Economia*. 5.ed. São Paulo: Editora Best Seller, 1989, p.155.

² DIXIT, A. K., PINDYCK, R. S., *Investment under Uncertainty*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994. p.3.

- **Irreversibilidade:** O custo inicial do investimento é ao menos parcialmente *perdido*. Não se pode recuperar este investimento inicial caso haja mudança de idéia quanto à decisão de investir;
- **Incerteza:** Quanto aos benefícios futuros do investimento. Na melhor das hipóteses pode-se calcular as probabilidades dos resultados possíveis que podem gerar retornos maiores ou menores para o investimento;
- **Momento de investir:** Há uma certa liberdade quanto ao momento de investir. Pode-se adiar o investimento na espera de mais informação sobre o futuro (mas nunca, é claro, absoluta certeza).

As teorias tradicionais de avaliação parecem não ter reconhecido adequadamente as importantes implicações qualitativas e quantitativas que advém da interação destes três fatores. Um exemplo disso é o fato de que investimentos reais parecem ser muito menos sensíveis a mudanças pontuais nas taxas de juros ou de política tributária do que à volatilidade e à incerteza quanto ao ambiente econômico como um todo.

Recentemente, as crises que afetaram a região da América Latina, (tais como a crise do México em 1995, suas conseqüências ou "Efeito Tequila" sobre o Brasil, a crise Asiática e Russa em 1997 e os efeitos da crise asiática no Brasil em 1997, 1998 e a desvalorização do Real em janeiro de 1999, a crise Argentina em 2001, e recentemente as várias incertezas políticas e econômicas que têm atormentado toda a região: Colômbia, Venezuela, Argentina, Uruguai, Paraguai, eleições presidenciais no Brasil etc.) têm sido uma boa mostra de que as taxas de

juros não precisam se movimentar para que as percepções sobre os investimentos e o fluxo de capital para a região sejam negativamente alterados.

A característica de incerteza, apesar de altamente potencializada nos chamados "países emergentes", há muito deixou de ser algo exclusivo a estes países. De fato, pode-se afirmar que a humanidade vive num mundo cada vez mais incerto, agravado pelo avanço nas telecomunicações, na velocidade da informação e na rapidez de movimentação dos fluxos de capitais. Estes fatores, conseqüências do fenômeno da "globalização", tem surtido efeitos definitivos nos processos de tomada de decisão no mundo empresarial, e urge, portanto, adaptações nas teorias tradicionais de análise de investimentos.

Dentro deste contexto, tem-se desenvolvido na última década a chamada teoria de "opções reais" como uma importante ferramenta auxiliar na formulação de projetos de investimento, no gerenciamento da tomada de decisões estratégicas, e na precificação quantitativa de investimentos e empresas como um todo.

Conforme analisam Amram e Kulatilaka³, muitos gerentes já parecem compreender que há algo errado com a simples regra do VPL⁴ da forma que vem sido ensinada - que há valor em se esperar por mais informação, e que este valor não está refletido na fórmula padrão. De fato, os gerentes usualmente exigem muito mais do que um simples VPL positivo para aceitar um investimento. Isso pode ser porque eles entendem que as opções da empresa são valiosas, e que é desejável mantê-las abertas.

Há, assim, uma preocupação eminente dos participantes do mercado e dos acadêmicos da área financeira quanto ao esclarecimento destas questões, cujo

³ AMRAM, M., KULATILAKA, N., *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Boston: Harvard Business School Press, 1999. p.5.

⁴ Valor Presente Líquido

estudo e compreensão tornam-se cada vez mais necessários aos profissionais de finanças em todo mundo.

2. QUESTÃO DE PESQUISA

O presente trabalho busca discorrer sobre os métodos de avaliação de investimentos considerados "tradicionais", visando analisá-los à luz da conjuntura de grande incerteza que cerca as decisões de investimento em ambientes caracterizados pela alta volatilidade econômica, entre os quais a América Latina, e apresentar a metodologia de "opções reais" como possível resposta aos problemas encontrados, respondendo às seguintes questões de pesquisa:

- Quais as características principais da teoria de opções reais para análise investimentos? Quais as suas limitações?
- Como o modelo de avaliação com base em "opções reais" poderia favorecer a análise e o direcionamento de investimentos para regiões de alta volatilidade, em especial a América Latina?

Espera-se, desta forma, contribuir ao estudo do tema, que, paradoxalmente, apesar do grande alarde internacional, permanece pouco pesquisado e divulgado entre os profissionais de finanças latino-americanos, cujo ambiente parece ser um dos mais propícios à sua ampla utilização.

3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivo geral pesquisar e apresentar a metodologia de avaliação de investimentos em ativos reais com base na teoria de precificação de opções ("opções reais"), suas características, limitações e aplicações em ambientes empresariais caracterizados pela alta volatilidade econômica.

Esta pesquisa percorre, ainda, os objetivos específicos de:

- I. Verificar os principais métodos de avaliação de investimentos existentes, analisando-os sob a ótica da incerteza;
- II. Apresentar os conceitos de opções financeiras e apresentar as teorias de precificação de opções mais utilizadas;
- III. Apresentar a teoria de "opções reais" como metodologia de avaliação de investimentos;
- IV. Apresentar os principais tipos de opções reais existentes;
- V. Exemplificar, através de um exercício teórico, oportunidades de investimentos provindas da boa compreensão do modelo de opções reais em regiões de grande volatilidade, que normalmente não seriam aceitas pelos métodos tradicionais;
- VI. Contextualizar a América Latina como ambiente de tomada de decisões de investimentos de alta volatilidade.

Espera-se, com isso, chamar a atenção ao aspecto do risco e da incerteza, e de sua importância na conjuntura atual, contribuindo ao estudo e à prática das finanças corporativas.

Como limitação, este estudo dará maior ênfase aos métodos mais tradicionais de precificação de opções (Black & Scholes e binomial) e aos tipos mais comuns de opções reais (opção de adiamento, de abandono, de retração e de expansão), tendo em vista a enorme gama de aplicações e possibilidades que a metodologia engloba.

3.1. HIPÓTESES

Com base nas pesquisas bibliográficas, e na elaboração de exercício teórico para a aplicação da teoria, a investigação propõe testar as seguintes hipóteses:

- a) A metodologia de avaliação com base em opções reais traduz-se em uma alternativa viável para os problemas apresentados pelas metodologias convencionais na quantificação de flexibilidade e incertezas existentes em ambientes de grande volatilidade.
- b) A região da América Latina pode ser caracterizada como uma região de grande volatilidade e é um ambiente altamente propício à utilização da teoria de "opções reais".

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho busca fazer uma revisão bibliográfica, apresentando os fundamentos e o estado da arte atual da utilização da teoria de precificação de opções para a análise de projetos de investimento.

Neste sentido, a pesquisa inicia-se com a revisão bibliográfica das diversas teorias utilizadas para a avaliação de projetos de investimento, visando apresentá-las desde sua forma mais básica até os principais métodos mais sofisticados e recentes, cujo escopo incorpora conceitos como o valor do dinheiro no tempo e risco.

Concluída esta etapa, buscar-se-á pesquisar na literatura existente, complementada por artigos publicados em revistas e jornais especializados, as características das chamadas opções financeiras, sua origem histórica e seus aspectos principais, com o objetivo específico de apresentar as principais metodologias de avaliação de opções financeiras, cujo conhecimento é a base para a teoria de "opções reais".

Com relação à pesquisa detalhada sobre os diversos aspectos que envolvem a teoria de "opções reais" e o seu estado da arte atual, este trabalho envolve a participação em seminários internacionais sobre o tema, interação com praticantes e teóricos em âmbito internacional e troca de experiências com diversos representantes de empresas multinacionais e consultorias, envolvidos na pesquisa e implementação da técnica.

Os aspectos conjunturais da América Latina serão levantados através de pesquisa bibliográfica baseada em trabalhos e artigos publicados em revistas e periódicos da região e do exterior, que reflitam diversas opiniões sobre o tema. A caracterização técnica da região como um ambiente de alta volatilidade será feita através da análise de dados históricos de ativos financeiros dos principais países da região, em contraste com países ou regiões considerados "estáveis", tais como os Estados Unidos ou a zona do Euro.

Finalmente, no tocante à relação existente entre as opções reais e ambientes empresariais com grande volatilidade, será desenvolvido um exercício teórico para a aplicação da metodologia, adaptado de casos obtidos junto a empresas atuantes na região da América Latina.

5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Visando atingir o objetivo proposto, este trabalho foi organizado da seguinte maneira:

- O **Capítulo I - Considerações iniciais e formulação do problema, hipótese e metodologia de trabalho** - introduz as preocupações concernentes à avaliação de investimentos em ambientes empresariais de grande volatilidade (em particular a América Latina), utilizando-se as técnicas convencionais, apresentando o modelo de opções reais, assim como o problema, a hipótese de trabalho e a metodologia utilizada para a elaboração desta dissertação.
- O **Capítulo II - Métodos de avaliação tradicionais** - descreve os diversos métodos de avaliação existentes, assim como os problemas encontrados na mensuração das "opções" disponíveis ao investidor no momento da avaliação.
- O **Capítulo III - Opções reais como metodologia de avaliação** - revisa o conceito de derivativos e opções financeiras, percorrendo os métodos de precificação de opções mais utilizados. Este capítulo faz o elo entre as opções financeiras e as opções reais, apresentando a metodologia, seus conceitos matemáticos e os tipos mais comuns de opções reais encontrados na prática.
- O **Capítulo IV - Opções reais em ambientes de grande volatilidade** - apresenta um exercício teórico sobre a utilização da metodologia de opções reais em

ambientes de alta volatilidade econômica, agregando os diversos conceitos apresentados anteriormente em uma simulação de um caso real.

- O **Capítulo V - A América Latina como ambiente de alta volatilidade** - apresenta os diversos países abrangidos sob esta conotação regional, com uma breve retrospectiva histórica das variáveis política, econômica e cambial dos principais países, assim como caracteriza tecnicamente a região da América Latina como um ambiente de alta volatilidade.

- O **Capítulo VI - Considerações Finais** - revê as questões que o estudo propôs abordar, com base nos dados e informações obtidos no decorrer das etapas anteriores, e apresenta os resultados e as conclusões da pesquisa.

II. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO TRADICIONAIS

1. OBJETIVO FINANCEIRO DA EMPRESA

Inserida num contexto de crescente competitividade, de fusões, aquisições e privatizações, a área de avaliação de investimentos tornou-se, nas últimas décadas, uma das mais importantes e palpitantes na comunidade financeira mundial. Diversos teóricos e analistas de mercado têm se dedicado amplamente ao desenvolvimento e aprimoramento de técnicas que possam avaliar, com a melhor precisão possível, o verdadeiro valor e as melhores escolhas entre projetos de investimento.

Dentre as diversas razões que justificam tal demanda por precisão estão a compra e venda de negócios, a dissolução de sociedades e a liquidação de empreendimentos através de fusões e aquisições e privatizações. Ainda mais usual é a necessidade de avaliação para monitoramento das decisões de gestão, advinda da estrutura do mercado de capitais que normalmente separa a figura do acionista da do gestor (ou agente), sugerindo formas objetivas de controle e acompanhamento do trabalho desenvolvido pelos executivos na obtenção do valor mais alto possível para cada ação pertencente aos acionistas da companhia.

A disciplina de avaliação de investimentos, utilizada nas decisões de alocação de capital, preocupa-se com a distribuição no longo prazo dos recursos disponíveis dentre os diversos projetos de investimentos existentes. Estas decisões implicam no sacrifício do consumo hoje, em troca de consumo em períodos futuros,

representando o centro das escolhas que devem ser feitas diariamente por uma empresa ou indivíduo.

Como regra geral, os indivíduos buscam tomar decisões de investimentos que maximizem sua satisfação ou consumo ao longo do tempo. Analogamente, as empresas preocupam-se em maximizar a riqueza de seus acionistas, ajudando-os a atingir o seu objetivo de consumo máximo.

A análise financeira, assim, almeja fornecer os meios para tornar flexíveis e corretas as decisões de investimento no momento mais apropriado e mais vantajoso, com a compensação mais equilibrada entre risco e retorno.

Ao se avaliar um investimento real, busca-se obter o seu *fair value*⁵, ou aquele que representa de modo equilibrado as potencialidades e os custos de determinado projeto. Entretanto, vale notar que não há um valor "correto" para um investimento, pois o seu valor deve ser determinado considerando-se as diferentes perspectivas e incertezas existentes. Isto significa que o preço do ativo em questão somente será definido a partir da interação dos desejos, da flexibilidade dos diversos participantes e do desenrolar dos fatos desconhecidos com o passar do tempo.

Acrescente-se, ainda, que o processo de avaliação envolve uma série de avaliações subjetivas que influenciam sobre o valor a ser obtido. As percepções sobre o valor de um projeto podem ser variadas. Eventualmente alguns podem perceber no investimento sérias restrições, enquanto outros podem visualizar possibilidades de implementação de ajustes estratégicos e assegurar bons retornos.

Da mesma forma, diversos fatores influem nas decisões de investimento, tais como condições de demanda, ofertas e preços, distintos cenários

⁵ Valor justo de mercado, definido pelo IASC (*International Accounting Standards Commission*) como: "the amount for which an asset could be exchanged or a liability settled between knowledgeable, willing parties in an arm's length condition".

macroeconômicos, crescimento demográfico, alterações na legislação tributária e pressões de novas tecnologias, taxas de juros, câmbio e inflação.

Como resposta a este ambiente conturbado e à crescente necessidade de avaliação e escolha entre diversas alternativas de projetos, a disciplina financeira tem oferecido, ao longo de sua evolução, vários métodos para calcular o valor de um investimento, não existindo, contudo, uma fórmula exata. Idealmente, se desejaria obter um valor científico e perfeito, mas nenhum método parece ser absolutamente adequado para todas as situações possíveis no mundo corporativo real. É possível, todavia, classificar os métodos que são mais ou menos formais, de acordo com as premissas implícitas de avaliação, revelando os tecnicamente mais robustos de acordo com o escopo do projeto.

Embora não conclusivos, os métodos de avaliação oferecem um importante instrumento para auxiliar aqueles que estão envolvidos num processo de avaliação de projetos, prestando-se, principalmente, como suporte a importantes decisões estratégicas. De fato, conforme afirma Damodaran⁶, "o valor de uma empresa pode ser diretamente relacionado às decisões que toma - relativas a que projetos empreende, como os financia e sua política de dividendos. A compreensão deste relacionamento é a chave para a tomada de decisões que adicionam valor e reestruturação financeira sensata".

2. MODELOS DE AVALIAÇÃO SEM RISCO

Esta terminologia engloba um conjunto de técnicas de avaliação em seu estado mais básico, sob a pressuposição de que o risco, ou a incerteza, não são

⁶ DAMODARAN, A. Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999. p.9.

considerados numa primeira análise para os tomadores de decisão. As principais metodologias sob este enfoque são:

- Taxa Média de Retorno Contábil;
- Período de *Payback*;
- Taxa Interna de Retorno;
- Valor Presente Líquido;
- Índice de Lucratividade.

É importante ressaltar que esses mesmos métodos também podem ser utilizados considerando-se o fator risco, conforme apresentado no decorrer deste trabalho. Todavia, para fins de segregação e apresentação gradual de suas possíveis formas, buscaremos apresentá-los nessa seção em seu estado mais básico, ou seja, sem a inclusão de incertezas.

2.1. TAXA MÉDIA DE RETORNO CONTÁBIL

Este método é possivelmente o mais antigo utilizado para a análise de negócios, e baseia-se primariamente na comparação dos lucros líquidos contábeis com os custos iniciais de um projeto, através da adição de todos os lucros líquidos futuros e da sua divisão pelo investimento médio. Contudo, a técnica é falha ao não considerar o valor do dinheiro no tempo e os fluxos de caixa do projeto, ao utilizar o lucro contábil como base de mensuração.

O conceito de lucro contábil não evidencia qual o potencial de agregação de valor de determinada companhia. Entre as críticas ao lucro contábil, destacam-se as citadas por Rappaport⁷ e Copeland⁸:

- Métodos alternativos contábeis podem ser empregados;
- Requerimentos de investimentos são excluídos;
- Valor do dinheiro no tempo é ignorado;
- Distorção provocada pela inflação;
- Efeitos da sazonalidade;
- Efeitos dos itens extraordinários e não recorrentes (normalização dos lucros).

Usualmente, as demonstrações contábeis devem ser ajustadas para aproximar-se do que seria a situação econômico financeira (valor econômico) da entidade. Ajustes típicos refletem um tratamento sobre itens tais como a depreciação, estoques, ativos intangíveis e outros itens patrimoniais. Entre os fatores que dificultam a utilização das demonstrações contábeis como indicador do valor econômico de uma empresa, destacam-se⁹:

- Os relatórios contábeis são normalmente baseados em custos históricos, não atribuindo aos ativos os valores correntes ou justos (de mercado);

⁷ RAPPAPORT, A., *Creating Shareholder Value: The New Standard for Business Performance*. New York: The Free Press, 1996. p.14.

⁸ COPELAND, T.E., KOLLER T., MURRIN, J., *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, 2.ed. New York, NY: John Wiley & Sons, 1995. p.78.

⁹ MARTINEZ, A.L., *Buscando o Valor Intrínseco de Uma Empresa: Revisão das Metodologias para Avaliação de Negócios*, Anais da Enanpad, 1999. p.3.

- A contabilização de acordo com o princípio da competência, associado com os conceitos de realização de receitas e da confrontação de despesas, torna a contabilidade desbalanceada com relação a alguns direcionadores de valor como o conceito do valor do dinheiro no tempo e do risco associado;
- Algumas operações chamadas de off-balance sheet¹⁰ não são registradas nas demonstrações contábeis tradicionais, e, entretanto são muito relevantes para a identificação do valor de uma empresa. Além do arrendamento mercantil, posições em derivativos (financeiros ou embutidos - *embedded derivatives*) e garantias oferecidas são exemplos de itens que em geral não estão evidenciados.

Nas demonstrações contábeis, não é possível identificar uma grande parte dos chamados ativos intangíveis, destacando-se o *goodwill* (o valor de mercado que excede ao total do capital investido nos ativos da empresa). Em conformidade com os princípios contábeis, o *goodwill* não possui um custo identificado objetivamente e usualmente não é registrado no balanço patrimonial da companhia.

A taxa média de retorno contábil pode ser calculada através aplicação da fórmula simplificada abaixo, adaptada de Groppelli e Nikbakht¹¹ e Sanvicente¹²:

$$\text{Taxa média de retorno contábil} = \frac{\text{Lucros Líquidos Anuais Futuros Médios}}{\text{Investimento Inicial Médio}}$$

¹⁰ Transações não registradas ou divulgadas no balanço patrimonial da empresa.

¹¹ GROPPELLI, A.A., NIKBAKHT, E. *Administração Financeira*; tradução André Olímpio Mosselman Du Chenoy Castro. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1999. p. 134.

¹² SANVICENTE, A.Z., *Administração Financeira*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1977. p.45.

Apesar de fácil de entender, a taxa média de retorno contábil possui diversas falhas conceituais e portanto não é recomendada para a análise de investimentos.

2.2. REGRA DO *PAYBACK*

A regra do *payback* define o número de períodos (medidos em anos) necessários para a recuperação do investimento inicial. Usualmente, o projeto com o menor *payback* será selecionado em detrimento aos outros, desde que o período encontrado para este projeto seja considerado aceitável pela empresa.

A diferença principal entre este método e a taxa média de retorno contábil é que no último são utilizados lucros líquidos contábeis, enquanto a regra do *payback* faz uso das entradas de caixa para o cálculo do período de recuperação do investimento.

O cálculo do *payback* é extremamente simples e rápido, e por isso este método tornou-se amplamente conhecido e utilizado entre analistas financeiros. No entanto, o método tradicional não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo (ex.: não há diferença entre uma entrada de caixa hoje ou daqui a dois anos) e, tal como a taxa média de retorno contábil, não serve como medida de lucratividade, uma vez que as entradas e saídas de caixa após o período de recuperação do investimento inicial são ignoradas.

Para amenizar tal deficiência, recomenda-se calcular *payback* a valor presente, ou *payback* ajustado. Este método considera o espaço de tempo entre o início do projeto e o momento quando os fluxos de caixa trazidos a valor presente tornam-se positivos. Esta aplicação ajustada é largamente utilizada e traduz em

unidades de tempo o mesmo resultado fornecido pela técnica do valor presente líquido.

Sobre as qualidades atenuantes da regra do período de *payback*, Ross¹³ descreve que:

"apesar de suas deficiências, a regra do período do payback é freqüentemente utilizada por empresas grandes e sofisticadas, quando tomam decisões relativamente pouco importantes. (...) A razão principal é a de que muitas decisões simplesmente não requerem análise detalhada, já que o custo da análise será superior ao possível prejuízo se um erro fosse cometido".

2.3. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A taxa interna de retorno é uma medida da taxa de rentabilidade. Por definição, a TIR é uma taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial, conforme mostram os dados e o gráfico¹⁴ a seguir:

Ano	Fluxo	Taxas de desconto				
		0%	5%	10%	15%	20%
0	\$ (100.00)	\$ (100.00)	\$ (100.00)	\$ (100.00)	\$ (100.00)	\$ (100.00)
1	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 57.14	\$ 54.55	\$ 52.17	\$ 50.00
2	\$ 60.00	\$ 60.00	\$ 54.42	\$ 49.59	\$ 45.37	\$ 41.67
VPL		\$ 20.00	\$ 11.56	\$ 4.13	\$ (2.46)	\$ (8.33)

Tabela 1: Fluxo de Caixa comparando diferentes perfis de TIR

¹³ ROSS, S.A., WESTERFIELD, R.W., JORDAN, B.D., *Princípios de Administração Financeira*; tradução Antonio Zorato Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1998. p.171.

¹⁴ In: ROSS, 1998, op.cit., p.175.

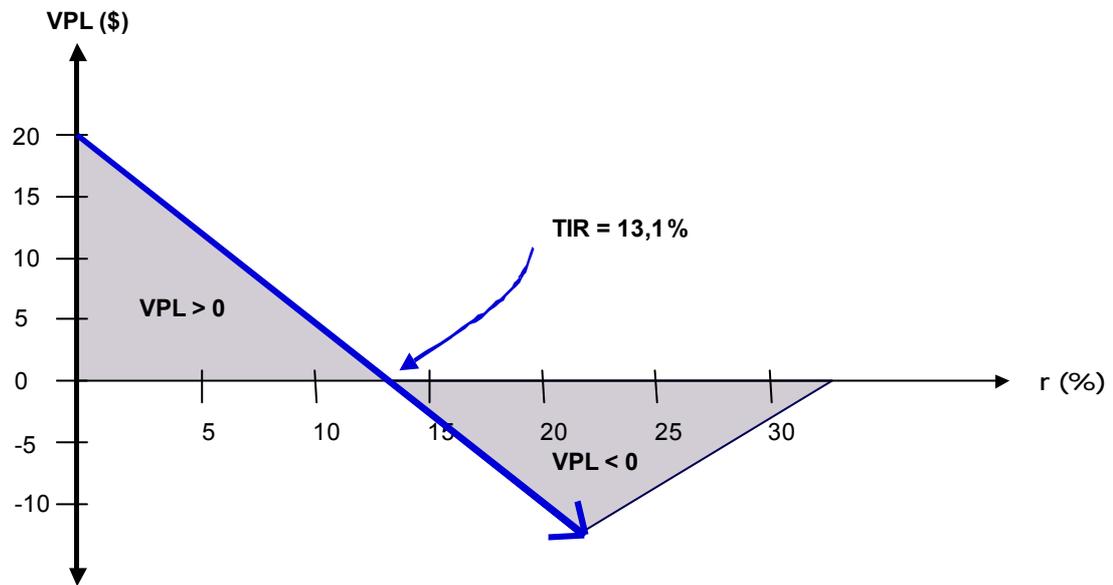


Figura 1: Perfil da Taxa Interna de Retorno

Na análise de investimentos, costuma-se comparar a TIR do projeto em questão à taxa mínima ou a taxa desejada de retorno, que deve ser menor do que a TIR. As empresas determinam suas taxas mínimas de retorno com base em seus custos de financiamento e no risco do projeto. Em seguida, são projetados os fluxos de caixa futuros e é calculada a TIR.

O método da TIR é extremamente popular pois é intuitivo, e possibilita a comparabilidade entre projetos distintos. No entanto, apesar de incorporar o valor do dinheiro no tempo, e, portanto, tratar-se de uma clara evolução perante a taxa média de retorno contábil e da regra do *payback* simples, uma análise de projetos puramente pela TIR pode levar a resultados não-realistas. Muitas vezes, a TIR calculada não é razoável para o reinvestimento de fluxos de caixa futuros, e não serve como parâmetro de aceitação ou rejeição de um projeto.

Um segundo problema que ocorre no método da TIR é a possível existência de múltiplas taxas de retorno em um único projeto. Nestes casos, a difícil

definição de qual taxa deveria ser utilizada na comparação com a taxa mínima torna o método pouco confiável.

2.4. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

Na ausência de flexibilidade gerencial, o conceito do VPL é considerado o método mais consistente com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza do acionista. Outros métodos alternativos (tais como a regra do *payback*, taxa média de retorno contábil e taxa interna de retorno), apesar de amplamente utilizados no universo corporativo, têm sido julgados como inferiores ao VPL na literatura padrão de finanças¹⁵.

O valor presente líquido de um investimento é a diferença entre o valor presente das entradas e saídas de caixa presentes e futuras, descontadas a taxa de juros (taxa de desconto). Desta forma, e uma vez que os VPLs são aditivos, a riqueza dos acionistas é maximizada ao escolher-se todos os projetos com VPL de valor positivo. Nas empresas em que há restrição de capital, busca-se os projetos com maior VPL.

A fórmula do VPL das receitas líquidas futuras pode ser escrita conforme abaixo¹⁶:

$$\text{VPL} = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - I$$

onde:

r = taxa de desconto

C_t = é o fluxo de caixa líquido para o período t

¹⁵ TRIGEORGIS, L., *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. p. 24-25.

I = investimento inicial

T = número de períodos do projeto

As vantagens principais do método VPL são:

- Ao contrário da taxa média de retorno contábil, o método do VPL usa fluxos de caixa¹⁷ ao invés de lucros líquidos, incluindo a depreciação como fonte de recursos. Esta característica torna a abordagem do VPL consistente com a teoria financeira moderna;
- O VPL, ao contrário da taxa média de retorno e do *payback* simples reconhece o valor do dinheiro no tempo;
- Ao aceitar projetos com VPL positivos, a empresa também aumentará o seu valor (visando a maximização da riqueza dos acionistas) e não correrá o risco de aceitar um projeto com retorno negativo, num projeto onde existam múltiplas taxas internas de retorno;
- Na comparação entre dois projetos de investimentos, o método do VPL permite que seja encontrada uma taxa de desconto ajustada ao risco de cada projeto, eliminando o problema de comparação entre projetos com perfis de risco diferenciados.
- Na escolha entre dois projetos de investimentos mutuamente excludentes (ou independentes), nos quais distintas taxas de desconto podem inverter a ordem de preferência entre os projetos, o método do

¹⁶ GITMAN, L.J., *Princípios de Administração Financeira*. 7.ed. Tradução de Jean Jacques Salim e João Carlos Douat. São Paulo: Harbra, 1997. p.329.

¹⁷ COPELAND (1994, 71) revela em seu livro de avaliações a importância do fluxo de caixa no processo de avaliações, no capítulo intitulado "Cash is King".

VPL é sempre o mais adequado, pois evita que decisões erradas sejam tomadas com base na TIR individual dos projetos¹⁸.

O ponto crítico da abordagem do VPL está na decisão de qual taxa de desconto utilizar. As taxas de desconto são influenciadas pelo nível de risco e duração do projeto, e tendem a subir acompanhando taxas de juros e inflação.

Outra limitação da abordagem do VPL reside na necessidade de se assumir que a administração é capaz de fazer previsões dos fluxos de caixa dos anos futuros, e que as premissas adotadas permanecerão estáticas durante todo o projeto, sem qualquer intervenção dos gerentes em caso de resultados inesperados e desfavoráveis.

No mundo corporativo real, quanto mais distante for o horizonte de tempo, maiores serão as incertezas e mais imprecisas serão as previsões de fluxo de caixa, uma vez que estes fluxos são diretamente influenciados pelas vendas futuras, custos em geral (mão-de-obra, materiais, custos indiretos de fabricação), taxas de juros, políticas governamentais, aspectos climáticos, mudanças demográficas, políticas internacionais, gostos dos consumidores, novas tecnologias, e assim por diante.

Desta forma, no método VPL, erros na previsão de fluxos de caixa podem levar à aceitação de um projeto que deveria ser rejeitado ou vice-versa. Além disso, apesar da estimativa de taxas de juros futuras ser tanto difícil como incerta, a premissa adotada pelo método de que a taxa de desconto é a mesma durante todo o projeto pode não ser realista. Esta situação, inclusive, também ocorre nos métodos da TIR e do *payback* ajustado, que partem do mesmo pressuposto básico.

¹⁸ ROSS, S.A., WESTERFIELD, R.W., JORDAN, B.D., *Princípios de Administração Financeira*; tradução Antonio Zorato Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1998. p.178.

Não obstante tais limitações, a abordagem do VPL é considerada, num cenário de ausência de flexibilidade gerencial, a mais consistente com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza do acionista pela literatura financeira moderna e por seus praticantes.

2.5. ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE

O método do índice de lucratividade compara o valor presente das entradas de caixa futuras com investimento inicial de um projeto, conforme a fórmula abaixo¹⁹:

$$IL = \frac{\text{VP do Fluxo de Caixa}}{\text{Investimento Inicial}}$$

Neste método, apenas projetos com Índice de Lucratividade maiores ou iguais a 1 são aceitos. Desta forma, o mesmo resultado é encontrado através da abordagem do valor presente líquido e do IL, devendo ser tomadas as mesmas precauções quanto à taxa de desconto utilizada para o cálculo do valor presente dos fluxos de caixa.

3. MODELOS DE AVALIAÇÃO COM RISCO

Nos modelos de avaliação apresentados na seção anterior, inclusive na abordagem do VPL, as alternativas de investimento são apresentadas em sua forma básica, sem o ajuste ao risco, com base na premissa de que os valores de fluxo de

caixa estimados são absolutamente precisos, sem qualquer possibilidade de erros em sua elaboração, e nem de mudança de planos (flexibilidade) durante a vida do projeto.

Neste tópico, buscaremos abordar as relações entre custo de capital, investimento e risco, dividindo as diferentes abordagens em três categorias principais:

- a) Modelos de avaliação que se enquadram no conceito genérico do "fluxo de caixa descontado", acrescentando à tradicional análise do valor presente líquido o conceito de risco;
- b) Modelos baseados no valor econômico residual, que perseguem o conceito de resultado econômico numa abordagem de gestão;
- c) Abordagens probabilísticas que analisam as incertezas na avaliação de investimentos e propõem soluções matemáticas para acrescentar a flexibilidade gerencial e a possibilidade de decisões futuras aos modelos de análise.

3.1. MODELOS DE FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Esta abordagem fundamenta-se na regra do "valor presente", ou no *conceito do valor do dinheiro no tempo*, onde o valor de qualquer ativo é o valor dos fluxos de caixa futuros dele esperados, descontado por seu custo de oportunidade no tempo.

Conforme pudemos analisar, os métodos baseados no "fluxo de caixa descontado" (TIR, VPL e Índice de Lucratividade) são significativamente superiores

¹⁹ GROPELLI, A.A., NIKBAKHT, E. *Administração Financeira*; tradução André Olímpio Mosselman Du Chenoy Castro. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1999. p.141.

aos que não se baseiam neste conceito (Taxa Média de Retorno Contábil e *Payback* simples), pois incorporam a noção de que é importante saber o momento exato em que ocorrerá uma entrada ou saída de caixa. Dentre os métodos de fluxo de caixa descontado, destaca-se o VPL como o mais adequado e recomendado pela literatura de finanças tradicional para a análise de alocação de capital, objetivando a maximização da riqueza dos acionistas e do valor da empresa no mercado.

Todavia, assumiu-se até então um universo livre de riscos e incertezas no cálculo do valor presente líquido de alternativas de investimento. Esta suposição é claramente muito distante da realidade das decisões de investimento, e ressalta a necessidade de se incorporar o conceito de risco na análise de investimentos através dos métodos de fluxo de caixa descontado.

Sob incerteza, o valor dos fluxos de caixa individuais deve ser substituído por uma distribuição de probabilidades dos valores possíveis, cuja dispersão reflete o grau de risco da variável.

3.1.1. ABORDAGEM DA TAXA DE DESCONTO AJUSTADA

No cálculo do VPL num ambiente sem risco, o objetivo de maximização da receita do acionista é atingido ao se escolher projetos que, após o desconto dos fluxos de caixa futuros pelo seu custo de oportunidade (taxa de juros livre de risco ou a taxa de retorno requerida pela empresa ou mercado em investimentos compatíveis), apresentem VPL positivo.

Ao introduzirmos incerteza, a mesma idéia básica permanece inalterada, porém o conceito de "investimentos compatíveis" passa a significar investimentos

com as mesmas características de risco. Assim, Trigeorgis²⁰ sugere que a taxa de desconto r passa a ser substituída por k , que representa a soma de r (taxa de juros livre de risco) mais um prêmio de risco (p) usado para compensar o risco associado ao projeto. Assim, $k = r + p$, e a nova fórmula do VPL fica:

$$VPL = \sum_{t=1}^T \frac{E(C_t)}{(1+k)^t} - I$$

onde:

k = taxa de desconto ajustada ao risco

C_t = é o fluxo de caixa líquido para o período t

I = investimento inicial

T = número de períodos do projeto

3.1.1.1. CUSTO MÉDIO PONDERADO DE CAPITAL (WACC)

Normalmente, projetos de investimento dentro do mesmo perfil de risco dos negócios de uma empresa não afetam o risco total da corporação e, portanto, podem ser descontados pelo custo médio ponderado de capital da empresa (ou WACC - *Weighted Average Cost of Capital*).

O custo de capital de uma empresa serve como parâmetro nas tomadas de decisões de investimentos em geral, pois reflete a taxa mínima de retorno para cobrir o custo dos recursos para financiar os investimentos. Em outras palavras, o custo de capital é a taxa de retorno (custo) que a empresa deve pagar aos investidores para que estes tenham interesse na compra de títulos e ações da empresa.

²⁰ TRIGEORGIS, L., *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. p.34.

Os fundos disponíveis para uma empresa originam-se tanto em fontes internas quanto em fontes externas. As fontes externas são os financiamentos, fornecedores (contas a pagar), empréstimos de longo prazo (principalmente títulos ou debêntures) e ações. As fontes internas, por sua vez, são os lucros retidos, cujo custo pode ser comparado ao da emissão de novas ações ordinárias.

Os custos de capital de uma empresa refletem o seu risco pois são determinados pelo mercado. Obviamente, se o risco é alto, o retorno exigido será alto, e se o risco for baixo, o retorno também será baixo, a menos que seja afetado por incertezas econômicas.

Existe também o risco do prazo da operação. Quanto maior o prazo dos investimentos, maior a incerteza e conseqüentemente, o custo do capital, que inclui o risco de perdas por concordata ou falência da empresa. Analogamente, o retorno exigido pelos acionistas é significativamente mais alto do que o retorno exigido por um credor de curto prazo. Isso ocorre devido ao prazo (os recursos investidos em ações são perpétuos, e os credores são quitados antes dos acionistas em caso de falência) e porque os investidores exigem compensação pelos riscos extras a que estão submetidos.

Assim, podemos dividir o custo de capital em duas categorias principais: custo do capital de terceiros e o custo do capital próprio.

O cálculo do custo do capital de terceiros (ou custo da dívida) é um exercício relativamente simples, uma vez que as taxas de juros são resultado das taxas de mercado e da precificação do mesmo para os títulos emitidos pela empresa. Entre os fatores que influenciam o custo do capital de terceiros estão o nível corrente da taxa de juros, o risco de inadimplência da empresa e os benefícios fiscais associados aos empréstimos. Além disso, uma vez que os custos com capital

de terceiros são dedutíveis para fins de imposto de renda, o cálculo do mesmo deve ser ajustado para refletir este efeito.

O custo do capital próprio, por sua vez, não é tão facilmente obtido, e o seu cálculo exige algumas aproximações que podem ser feitas através do cálculo do valor presente dos dividendos futuros esperados, ou de metodologias que buscam estimar o custo do capital próprio considerando o risco do mercado, como o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) e o APT (*Arbitrage Pricing Theory*).

Para o cálculo do custo médio ponderado de capital, tanto o custo do capital de terceiros como o custo do capital próprio são considerados, conforme a fórmula abaixo:

$$WACC = k_i (1 - IR) \frac{P}{P + PL} + K_e \frac{PL}{P + PL}$$

Onde:

IR = Alíquota de Imposto de Renda

K_i = Custo do Capital de Terceiros

K_e = Custo do Capital Próprio

P = Passivo Oneroso (ou dívidas)

PL = Patrimônio Líquido (ou ações mais lucros retidos)

A fórmula acima é resultado das proposições de Modigliani & Miller (ou M&M)²¹, e já considera os impostos como parte importante do cálculo do WACC. Anteriormente à publicação das proposições de M&M, a teoria convencional acreditava que mudanças na estrutura de capital influenciariam o valor do WACC e,

²¹ MODIGLIANI, F., MILLER, M. H. "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment". *American Economic Review*, XLVII (junho de 1958), p.655-69.

em conseqüência, o valor da empresa. Desta forma, seria possível para a empresa atingir uma estrutura financeira ótima.

Em suas famosas proposições, Modigliani & Miller demonstraram que o valor da empresa independe da forma como esta é financiada, uma vez que o seu custo médio de capital permanece inalterado, qualquer que seja a sua estrutura de capital. O modelo proposto pelos autores inclui duas proposições. A *Proposição I* afirma que o valor de mercado de uma empresa alavancada não depende de uma mudança na estrutura de capital, e a *Proposição II* diz que o custo de capital próprio aumenta quanto maior for a proporção entre os passivos e o patrimônio líquido. A justificativa para esta afirmação baseava-se no fato de que qualquer aumento na proporção de dívidas sobre o total dos recursos da empresa seria compensada pelo aumento da percepção de risco do mercado, que automaticamente elevaria as taxas de captação da empresa, equilibrando o WACC.

Contudo, ao incorporarem os impostos, Modigliani & Miller concluíram que os benefícios fiscais fazem com que uma maior proporção de dívidas com terceiros seja favorável para a redução do custo de capital médio ponderado da empresa, conforme mostra o gráfico a seguir:

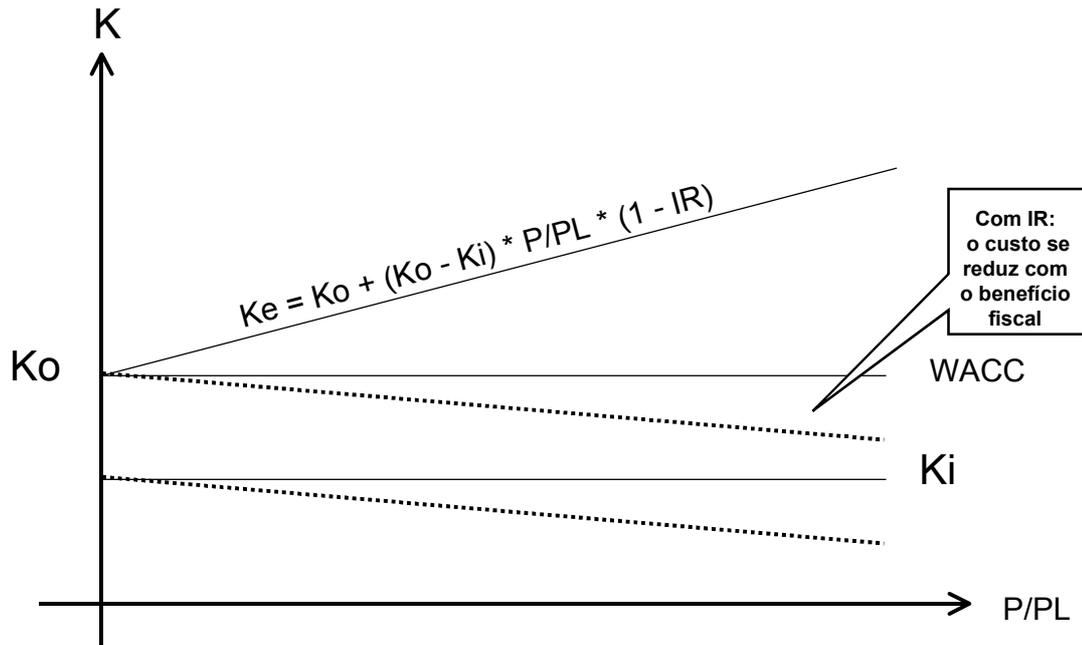


Figura 2: Proposição II - Modigliani & Miller

Onde K_o = custo de capital da empresa sem dívidas.

Há de se notar, todavia, que a proposição acima pressupõe a perfeição do mercado (que não ocorre na realidade), já que um aumento indiscriminado da proporção de dívidas pode levar a empresa a uma indesejada situação de insolvência. Além disso, o uso de diferentes fontes de recursos (principalmente os subsidiados - amplamente praticados em alguns setores econômicos da América Latina e outras regiões e que independem da precificação do mercado), também pode invalidar a proposição de M&M, pois o aumento ou diminuição no risco da empresa pode não surtir efeito algum em seu custo de capital de terceiros.

Apesar de sua indiscutível contribuição à teoria moderna de finanças, as posições de M&M podem ser conciliadas à teoria convencional ao aceitarmos a idéia de que a alavancagem financeira adiciona benefícios fiscais ao valor da empresa até

certo ponto, e que dívidas em excesso causam efeitos adversos sobre o custo de capital e o valor da empresa, respeitadas as questões apontadas acima.

3.1.1.2. MODELO DE DESCONTO DE DIVIDENDOS

Uma das formas possíveis para se estimar o custo do capital próprio é através do desconto de dividendos futuros. Os dividendos são a única forma de fluxo de caixa recebida pelos acionistas como remuneração pelo seu investimento enquanto estes forem detentores de ações da empresa. Assim, costuma-se dizer que o valor de uma ação é igual ao valor presente dos dividendos futuros esperados, ou seja:

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1 + K_e)^t}$$

Onde:

P_0 = valor da ação (valor presente dos dividendos futuros)

D_t = dividendo por ação esperado na data t

K_e = custo do capital próprio

Assumindo que os dividendos por ação crescem à uma taxa g por período, e que as taxas K_e e g são constantes (K_e é maior do que g), Gordon e Shapiro²² chegaram à seguinte equação simplificada:

$$P_0 = \frac{(D_0 \times (1 + g))}{(K_e - g)} = \frac{D_1}{(K_e - g)}$$

²² GORDON, M.J., SHAPIRO, E. "Capital Equipment Analysis: The Required Rate of Profit", *Management Science*, Vol. 3. Oct/1953, p.102-110.

De onde se obtém:

$$K_e = \frac{D_1}{P_0} + g$$

Nos casos em que $g = 0$ (não há expectativa de crescimento dos dividendos), ou nas ações preferenciais com dividendos fixos, o custo do capital próprio será:

$$K_p = \frac{D_p}{P_0(1-U)}$$

Onde:

K_p = taxa de retorno exigida pelos detentores de ações preferenciais

D_p = dividendo fixo por ação preferencial

P_0 = preço por ação preferencial

U = custo de colocação das ações preferenciais, como proporção de P_0

3.1.1.3. MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS (CAPM)

O modelo CAPM (ou *Capital Asset Pricing Model*) oferece uma metodologia atrelada ao conceito de diversificação do risco para relacionar o retorno esperado de um ativo individual (WACC da empresa ou retorno do projeto individual) ao risco da carteira que representa o mercado (risco não-diversificável), baseado na correlação existente entre o retorno de um ativo e o retorno do mercado como um todo.

De forma a facilitar o entendimento deste modelo, é necessário apresentarmos alguns conceitos fundamentais mais básicos:

a) Retorno Esperado

O retorno esperado, ou $E(r_j)$, reflete o quanto um indivíduo espera receber por um investimento em um determinado ativo para um período futuro, e é utilizado como medida do resultado deste investimento. Devido à falta de informações precisas, este retorno pode basear-se em expectativas individuais, no retorno médio obtido por este ativo com base em dados históricos, ou, em casos mais raros, em informações privilegiadas detidas pelo investidor em questão.

Usualmente, utiliza-se a média da distribuição de frequência dos dados históricos do retorno como uma boa estimativa do retorno esperado.

b) Variância e Desvio Padrão

Entre as diversas maneiras possíveis para se avaliar o risco no retorno do título, ou a sua volatilidade, a variância, que representa uma medida dos quadrados das diferenças entre os retornos de um ativo e o seu retorno esperado, tem sido a medida mais largamente utilizada, expressa pela fórmula abaixo:

$$\text{Var}(r_j) = \frac{\sum (r_j - \bar{r}_j)^2}{n - 1}$$

Onde:

r_j = Taxa de retorno observada

\bar{r}_j = Taxa de retorno esperada

n = número de observações

O motivo de tomar-se a média dividindo-se por $(n-1)$ ao invés de n é que isso dá uma melhor estimativa da variância populacional, caso seja utilizada uma amostra. Para dados populacionais, o mais adequado é a utilização de n .

Da variância, advém como a sua versão padronizada o desvio padrão (σ), ou a raiz quadrada da variância (σ^2). Para determinar o desvio padrão, calcula-se a variância e toma-se a raiz quadrada positiva do resultado. A sua larga utilização deve-se ao fato de que o desvio padrão utiliza a mesma unidade de medida da média. A variância, por outro lado, se exprime em quadrados das unidades utilizadas na média.

c) Covariância e Correlação

Tanto a covariância quanto a correlação são medidas estatísticas que possibilitam avaliar a força ou o grau de relacionamento entre duas variáveis. Assim, a fórmula da covariância permite medir se duas taxas de retorno têm uma associação positiva (produzindo uma covariância positiva), ou associações negativas através de covariâncias negativas. Caso estes retornos não possuam qualquer associação entre si, então a covariância também será nula. Supondo dois ativos A e B, poderíamos escrever algebricamente a sua covariância conforme abaixo:

$$\sigma_{A,B} = \text{Cov}(r_A, r_B) = \frac{\sum (r_A - \bar{r}_A) \times (r_B - \bar{r}_B)}{n - 1}$$

Onde:

r_A e r_B = Retornos efetivos de dois ativos

\bar{r}_A e \bar{r}_B = Retornos esperados dos dois ativos

Como a ordem dos fatores é irrelevante para o resultado, é possível afirmarmos que $\text{Cov}(r_A, r_B) = \text{Cov}(r_B, r_A)$.

Apesar de sua indiscutível importância estatística, a interpretação da covariância sofre os mesmos problemas da variância, pois é medida pelo quadrado das unidades da média, e portanto, não pode ser diretamente comparada a esta. Como solução à esta questão, podemos calcular a correlação, dividindo-se a covariância pelos desvios padrão dos retornos dos dois ativos em questão, conforme abaixo:

$$\rho_{A,B} = \text{Corr}(r_A, r_B) = \frac{\text{Cov}(r_A, r_B)}{\sigma_A \times \sigma_B}$$

Onde σ_A e σ_B são os desvios padrão dos ativos A e B. Uma vez que os desvios padrão são sempre positivos, o sinal da correlação será sempre o mesmo da covariância, e o seu resultado sempre estará situado entre -1 e +1.

d) Diversificação

Uma das premissas básicas adotadas pelo modelo CAPM é a da diversificação, ao assumir que existe uma relação estreita entre os retornos dos títulos individuais e os retornos da carteira representativa do mercado, com base na eficiência do mercado de ações (que assimila rapidamente toda informação disponível). Assim, quando os preços de ações distintas não se movem na mesma direção (ou seus retornos não têm uma correlação positiva perfeita), movimentações opostas de outras ações dentro da mesma carteira tendem a anular o efeito desta

movimentação, de tal forma que a variabilidade de uma carteira de ações pode ser substancialmente menor do que a variabilidade média do retorno de uma ação individual.

Em termos matemáticos, a variância combinada dos retornos de dois ativos r_1 e r_2 (negativamente correlacionados) é menor do que a soma das variâncias individuais, dado que:

$$\text{Var}(r_1 + r_2) = \text{Var}(r_1) + \text{Var}(r_2) + 2 \text{Cov}(r_1, r_2) < \text{Var}(r_1) + \text{Var}(r_2)$$

$$\text{Se } \text{Cov}(r_1, r_2) < 0$$

A volatilidade do mercado oferece, desta forma, um denominador comum para a avaliação dos graus de risco dos ativos, títulos ou projetos de investimento individuais. Portanto, do ponto de vista do acionista ou do investidor, que pode selecionar qualquer título para a sua carteira, somente o risco não-diversificável (ou prêmio pela contribuição marginal do ativo em questão para o risco da carteira) é tido como relevante. Este prêmio depende, por sua vez, da covariância entre os retornos do ativo, e da carteira de mercado como um todo.

e) Conjunto Eficiente de Ativos

Ao computarmos os efeitos da diversificação nas diversas combinações de proporções possíveis para uma carteira composta por dois títulos A e B (negativamente correlacionados), podemos traçar a curva abaixo, onde cada ponto representa tanto retorno esperado quanto o desvio padrão deste retorno. Observando-se a figura abaixo, nota-se o ponto MV, onde é encontrada a mínima variância ou risco para uma combinação de títulos A e B:

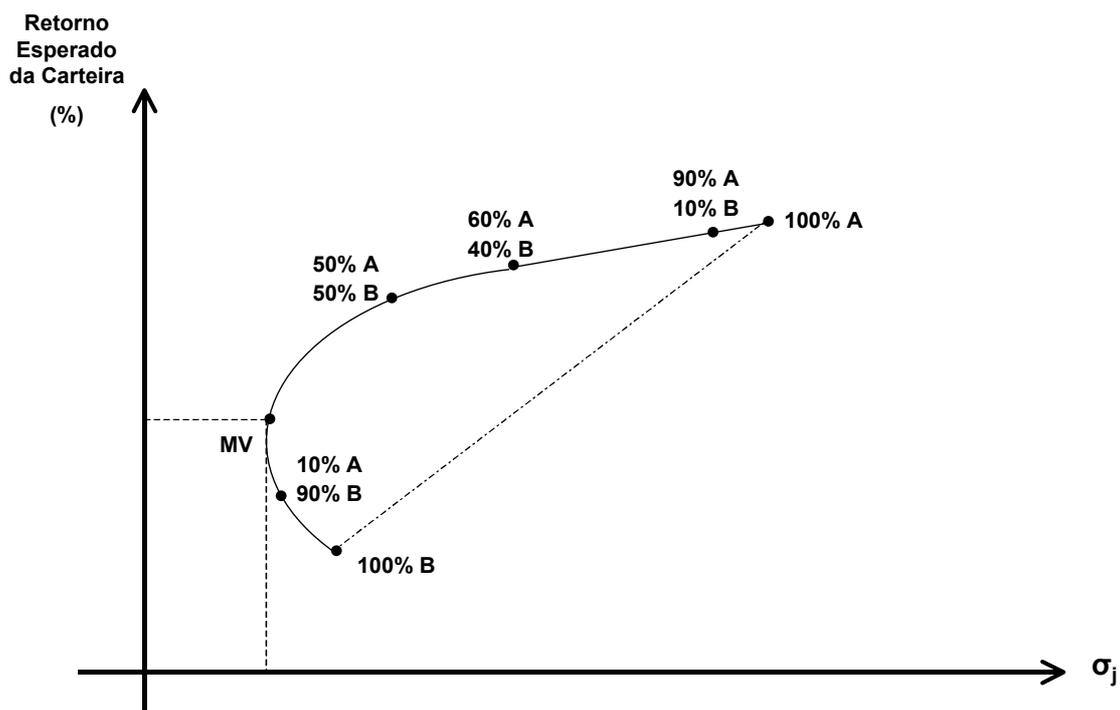


Figura 3: Conjunto Eficiente de Dois Ativos

Sabendo-se que todas as possibilidades de combinações entre A e B estão retratadas na figura acima, um investidor provavelmente desejaria o ponto mais a esquerda e mais acima, onde seria possível obter o menor risco para o maior retorno, supondo sua aversão a riscos maiores. Da mesma forma, em nenhuma hipótese seria do interesse deste investidor obter uma carteira com retorno inferior ao da carteira com mínima variância, pois seria possível obter um retorno maior com um risco menor. Assim, o trecho relevante da curva acima é apenas aquele entre o ponto MV e o ponto A, chamado de conjunto ou eficiente.

Quando a correlação entre dois títulos é igual a +1, não há efeito de diversificação, e a sua representação gráfica é a reta traçada entre os pontos A e B. Da mesma forma, quanto menor a correlação, maior a curvatura, chegando ao extremo no caso de uma correlação igual a -1, extremamente rara em títulos comuns, mas que pode ser criada artificialmente com o uso de instrumentos derivativos. Esta propriedade permite que títulos negativamente correlacionados se

valorizem quando o outro cai, e vice-versa. Assim, sempre que há correlação negativa entre dois ativos A e B, um pequeno aumento de A funciona como um *hedge*²³ para uma carteira composta somente por B.

Da mesma forma que é possível traçar o conjunto eficiente para dois ativos, numa combinação de muitos ativos as combinações possíveis espalham-se por toda uma área, porém, neste caso a fronteira superior, chamada de fronteira eficiente (cujas tangentes são as chamadas linhas de mercado de capitais), representa o conjunto eficiente de todos os ativos, mesmo quando são combinados ativos sem risco e ativos com risco.

f) Linha Característica

A linha característica (representada na figura 4) pode ser calculada matematicamente, porém ela simplesmente representa a relação entre os retornos do título e os retornos do mercado. A inclinação ou declividade é chamada de Beta (β), e é precisamente o risco não-diversificável, ou seja, a sensibilidade ou a taxa de variação no retorno de um ativo (projeto ou título) r_j , dada uma variação de 1% no retorno do mercado r_m , conforme a seguinte equação:

$$r_j = \alpha_j + \beta_j r_m + \varepsilon_j$$

Onde ε_t é o erro aleatório ou residual, que representa o desvio dos retornos reais do ativo j de seu retorno previsto pela regressão e incorpora outros fatores específicos ao ativo j , e α_j é o intercepto.

²³ Proteção financeira.

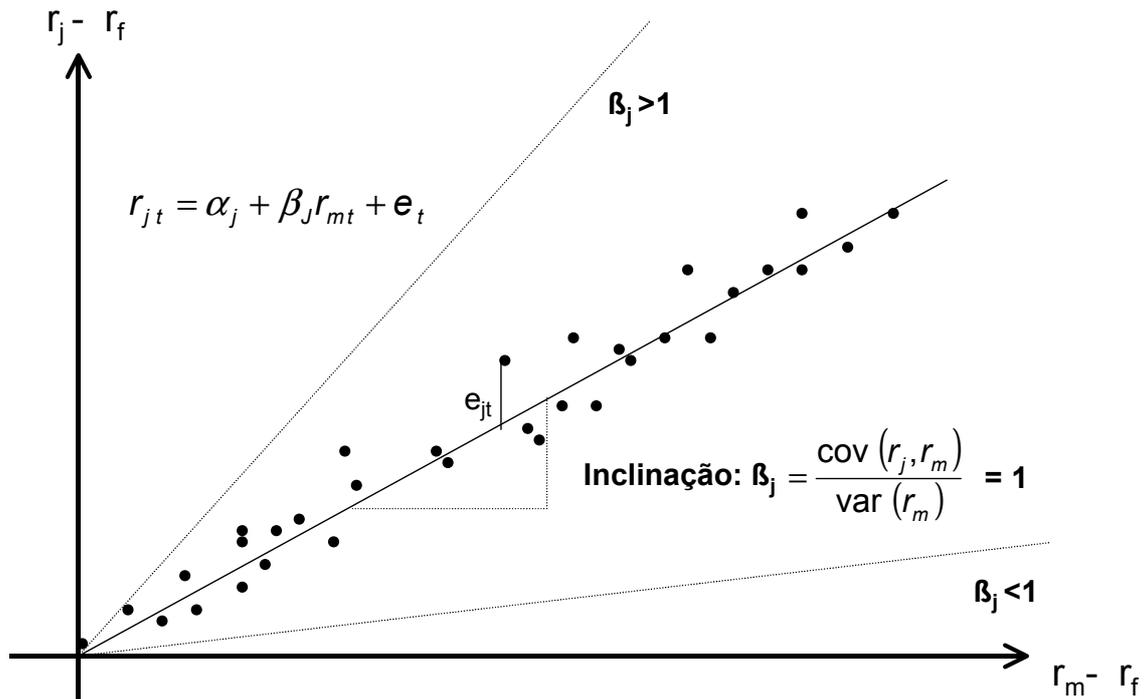


Figura 4: SCL - Linha Característica

Assim, o modelo propõe a divisão do risco total entre o risco diversificável (risco do mercado) e o risco não-diversificável (específico do ativo, empresa ou indústria em questão). Ao medirmos risco como a variância dos retornos, obtém-se:

$$\begin{aligned}
 Var(r_j) &= Var(\alpha_j + \beta_j r_m + \varepsilon_j) \\
 &= Var(\alpha_j) + Var(\beta_j r_m) + Var(\varepsilon_j) \\
 &= \beta_j^2 Var(r_m) + Var(\varepsilon_j)
 \end{aligned}$$

Uma vez que $Var(\alpha_j) = 0$, por ser α_j uma constante.

A parte dada pelo fator $\beta_j^2 \text{Var}(r_m)$ é conhecida como o risco do mercado, sistemático ou não-diversificável, pois advém da correlação entre os retornos do ativo em questão e do mercado (direcionado pelas forças macroeconômicas que afetam todos os títulos no mercado, tais como inflação, desvalorização cambial, etc., e que não podem ser diversificadas).

O segundo termo da equação, $\text{Var}(\varepsilon_t)$, é conhecido como risco diversificável ou não-sistemático, e representa o risco resultante da variabilidade de fatores específicos à empresa ou ao seu setor da indústria. Este risco, contudo, pode ser eliminado por um investidor com uma carteira bem diversificada, e o único risco relevante (para qual é exigido um prêmio adicional no retorno) é o risco sistemático, $\beta_j^2 \text{Var}(r_m)$. Uma vez que $\text{Var}(r_m)$ também é constante para todos os ativos, a medida para distinção do risco entre os ativos é o beta (β_j), por sua vez igual a $\frac{\text{cov}(r_j, r_m)}{\text{Var}(r_m)}$, e com denominador novamente constante para todos os ativos.

Assim, desde que a dispersão em torno da linha característica não seja grande (pois neste caso fontes adicionais de risco também deveriam ser consideradas), o CAPM propicia um meio fácil para comparar níveis de risco de ativos individuais, através de seu beta, como uma boa aproximação do risco sistêmico de um ativo. Entre as possíveis fontes de risco adicionais, podemos citar o clima econômico em geral, desenvolvimentos políticos, tendências industriais, fatores específicos de empresas, inflação, mudanças de alíquota de Imposto de Renda e fontes internacionais de risco.

Ao revisar o modelo CAPM, Trigeorgis²⁴ lista as seguintes premissas fundamentais do modelo CAPM para a utilização do beta como o único fator para a determinação da compensação pelo risco (prêmio):

- Investidores são racionais, e o seu objetivo é a maximização da utilidade esperada de sua riqueza ao final de um único período;
- Investidores são avessos ao risco e diversificam suas carteiras eficientemente com base na média e na variância do retorno da carteira;
- Investidores possuem expectativas homogêneas, ou seja, estimativas idênticas dos valores esperados, variâncias, covariâncias, e retornos por ativos de risco;
- Existe uma taxa de juros livre de risco r_f a qual os investidores podem emprestar ou fazer empréstimos a qualquer montante;
- Não existem impostos ou custos de transação, e os custos de falência são imateriais; além disso, toda informação está livremente disponível aos investidores;
- Todos os ativos são perfeitamente divisíveis e líquidos;
- O mercado é competitivo, de tal forma que os investidores sabem que não são capazes de influenciar o preço ou o montante de ativos com base em suas ações.

²⁴ TRIGEORGIS, L., *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. p.44.

As três primeiras premissas dizem respeito ao comportamento do investidor, e as quatro últimas estão relacionadas ao perfeito funcionamento dos mercados de capitais.

Como é possível observar, as premissas adotadas são passíveis de diversos questionamentos, e acadêmicos têm dedicado um grande número de estudos e publicações a estes temas. Na prática, no entanto, apesar da dificuldade de obtenção de betas com alto grau de precisão (mesmo na hipótese simplificada de inexistência de flexibilidade), o CAPM oferece uma medida aceitável e amplamente utilizada para a medida de risco de um ativo.

Após a determinação do beta, o próximo passo é o seu emprego para a obtenção do prêmio pelo risco, ou taxa requerida de retorno. Para isso, o modelo utiliza o princípio da linha de mercado de títulos (SML - *Security Market Line*), que é a representação gráfica do CAPM, sugerindo que o prêmio de risco esperado pelo ativo j sobre a taxa de juros livre de risco, $E(r_j) - r_f$, é diretamente proporcional ao seu beta, β_j , e o prêmio de risco de mercado esperado, $E(r_m) - r_f$, resultando na seguinte equação fundamental do modelo CAPM para obtenção da taxa de retorno requerida, conforme Ross²⁵:

$$E(r_j) = r_f + \beta_j [E(r_m) - r_f]$$

Uma vez que o beta de um determinado ativo é a medida apropriada de risco, pode-se afirmar que o retorno esperado de um ativo deve estar positivamente associado ao seu beta. Com os dados precedentes da fórmula acima, a taxa

²⁵ ROSS, S.A., WESTERFIELD, R.W., JAFFE, J.F., *Administração Financeira*; tradução Antonio Zorato Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1995. p.226.

requerida de retorno é facilmente encontrada na SML, que é a linha ascendente apresentada na figura abaixo:

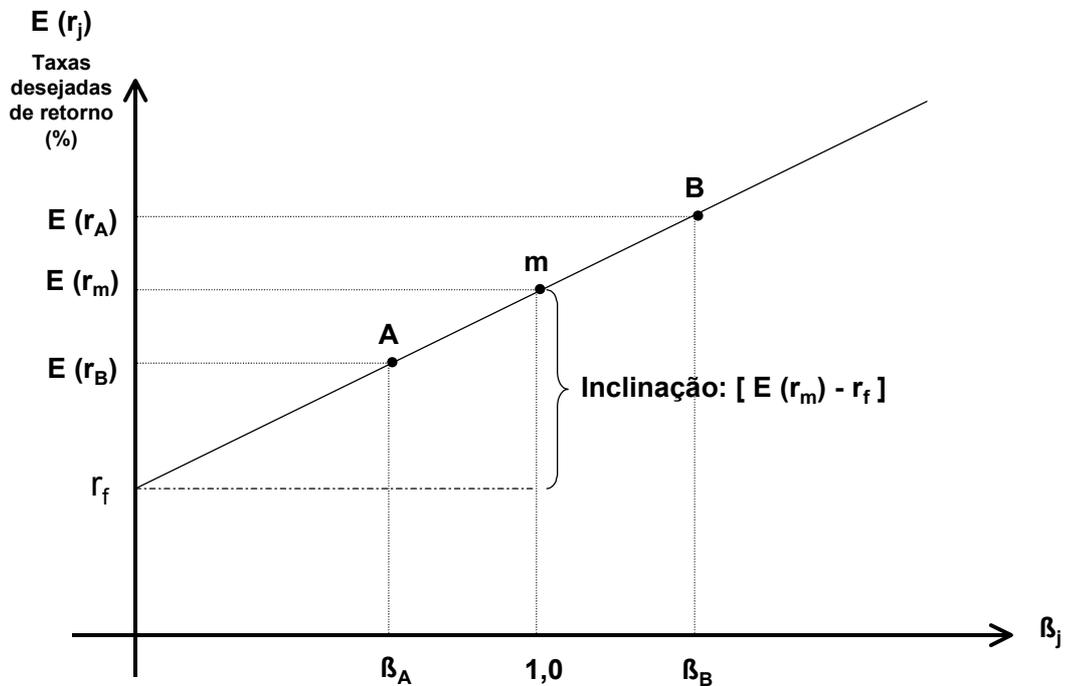


Figura 5: SML - Linha de Mercado de Títulos

Com base na SML, podemos dizer que qualquer ativo com um determinado risco beta terá um retorno pré-determinado pela linha de mercado de títulos. Essa relação ocorre pois, na premissa de um mercado perfeito, um investidor pode investir seu dinheiro na carteira de títulos de mercado, com uma remuneração $E(r_m)$, e tomar empréstimos à taxa de juros livre de risco, atingindo, desta forma, qualquer combinação ao longo da SML.

Portanto, um investidor só aceitará possuir ativos com um determinado beta se ele receber em compensação o retorno correspondente dado pela SML. Esta taxa de retorno, por sua vez, será a taxa utilizada como custo de capital para o desconto dos fluxos de caixa futuros de um projeto de investimento específico, ou

para a determinação do WACC da empresa, caso o projeto em questão tenha o mesmo perfil de risco da empresa.

As abordagens do CAPM e da SML, todavia, devem ser utilizadas com alguma cautela, já que uso de dados históricos para o cálculo das correlações e variâncias pode não ser adequado, uma vez que o modelo está baseado em valores futuros esperados. Especificamente para projetos novos, que possuam poucos dados sobre o seu passado, as estimativas quantitativas de beta tendem a ser pouco factíveis.

Ainda como limitação, Fama²⁶ indica em seus estudos que o índice de mercado mostra pouca correlação com os retornos esperados, e que medidas como o tamanho e o índice do valor contábil sobre o preço seriam indicadores mais adequados dos retornos das ações de empresas, e que portanto, índices de mercado podem não ser os denominadores comuns para a determinação do beta (risco não-diversificável) e da SML.

Não obstante tais críticas, o modelo CAPM representa uma importante ferramenta alternativa para a determinação da compensação entre risco e retorno e precificação elementar de ativos. Reconhecidas as suas limitações, o método permanece como um dos mais utilizados na prática, fornecendo boas aproximações para o retorno esperado de ativos em geral.

²⁶ FAMA, E. "Risk-adjusted discount rates and capital budgeting under uncertainty". *Journal of Financial Economics*. V. 5, n. 1:3-24, 1977. p.24.

3.1.1.4. **ARBITRAGE PRICING THEORY (APT)**

Uma alternativa ao modelo CAPM para a relação entre risco e retorno foi apresentada num artigo publicado por Ross²⁷ nos anos setenta e sugere um modelo composto por múltiplos fatores econômicos, o *Arbitrage Pricing Theory*, para medir o risco não-diversificável. O modelo parte da premissa de que os ativos individuais são os grandes responsáveis pelas características das carteiras que os contém, e que portanto, a taxa de retorno de uma ação deve ser formada por duas partes:

- *Retorno Normal ou Esperado*: influenciado por todas as informações que imagina-se terem efeito sobre o preço da ação, e
- *Retorno Incerto ou Inesperado*: influenciado por informações novas, que surpreendem o resultado da ação.

O fórmula do APT para representar a taxa de retorno de uma ação é:

$$R = E(R) + U$$

Onde,

R = taxa de retorno observada no período

E(R) = taxa de retorno esperado

U = parte inesperada da taxa de retorno

Há, obviamente, um certo grau de dificuldade na separação do fator esperado do fator inesperado dentre as diversas informações que impactam o retorno de uma ação. Assim, o modelo interpreta que todo e qualquer anúncio pode

²⁷ Ver ROSS, Stephen A. The Arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, dez, 1976.

ser decomposto em duas partes, a parte que já era antecipada pelos investidores ou pelo mercado, e a surpresa ou inovação. A parte esperada está contida no retorno esperado da ação, $E(R)$, e a surpresa é a notícia que influencia o retorno inesperado da ação, U .

A parte inesperada corresponde ao verdadeiro risco de um investimento, porém as diversas fontes de risco exigem uma diferenciação importante entre o risco sistemático, ou de mercado (que afeta diversos ativos com diferentes graus de intensidade), e o risco não sistemático, (que afeta apenas um, ou um pequeno grupo de ativos). Alguns exemplos destes riscos são:

- **Risco sistemático (m):** anúncios sobre taxas de juros, PIB, inflação.
- **Risco não sistemático (ϵ):** notícias sobre a concorrência, novas tecnologias específicas, fraudes contábeis, etc.

Esta distinção permite reformularmos a equação do retorno de uma ação, considerando os dois tipos de risco, conforme abaixo:

$$U = m + \epsilon$$

$$R = E(R) + m + \epsilon$$

O APT considera ainda a relação entre o risco sistemático e as diversas ações no mercado, reconhecendo o coeficiente beta (β) como a influência do risco sistemático sobre uma ação individual. Neste aspecto, o modelo faz uma generalização do conceito de beta utilizado no CAPM, onde o coeficiente era utilizado para medir a sensibilidade da taxa de retorno a um único fator de risco, o retorno da carteira de mercado. No APT, considera-se diversos tipos de risco

sistemático, aperfeiçoando-se as características individuais de cada ativo e a sua sensibilidade a cada tipo de risco (que podem ser até mesmo opostas, dependendo do ativo em questão).

Um exemplo padrão com três riscos sistemáticos comuns poderia ser descrito da seguinte forma:

$$\mathbf{R} = \mathbf{E}(\mathbf{R}) + \beta_I \mathbf{F}_I + \beta_{PIB} \mathbf{F}_{PIB} + \beta_r \mathbf{F}_r + \epsilon$$

Onde,

F_I = fator surpresa em termos de inflação

F_{PIB} = fator surpresa em termos de PIB

F_r = fator surpresa em termos de taxa de juros

Os betas indicam a sensibilidade do ativo a cada um dos fatores de risco sistemático individuais. Quando o beta é menor do que zero, o ativo está negativamente correlacionado com o risco sistemático, e vice-versa. Um beta igual a zero significa que o ativo não tem qualquer relação com o risco sistemático.

Na prática, discute-se qual seria o conjunto adequado de fatores, e muitas vezes, os modelos de um único fator acabam sendo adotados, utilizando por exemplo um índice do mercado de ações. Visto desta forma, o modelo de fatores é chamado de modelo de mercado e as implicações do modelo são idênticas às do CAPM.

3.1.2. ABORDAGEM DA TAXA DE DESCONTO NEUTRA DE RISCO

A estimativa do valor de um projeto pode ser obtida tanto ao se descontar os fluxos futuros de caixa pela taxa de desconto ajustada ao risco (conforme discutido na seção anterior), quanto pelo desconto dos fluxos de caixa previamente ajustados ao risco pela taxa de juros livre de risco. Ambos os métodos devem levar aos mesmos resultados.

Para ilustrar a equivalência entre os dois métodos, podemos considerar o seguinte exemplo de um único período:

Um projeto tem um investimento inicial de \$ 4.000, um fluxo de caixa estimado em \$ 5.000, e um beta de 1,2, a taxa de juros livre de risco é 8% e a taxa de retorno esperada do mercado é 15%. De posse destas informações, podemos calcular a taxa de retorno esperada para o projeto, para posteriormente calcularmos o VPL pelo método da taxa de juros ajustada ao risco, conforme abaixo:

$$VPL = \sum_{t=1}^T \frac{Ct}{(1+r)^t} - I = \sum_{t=1}^T \frac{E(Ct)}{\left\{ 1 + r_f + [E(r_m) - r_f] \beta_j \right\}^t} - I$$

Uma vez que, pelo CAPM, $r = E(r_j) = r_f + [E(r_m) - r_f] \beta_j$.

$$\text{Portanto, } VPL = \frac{\$ 5.000}{1 + 0,08 + (0,15 - 0,08) \times 1,2} - \$ 4.000 = \$ 295,53$$

Pela regra do VPL, o projeto seria aceito.

O método da taxa neutra de risco traz os mesmos resultados, porém pela sua metodologia, o ajuste é feito no numerador, ao invés do denominador. De acordo

com o CAPM, o beta de uma empresa, β_j , é definido como $\frac{\text{cov}(r_j, r_m)}{\text{Var}(r_m)}$, e, conforme apresentado por Copeland²⁸, se substituirmos r_j por seu equivalente na equação de valor presente de um único período, temos:

$$\text{a) } VP = \frac{E(Ct)}{1+r_j} \quad \therefore \quad r_j = \frac{E(Ct)}{VP} - 1$$

$$\text{b) } \beta_j = \frac{\text{Cov}\left[\frac{E(Ct)}{VP} - 1, r_m\right]}{\text{Var}(r_m)} = \frac{1}{VP} \left[\frac{\text{Cov}(E(Ct), r_m)}{\text{Var}(r_m)} \right]$$

$$\text{c) } VP = \frac{E(Ct)}{1+r_f + [E(r_m) - r_f] \left(\frac{1}{VP} \right) \left[\frac{\text{Cov}(E(Ct), r_m)}{\text{Var}(r_m)} \right]}$$

Pelo CAPM, o preço de mercado do risco, λ , é igual a $\frac{[E(r_m) - r_f]}{\text{Var}(r_m)}$, o que

nos permite rescrever a equação do valor presente conforme segue:

$$VP = \frac{E(Ct) - \lambda \text{Cov}[E(Ct), r_m]}{1+r_f}$$

Esta abordagem ajusta o fluxo de caixa ao subtrair o componente de risco. No exemplo demonstrado acima, o prêmio pelo risco seria \$ 360,83, e o resultado do cálculo do VPL seria indiferente, conforme segue:

$$VPL = \frac{E(Ct)}{1 + \text{taxa de juros ajustada ao risco}} - I = \frac{\$ 5.000}{1,164} - \$ 4.000 = \$ 295.53$$

²⁸ COPELAND, T.E., ANTIKAROV, V., *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York: Texere, 2001. p.70-72

$$\text{VPL} = \frac{E(\text{Ct}) - \text{prêmio pelo risco}}{1 + \text{taxa de juros livre de risco}} - I = \frac{\$ 4.639,17}{1,08} - \$ 4.000 = \$ 295,53$$

3.2. MODELOS COM BASE NO VALOR ECONÔMICO RESIDUAL

A abordagem do resultado ou valor econômico residual (*residual income*) baseia-se no conceito de lucro econômico, ou no valor presente líquido traduzido como um fluxo capaz de medir o resultado da empresa como um todo, utilizado em substituição ao lucro contábil como medida de desempenho.

O modelo persegue o chamado resultado econômico, ou o resultado operacional, líquido de imposto de renda e das despesas financeiras. A sua característica principal (que o diferencia das outras abordagens) é que o método permite a análise distinta das operações, do financiamento, e dos investimentos numa organização.

Dentro desta abordagem mais ampla, dois importantes conceitos merecem destaque: o Retorno sobre o Investimento (ROI) e o Valor Econômico Adicionado (EVA[®]).

3.2.1. RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)

O cálculo do retorno sobre o investimento é a primeira etapa para a obtenção do valor econômico adicionado de uma empresa. Sua formulação básica é a razão entre o lucro operacional (após o imposto de renda e as despesas/receitas financeiras) e os investimentos. Tanto o ROI quanto o ROA (retorno sobre o ativo)

convergem para as mesmas conclusões, porém o ROI apresenta maiores detalhes de informação, e costuma ter uma melhor relação com o lucro operacional.

A finalidade básica do ROI é remunerar os proprietários de capital. Portanto, ele deve ser comparado com a remuneração dos proprietários de capital (WACC) para que seja possível avaliar a capacidade de geração de valor da empresa ou de um projeto de investimentos em especial. Esta propriedade advém da sua composição básica (giro x margem), que reflete alterações em todas as atividades operacionais da empresa, conforme o esquema abaixo:

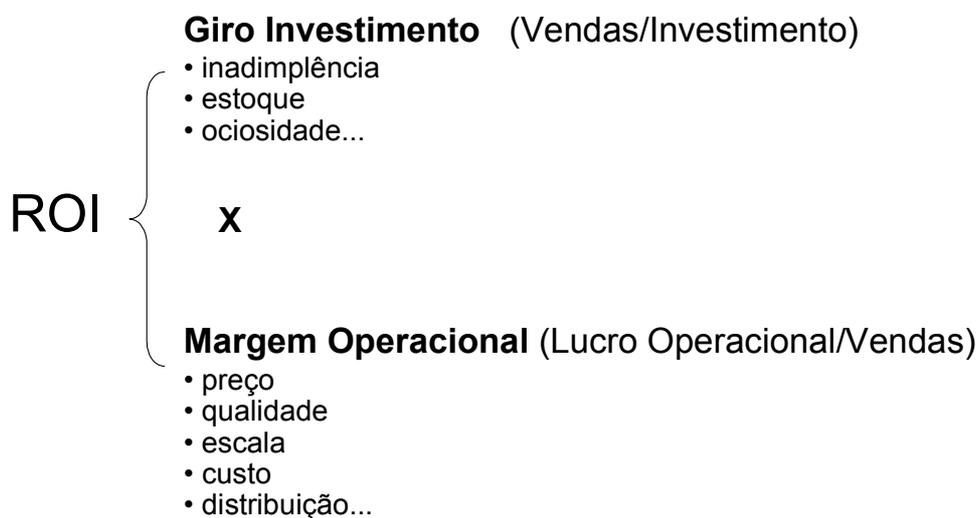


Figura 6: Formulação Analítica do ROI

Isso significa que uma redução de 5 dias no estoque, por exemplo, causará uma alteração no ROI, que por sua vez mudará o valor agregado da empresa. Para um projeto, analogamente, pequenas mudanças nos fluxos de caixa operacionais também podem ser decisivas para sua aceitação ou não pela gerência através análise do valor adicionado.

3.2.2. VALOR ECONÔMICO ADICIONADO (EVA[®])

Muito embora o conceito de lucro econômico ou "superlucro" seja algo discutido há mais de um século, a abordagem simplificada do EVA[®], desenvolvida recentemente por Stewart²⁹, propiciou a larga utilização e o entendimento do conceito original traduzido num único fator de desempenho.

O EVA[®], com este ou qualquer outro nome que traduza a mesma idéia implícita, incorpora de forma resumida e prática os conceitos já apresentados de custo médio ponderado de capital (WACC), ROI, e VPL. Na verdade, todas estas aplicações culminam na percepção de que o impulsionador-chave do valor é a receita econômica, e uma taxa de retorno exigida diretamente proporcional ao risco.

Assim, sempre que uma empresa é capaz de produzir um retorno acima do exigido pelo mercado, ela atinge o seu objetivo máximo de agregar valor ao acionista. Em outras palavras, sempre que o seu ROI for maior do que o WACC, a empresa terá um EVA[®] positivo.

A popularidade do EVA[®] deve-se em muito à sua utilidade como instrumento de gestão. Enquanto medidas de desempenho baseadas em lucros contábeis estáticos podem causar sérias distorções na viabilidade de longo prazo da empresa quando atreladas à base de remuneração da alta gerência, o EVA[®] leva em consideração tanto os fluxos futuros como o risco do projeto. Neste sentido, suas principais vantagens são:

- Linguagem conceitual simplificada,
- Único instrumento atende vários interesses,
- Agregação de conceitos,
- *Benchmarking* para análise externa,

- Resultado que remunera realmente todos os *stakeholders* envolvidos, levando em consideração o risco.

No entanto, por tratar-se de um conceito baseado numa agregação de outros conceitos mais elementares, o EVA[®] carrega consigo todas as deficiências já apresentadas nestes conceitos individualmente. Entre outras questões, o EVA[®] usualmente não considera as distintas probabilidades e os diferentes cenários de flexibilidade disponíveis à gerência, considerando uma única taxa de desconto (o WACC) como base para a obtenção do valor econômico agregado. Adicionalmente, o método está sujeito a uma certa dose de subjetividade nos critérios, pairando sobre um dilema entre a simplicidade e o fácil entendimento, contra a complexidade e a precisão.

3.3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE INCERTEZAS

Os modelos de avaliação de incertezas buscam acrescentar à tradicional análise do VPL questionamentos sobre as verdadeiras fontes de valores de VPL positivos. Muitas vezes, o mero processamento de dados numéricos numa análise de fluxos de caixa descontados pode conduzir erroneamente a um VPL positivo, sem que a análise dos riscos e das diferentes possibilidades abertas a empresa sejam levadas em consideração.

Neste sentido, esta seção busca apresentar algumas ferramentas de análise adicionais, que ajudam administradores a lidar com os efeitos da incerteza sobre os fluxos de caixa incrementais.

²⁹ STEWART, G., *The Quest for Value*. New York: Harper Business, 1991.

3.3.1. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A metodologia de análise de sensibilidade busca descobrir como o VPL de um projeto muda se as vendas, os custos de mão-de-obra ou de materiais, a taxa de desconto, ou outros fatores variarem caso a caso. Segundo Groppelli e Nikbakht³⁰, "*em termos simples, a análise de sensibilidade é um estudo de 'what if' ('e se')*". Visto que as estimativas utilizadas no cálculo do VPL são invariavelmente resultado de previsões de outras variáveis primárias, a análise de sensibilidade objetiva conhecer os detalhes destas previsões, e identificar o impacto de mudanças sobre as variáveis chave de forma individual.

Através da obtenção de diversas análises que consideram uma série de hipóteses de mudanças em variáveis-chave, a análise de sensibilidade busca responder a qual variável o valor do projeto é mais sensível, de forma a voltar maior atenção a estas variáveis principais, tanto em termos de qualidade das previsões, como também da variabilidade e do risco do projeto como um todo. Assim, quanto mais variação ou mudanças existirem no VPL de um projeto, mais arriscado será o investimento.

Uma variável pode ser extremamente arriscada (com uma variância muito maior do que as outras variáveis identificadas), porém sua contribuição para o risco do projeto é pequena, enquanto outras menos arriscadas podem ser cruciais, e mesmo erros marginais podem ter impactos altamente significativos no VPL de um projeto.

A análise de sensibilidade, contudo, possui uma grave limitação no que tange à falta de informação sobre as distribuições de probabilidades das variáveis

³⁰ GROPELLI, A.A., NIKBAKHT, E. *Administração Financeira*; tradução André Olímpio Mosselman Du Chenoy Castro. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1999. p.155.

analisadas. Desta forma, não é possível avaliar o quão provável é uma variação das vendas em 10% do valor originalmente previsto, por exemplo. Adicionalmente, a análise de sensibilidade não avalia os efeitos das combinações das variáveis sobre o VPL do projeto, ignorando a combinação simultânea de erros em diversas variáveis.

3.3.2. MÉTODO TRADICIONAL DE SIMULAÇÃO

As distribuições de probabilidade nas variáveis-chave para o cálculo do VPL de um projeto são, conforme salientado na seção anterior, cruciais para a análise do risco de um projeto. O método tradicional de simulação busca produzir uma série de situações hipotéticas, com o auxílio de aplicativos (*softwares*) de computador, que usam geradores de variáveis aleatórias para a criação de diversos cenários, possibilitando a análise das várias distribuições de probabilidade dos possíveis valores assumidos por estas variáveis.

Eventos simulados são usados em orçamento de capital para estudar os diferentes valores de VPL de projetos para diferentes fluxos de caixa, produzindo médias e desvios-padrão de VPL. Obviamente, aquele projeto com maior VPL médio e menor desvio-padrão deve ser o escolhido, pois representa o menor risco.

O primeiro passo para uma simulação tradicional é a definição das distribuições de frequência para os valores possíveis das variáveis a serem simuladas. Sanvicente³¹ recomenda como fontes principais dessa informação: a) as opiniões de conhecedores do comportamento das variáveis, e b) o comportamento passado das variáveis, caso seja válido o uso de distribuições de probabilidades passadas como indicação de seu comportamento usual.

³¹ SANVICENTE, A.Z., *Administração Financeira*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1977. p.72.

A segunda etapa envolve a geração de múltiplas combinações de números aleatórios por computador, como, por exemplo, através do Método Monte Carlo (ver detalhes sobre esta simulação no item 4.8 do capítulo III). Para cada número aleatório, são calculados os fluxos de caixa e o VPL, como no exemplo abaixo, cuja variável analisada é a taxa de desconto:

		Hipótese: - 5.0%	Hipótese: - 2.5%	Situação Inicial	Hipótese: + 2.5%	Hipótese: + 5.0%
Ano	Fluxo de Caixa (Ct)	20.0%	22.5%	25.0%	27.5%	30.0%
0	(200,000.00)	(200,000.00)	(200,000.00)	(200,000.00)	(200,000.00)	(200,000.00)
1	25,000.00	20,833.33	20,408.16	20,000.00	19,607.84	19,230.77
2	150,000.00	104,166.67	99,958.35	96,000.00	92,272.20	88,757.40
3	10,000.00	5,787.04	5,439.91	5,120.00	4,824.69	4,551.66
4	65,000.00	31,346.45	28,864.83	26,624.00	24,596.46	22,758.31
5	170,000.00	68,319.19	61,626.64	55,705.60	50,454.28	45,785.94
	VPL	30,452.67	16,297.89	3,449.60	(8,244.52)	(18,915.92)

Tabela 2: Análise de Sensibilidade do VPL de um projeto a variações na taxa de desconto

Supondo a distribuição de probabilidade abaixo e uma amostra aleatória de 50 números, como a representada no quadro a seguir, obteríamos os seguintes valores:

Taxa de desconto	Probabilidade	Números ao acaso associados a esta taxa
20.00%	10%	00-09
22.50%	20%	10-29
25.00%	35%	30-64
27.50%	15%	65-94
30.00%	5%	95-99

Tabela 3: Distribuição de probabilidades das taxas de desconto

94	36	31	13	30
16	80	15	1	78
39	53	62	38	53
21	10	76	17	86
22	1	54	18	5
56	1	11	34	60
59	28	3	90	93
76	9	36	7	41
89	48	25	12	94
86	95	46	28	53

Tabela 4: Exemplo de uma amostra de números aleatórios

Assim, ao se contar a freqüência de aparição dos números na amostra aleatória, chega-se à seguinte distribuição de freqüências:

Taxa de desconto	Freqüência
20.00%	7
22.50%	13
25.00%	18
27.50%	9
30.00%	3
Total:	50

Tabela 5: Distribuição de freqüência das taxas de desconto

Que por sua vez permite calcular:

Média Taxa de Desconto: 24,4%

Média VPL = \$ 7.550,57

Desvio Padrão Taxa de Desconto: 2,6%

Desvio Padrão VPL = \$ 13.103,81

Coefficiente de Variação (Desvio Padrão / Média): 1,74

O processo é então repetido muitas vezes (até obtermos, digamos, 500 amostras diferentes), para cada uma das variáveis-chave, guardando o resultado do VPL médio de cada amostra, de forma que seja possível, ao final, traçar a distribuição de probabilidade dos fluxos de caixa ou dos VPL do projeto, com média e desvio-padrão.

Ao compararmos dois projetos distintos, aquele com menor coeficiente de variação (maior média e menor desvio-padrão, ou *maior retorno e menor risco*), será escolhido em detrimento ao outro. Na figura abaixo, é possível comparar dois perfis distintos de projetos, através de sua distribuição de freqüências (curva normal). O Projeto A representa um projeto com maior risco (formato mais achatado e caudas maiores - maior dispersão), enquanto o Projeto B é um projeto com perfil de risco mais adequado (perfil alongado e caudas mais curtas). Considerando que ambos têm a mesma média, o Projeto B seria o mais adequado em termos da melhor relação risco-retorno.

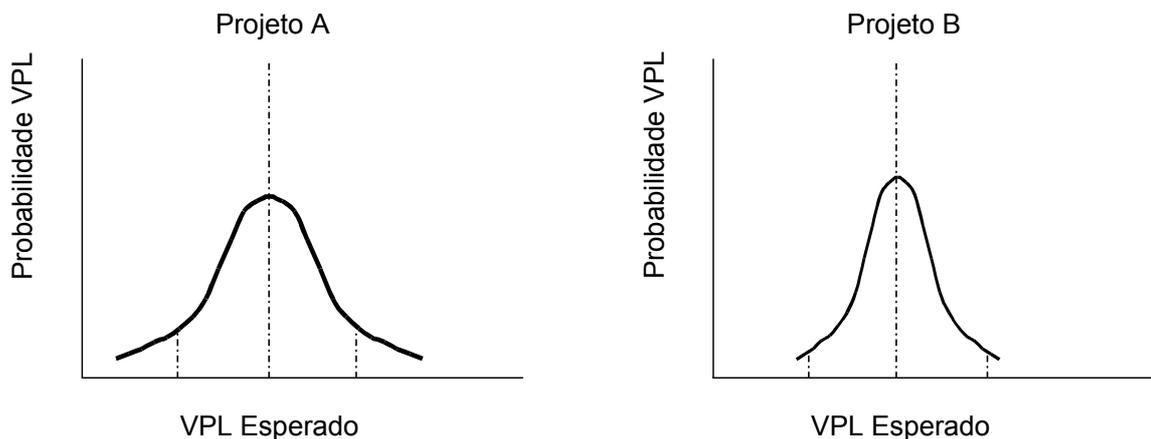


Figura 7: Curvas de simulação dos VPLs

A simulação tradicional pode lidar com problemas de decisão razoavelmente complexos sob a visão de risco, e também com a interação de diversas variáveis, constituindo uma importante ferramenta adicional na análise pelo VPL. No entanto, sua limitação principal está na correta captura das interdependências entre as variáveis estudadas, mesmo que as probabilidades estejam livres de qualquer viés.

Adicionalmente, a simulação tradicional pode levar analistas a usar o risco total do projeto, ao invés do risco sistemático (que, conforme a abordagem do

CAPM, é o único risco realmente relevante aos acionistas que podem diversificar parte deste risco no mercado de títulos).

No que tange à flexibilidade gerencial, a simulação também não é capaz de capturar as assimetrias das mudanças nas estratégias iniciais, uma vez que as simulações por computador tendem a seguir as regras para as quais foram devidamente programadas.

3.3.3. ANÁLISE POR ÁRVORES DE DECISÃO

A análise por árvores de decisão tem sua origem nas escolas de administração, onde é ministrada por estudiosos e praticantes da "Ciência da Decisão". Quando relacionada à disciplina financeira, esta abordagem se mostra extremamente útil ao buscar incorporar a incerteza e a flexibilidade gerencial dentro de um modelo teórico, estruturando um problema de decisão através do mapeamento de todas as alternativas possíveis de ações gerenciais, por ordem de probabilidade de ocorrência.

Em uma comparação com a análise pelo VPL, na qual as decisões são focadas na decisão inicial (aceitar ou rejeitar), a análise por árvores de decisão preocupa-se com a estratégia operacional e com as interdependências entre a primeira e todas as outras decisões subsequentes. Esta característica garante à análise por árvores de decisão um enorme poder para a avaliação de decisões de investimentos seqüenciais, particularmente quando estas estão dispostas de forma discreta ao longo do tempo.

O método segue a seguinte estrutura básica:

- 1) A gerência deve tomar uma, ou uma seqüência de decisões entre distintos cursos de ação;
- 2) Cada decisão depende de eventos futuros incertos, ou eventos que possam ser descritos através de uma distribuição de probabilidades com base na informação passada;
- 3) A gerência escolhe, entre os diversos caminhos disponíveis, aqueles que maximizam a sua função de utilidade, ou o VPL ajustado ao risco, de acordo com as suas preferências ou aversão ao risco.

A metodologia de árvores de decisão usa, desta forma, a visão da empresa individual, de acordo com as suas próprias crenças e preferências, desconsiderando o ajuste do risco às perspectivas do mercado. Outra característica deste tipo de análise é que há uma concentração na decisão imediata a ser tomada no presente, com pouca consideração na habilidade da gerência em fazer ajustes futuros de forma a se criar valor dentro das circunstâncias corretas.

III. OPÇÕES REAIS COMO METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

1. HISTÓRICO

Há trinta anos, desde a primeira publicação do modelo de precificação de opções consagrado como "Modelo Black-Scholes"³², os complexos modelos matemáticos utilizados na teoria financeira tiveram direta e ampla influência na prática das finanças corporativas. O amplo reconhecimento e o rápido avanço da relativamente nova teoria de precificação de opções marcaram, junto a outras descobertas memoráveis, a conjunção do interesse intelectual com a aplicação prática nas finanças modernas.

Conforme nos conta Merton³³, o início da utilização da matemática sofisticada em finanças, todavia, pode ser atribuído à dissertação de Louis Bachelier³⁴ em 1900, sobre a teoria da especulação, formulada como um problema de precificação de opções. Este trabalho marcou o nascimento concomitante dos processos estocásticos (matemática em tempo contínuo) e da precificação de derivativos e títulos (economia em tempo contínuo).

O desenvolvimento dos cálculos estocásticos nos anos quarenta e cinquenta por Kiyoshi Itô³⁵ (1987) foi extremamente influenciado pelo trabalho de Bachelier, tornando-se uma ferramenta matemática essencial em finanças. A teoria

³² BLACK Fisher, SCHOLLES Myron S. "The Valuation of Option Contracts and a Test of Market Efficiency". *Journal of Finance*, May 1972, 27(2), p. 399-418.

_____. "The pricing of Options and Corporate Liabilities". *Journal of Political Economy*, May-June 1973, 81(3), p. 637-654.

³³ MERTON Robert C. "Applications of Option-Pricing Theory: Twenty-Five Years Later". *The American Economic Review*. June 1998. p. 323-349.

³⁴ BACHELIER, Louis. "Théorie de la Spéculation". Tese de Ph.D. l'Ecole Normale Supérieure, 1900; Tradução para o inglês em COOTNER. Paul H. *The random character of stock market prices*. Cambridge, MA: MIT Press, 1964, p. 17-78.

³⁵ ITÔ Kiyoshi. *Kiyoshi Itô selected papers*. New York: Springer-Verlag, 1987.

de Paul A. Samuelson³⁶ sobre a precificação racional de *warrants*³⁷, publicada em 1965 também foi motivada pelo mesmo trabalho.

No entanto, o trabalho de Bachelier esteve, por assim dizer, "adormecido" por diversas décadas. Segundo Merton³⁸, "não fosse o pioneirismo dos trabalhos de Markowitz, Modigliani, Miller, Sharpe, Lintner, Fama e Samuelson no final dos anos cinqüenta e nos anos sessenta, a teoria de finanças seria pouco mais do que uma coleção de histórias, regras práticas e um embaralhamento de dados contábeis".

Foi somente no final da década de sessenta e nos anos setenta que os modelos de finanças desenvolvidos por acadêmicos tornaram-se consideravelmente mais sofisticados, envolvendo dimensões intertemporais e de incerteza. Os novos modelos da teoria de *portfolio*, *capital asset pricing*, e precificação de derivativos utilizaram cálculos estocásticos e equações diferenciais. Estas ferramentas matemáticas são utilizadas até hoje e possuem um grau de complexidade infinitamente maior do que as que haviam sido utilizadas anteriormente em finanças.

Ainda que paradoxalmente, o modelo matemático da fórmula "Black-Scholes" foi desenvolvido inteiramente na dimensão teórica, sem qualquer referência a dados empíricos de precificação de opções. A publicação deste modelo, por sua vez, quase que imediatamente disseminou os fundamentos da teoria de precificação de opções, formando uma sólida base para refinamentos, extensões e uma ampla gama de outras aplicações além do domínio de finanças.

Como que uma extensão prática do trabalho de "Black-Scholes", a Bolsa de Chicago (CBOE - Chicago Board Options Exchange) começou a operar em 1973,

³⁶ SAMUELSON, Paul A. "Rational Theory of Warrant Pricing". *Industrial Management Review*, Spring 1965, 6(2), p. 13-31.

³⁷ *Warrants* são títulos que, como uma opção de compra, dão aos seus portadores o direito, mas não a obrigação de comprar ações ordinárias diretamente de uma empresa a um preço fixo por um dado período. Normalmente, as *warrants* têm prazos mais longos de vencimento que as opções ou são perpétuas.

³⁸ MERTON Robert C. "Applications of Option-Pricing Theory: Twenty-Five Years Later". *The American Economic Review*. June 1998. p. 323-349.

e em 1975, operadores da CBOE já estavam utilizando o modelo para precificar e proteger suas posições em opções. Especialmente porque a matemática utilizada no modelo não fazia parte do treinamento matemático padrão dos economistas ou dos operadores profissionais, a sua rápida adoção tornou-se ainda mais impressionante.

Algumas hipóteses, especialmente ligadas a mudanças estruturais no cenário econômico dos anos sessenta para os anos setenta nos Estados Unidos (com maiores incertezas e grande volatilidade), ajudam a explicar a extraordinária velocidade de disseminação das culturas de gerenciamento de risco financeiro e de modelos financeiros que ajudassem a avaliar opções e exposições a risco.

No Brasil, a principal bolsa que negocia opções é a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) de São Paulo, que negocia opções sobre ativos financeiros como taxa de câmbio e de juros e *commodities*³⁹ como ouro, café, soja e outros. Em segundo lugar está a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) que negocia opções sobre ações de algumas empresas determinadas.

É importante notar que a influência da teoria de precificação de opções na prática de finanças não se limitou às opções financeiras, negociadas nas bolsas ou mercados de balcão. Conforme analisaremos, a estrutura conceitual originalmente utilizada para derivar a fórmula de precificação de opções pode ser utilizada para precificar e avaliar riscos numa série de aplicações financeiras e não financeiras.

A teoria de precificação de opções teve um papel fundamental na criação de novos produtos e de mercados financeiros pelo mundo. Atualmente e no futuro eminente, este papel continuará expandindo nos novos desenhos de instituições financeiras, no processo decisório da alta gerência, e na formulação de políticas sobre os sistemas financeiros.

³⁹ mercadorias

Black e Scholes (1972, 1973) e Merton (1970, 1974) já reconheceram em suas pesquisas que a mesma abordagem utilizada para precificar opções financeiras poderia ser aplicada a uma variedade de outros problemas de avaliação. Talvez o primeiro grande desenvolvimento neste sentido tenha sido a precificação de passivos corporativos. Esta abordagem de avaliação tratava todo o "lado direito do balanço" como derivativos, com seus fluxos de desembolsos contratuais derivando do valor da empresa como um todo. Comparativamente aos métodos fragmentados de avaliação da época, esta abordagem fornecia uma única teoria de precificação para todos estes passivos.

A aplicação do modelo Black-Scholes não requer um histórico de negociação de um instrumento em particular para que o mesmo seja avaliado. Por este motivo, a teoria passou a servir bem aos novos tipos de títulos emitidos por empresas inseridas num ambiente de inovação. Nesta linha, as aplicações às finanças corporativas do modelo de precificação de opções cresceu rapidamente.

Desde então, estruturas com características semelhantes às opções começaram a ser encontradas em diversos cenários e ambientes, e como consequência, o meio acadêmico assistiu e permanece assistindo o aparecimento de um grande número de pesquisas aplicando a teoria de precificação de opções.

Alguns dos diversos exemplos destas aplicações são:

- Apólices de seguros avaliadas como opções de venda - Merton, 1977 - (dão o direito de vender um determinado ativo à seguradora por um determinado preço "de exercício" até uma determinada data "de vencimento");
- *Leasing* de automóveis - dão ao cliente o direito, mas não a obrigação de comprar o automóvel ao final do período de *leasing*;

- Patentes - a decisão quanto a despendere recursos para adquirir uma patente depende do seu valor intrínseco, que pode ser calculado como uma opção de compra;
- Compra de Imóveis à vista - no contrato, firmado antes da escritura, o comprador adquire o direito de comprar o imóvel mediante o pagamento de um adiantamento;
- Na privatização de empresas públicas feita durante o governo do então presidente Fernando Collor, foi dado a todo detentor das chamadas "moedas podres" uma opção de utilizar esses papéis na compra de empresas públicas. Logo que se percebeu que esta opção tinha valor, quando atrelada aos títulos públicos, seus preços de negociação foram aumentados.

Muitos dos exemplos acima não envolvem instrumentos financeiros. A família destas aplicações é chamada de opções "reais". A área mais desenvolvida para a aplicação de "opções reais" está nas decisões de investimento pelas empresas. No entanto, a análise de opções reais também tem sido utilizada em investimentos em imóveis e pesquisa e desenvolvimento.

O elemento comum para a utilização da precificação de opções nestes casos é o mesmo em todos os exemplos: o futuro é incerto (caso não o fosse, não haveria necessidade de criar-se opções pois já saberíamos o que fazer no futuro) e em um ambiente incerto. Ter a flexibilidade de decidir o que fazer após a resolução de algumas destas incertezas certamente possui um valor, e a teoria de precificação de opções provê os meios para mensurarmos este valor.

2. OPÇÕES FINANCEIRAS

As opções financeiras fazem parte de um conjunto de instrumentos denominados "derivativos". Os derivativos possuem este nome porque não tem valor próprio - seu valor deriva do valor de algum outro ativo mais básico (ativo subjacente). Eles surgiram da necessidade de reduzir a incerteza, limitando os riscos de flutuações inesperadas nos preços dos ativos subjacentes.

Dentre os tipos de derivativos mais comuns estão os contratos a termo, os futuros, os *swaps* e finalmente as opções, que são o foco deste trabalho.

As opções são fundamentalmente diferentes dos contratos a termo e futuros, pois dão ao seu detentor o direito, mas não a obrigação de fazer alguma coisa no futuro. Desta forma, o possuidor de uma opção pode escolher exercê-la ou não, caso assim julgue mais interessante. Nos futuros, ao contrário, as duas partes são obrigadas a comprar/vender os montantes estipulados no futuro.

Uma segunda diferença entre os contratos futuros e de opções é que entrar num contrato futuro não implica em qualquer custo inicial, enquanto a opção exige um pagamento adiantado (prêmio), que reflete o valor da sua flexibilidade.

Existem dois tipos básicos de opções:

- **CALL OPTION** (opção de compra): dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de **comprar** um determinado ativo em uma determinada data, por um preço pré estabelecido;
- **PUT OPTION** (opção de venda): dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de **vender** um determinado ativo em uma determinada data, por um preço pré estabelecido.

A data especificada no contrato é conhecida como a **data de vencimento**, data de exercício ou *strike date*, o preço é o **preço de exercício** ou *strike price*.

As opções podem ser ainda **americanas** ou **européias**. Esta conotação não tem qualquer relação com a localização geográfica. As opções americanas são aquelas que podem ser exercidas em qualquer momento até a sua data de vencimento, e as opções européias só podem ser exercidas na sua data de vencimento. A maioria das opções negociadas são americanas, porém as opções européias são normalmente mais fáceis de analisar, e algumas propriedades das opções americanas são freqüentemente deduzidas das opções européias.

Em resumo, conforme explica Silva Neto⁴⁰:

"opção é todo contrato que dá ao seu detentor ou comprador o direito, mas não o dever, de comprar, se for uma opção de compra, ou vender, se for uma opção de venda, determinado bem (objeto negociado), pelo preço acordado na efetivação do contrato (preço de exercício). O lançador da opção (ou vendedor) tem a obrigação de vender, no caso de uma opção de compra, ou de comprar, no caso de opção de venda, o objeto do contrato pelo preço acertado na efetivação do contrato, se, e somente se, solicitado pelo titular da opção. Devemos notar que o vendedor da opção sempre irá fazer o contrário do que indica o nome da opção: o vendedor da opção de compra irá vender, se exercido, e o da opção de venda irá comprar, caso o titular da put assim o solicite."

⁴⁰ SILVA NETO, L. A., *Opções: Do Tradicional ao Exótico*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996. p.19.

Com relação à probabilidade de exercício de uma opção (relação de seu preço de exercício com o preço do ativo subjacente), Silva Neto⁴¹ classifica as opções da seguinte forma:

Classificação	Opção de Compra	Opção de Venda
In-the-money (dentro do dinheiro)	Preço do objeto é maior do que o preço de exercício	Preço do objeto é menor do que o preço de exercício
At-the money (no dinheiro)	Preço do objeto é igual ao que o preço de exercício	Preço do objeto é igual ao que o preço de exercício
Out-of-the money (fora do dinheiro)	Preço do objeto é menor do que o preço de exercício	Preço do objeto é maior do que o preço de exercício

Tabela 6: Classificação de opções pela probabilidade de exercício

Conforme analisaremos adiante, é de fundamental importância determinar se uma opção está dentro ou fora do dinheiro para podermos avaliar corretamente o seu prêmio.

3. FORMAÇÃO DO PREÇO DAS OPÇÕES

Os termos prêmio ou preço da opção são sinônimos, e referem-se ao valor pago pelo titular da opção pela aquisição do direito de exercê-la no prazo de exercício. Por estarem submetidas às forças de oferta e demanda de mercado, as opções são cotadas como outro ativo qualquer, exceto pelo fato de estarem diretamente relacionadas com o preço do ativo objeto. Assim, o prêmio da opção deverá ser uma função do preço do ativo subjacente.

Do ponto de vista teórico, estão embutidos no preço de uma opção os seguintes elementos: valor intrínseco e valor temporal.

⁴¹ SILVA NETO, L. A., *Opções: Do Tradicional ao Exótico*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996. p.22.

VALOR INTRÍNSECO + VALOR TEMPORAL = PRÊMIO

3.1. VALOR INTRÍNSECO

O valor intrínseco aparece somente nas opções classificadas como "dentro do dinheiro". Neste tipo de opção, existe algum lucro que o tomador ou comprador pode realizar imediatamente ao exercer a opção do tipo americano. O lucro é derivado de uma diferença entre o preço de mercado do ativo subjacente da opção e o preço de exercício da opção, conforme o exemplo abaixo:

Cotação do ativo subjacente:	\$ 230
Preço de exercício da opção:	\$ 210
Prêmio da opção:	\$ 44
Valor intrínseco:	\$ 230 - \$ 210 = \$ 20
Valor temporal :	\$ 44 - \$ 20 = \$ 24

Assim, uma opção tem valor intrínseco quando em uma *call* o preço de exercício for menor do que o preço do ativo subjacente, e quando em uma *put* o preço de exercício for maior do que o preço do ativo subjacente.

Quanto a opção estiver "no dinheiro", o seu valor intrínseco será "zero", e quando estiver "fora do dinheiro", seu valor intrínseco passa a ser negativo.

3.2. VALOR TEMPORAL

O valor temporal é a diferença entre o valor da opção e o seu valor intrínseco num determinado momento. É no valor temporal que estão focadas as teorias de precificação de opções, e ele pode ser considerado como o valor de uma especulação contínua sobre um movimento favorável nos preços do ativo subjacente. Ao se comprar uma opção, além de se poder usufruir imediatamente do valor intrínseco (quando este existir), adquire-se ainda a possibilidade de se beneficiar das futuras variações de alta no preço (no caso de uma opção de compra), limitando a perda para o caso da baixa.

Segundo Silva⁴², "o valor temporal é simplesmente a avaliação do mercado de que parte do valor da opção está fundamentado na possibilidade de que o valor intrínseco pode aumentar no futuro".

Assim, quanto maior o tempo para o vencimento, maior será o prêmio da opção, uma vez que a probabilidade de aumento do valor intrínseco diminui, à medida que se reduz o tempo para a expiração. Da mesma forma, quanto maior a probabilidade de movimentos no preço do ativo subjacente da opção (ou seja, maior volatilidade), maior deverá ser o seu valor temporal.

4. MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES

Neste tópico, buscou-se fazer uma revisão dos modelos principais de avaliação do preço de opções, uma vez que para o presente trabalho interessa-nos dar uma idéia de sua utilização e seus conceitos teóricos.

⁴² SILVA, L.M., *Mercado de Opções: Conceitos e Estratégias*, 2.ed. Rio de Janeiro: HALIP, 1999. p.59.

Os modelos de avaliação de opções utilizam-se, normalmente, de métodos matemáticos avançados. Contudo, devido à sua rápida capacidade de resposta, e por serem programáveis em microcomputadores, os modelos têm apresentado ampla aceitação e utilização pelos profissionais de mercado.

Qualquer um dos principais modelos de avaliação do valor do preço de uma opção (binomial e Black-Scholes) necessariamente utiliza um conjunto de básico de variáveis que necessitam ser conhecidas ou estimadas para que possam fornecer o preço da opção. Essas variáveis são:

- **Preço do ativo subjacente (S):** é o preço de mercado do ativo sobre o qual a opção de compra ou de venda é baseada em um dado momento;
- **Preço de exercício (K):** é o preço pelo qual o detentor da opção pode exercê-la;
- **Tempo até o vencimento (T):** fração anual do prazo de vencimento da opção;
- **Taxas de juros (r):** é a taxa de juros que influi na determinação do preço da opção;
- **Volatilidade (σ):** é o movimento que sofre o ativo subjacente com o passar do tempo. Indica a incerteza (ou **risco**) quanto aos retornos proporcionados por este ativo.

Sobre outras possíveis variáveis a serem consideradas, Sanvicente⁴³ comenta em sua tese que *"um dos principais, senão o principal, determinantes do valor de uma opção é o preço de mercado da ação-objeto. E este varia de maneira incerta no tempo. Além do mais outros fatores determinantes, tais como taxas de juros e política de dividendos da empresa emitente da ação objeto podem variar durante a vigência da opção"*.

Dentre os itens apresentados, as quatro primeiras variáveis são intuitivas e auto-explicativas. No entanto, a *volatilidade* (σ - *sigma*) é a mais difícil de ser determinada, pois não é diretamente observada e precisa, portanto, ser estimada.

A volatilidade histórica é medida normalmente pelo desvio padrão dos movimentos no preço do ativo subjacente no passado, expressa em percentual, e calculada, na maioria das vezes, para períodos pequenos e recentes. Na prática, todavia, há investidores que utilizam períodos mais longos ou até mesmo a análise gráfica.

Um ativo com volatilidade muito baixa não deverá sofrer grandes alterações no preço futuro, o que significa um pequeno risco na negociação do ativo. Da mesma forma, um ativo subjacente com grande volatilidade, ou muito volátil, deverá sofrer grandes mudanças no preço.

Os gráficos abaixo são exemplos da variação nos preços de ativos (cotação do Real contra o Dólar), e sua influência no valor da volatilidade diária. O primeiro gráfico mostra as variações diárias nas cotações do dólar para o período de um ano, e o segundo mostra, para o mesmo ativo, a evolução da volatilidade diária em termos percentuais⁴⁴:

⁴³ SANVICENTE, A.Z., *Avaliação de opções de compra de ações em condições de incerteza sobre a taxa de juros de mercado aberto*. Tese (Livre Docência). 77p. FEA/USP. São Paulo, 1983. p.1-2.

⁴⁴ Fonte: Risktech: <http://www.risktech.com.br>

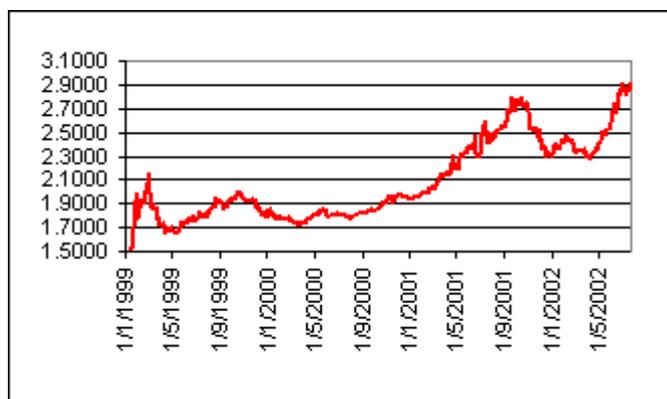


Figura 8: Variações diárias na cotação do dólar

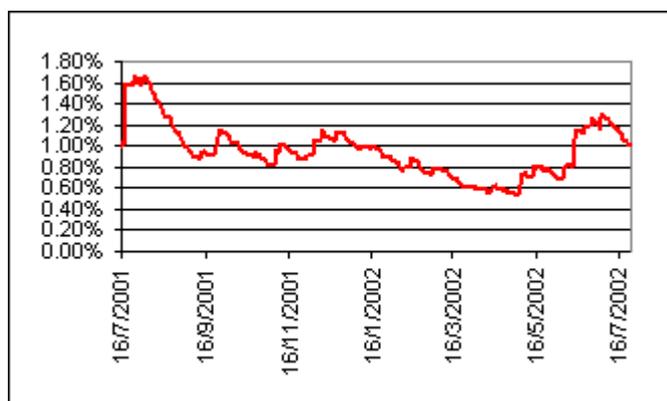


Figura 9: Evolução da volatilidade do dólar em 1 ano

Nota-se que períodos de alta volatilidade (como julho de 2001) coincidem com o períodos de alta variação nas cotações do Real contra o Dólar. As variações são tanto positivas quanto negativas, o que pode implicar em maior lucro ou prejuízo.

Portanto, pode-se afirmar que ambientes voláteis, ou com maior grau de incerteza ou risco, também são ambientes de grandes oportunidades, desde que corretamente gerenciados.

Este impacto traduz-se em um preço mais alto para a opção que conta com maior volatilidade do ativo subjacente. O impacto exato desta variável sobre o preço da opção será determinado pelos modelos de avaliação do preço de opções,

porém, pode-se dizer de forma simplificada que o prêmio é uma função das diversas variáveis apresentadas, conforme segue:

$$C = f(S, T, K, r, \sigma)$$

Silva Neto⁴⁵ resume os efeitos das mudanças nas variáveis sobre o preço de uma opção da seguinte forma:

Movimento da variável	Efeito no valor da <i>call</i>	Efeito no valor da <i>put</i>
Ativo objeto aumenta...	Aumenta	Cai
Ativo objeto cai...	Cai	Aumenta
Volatilidade aumenta...	Aumenta	Aumenta
Volatilidade cai...	Cai	Cai
Passagem do tempo...	Cai	Cai
Taxa de juro aumenta...	Cai	Cai
Taxa de juro cai...	Aumenta	Aumenta

Tabela 7: Efeitos das mudanças nas variáveis sobre o preço de uma opção

4.1. MODELO BINOMIAL

O modelo binomial, desenvolvido por Cox, Ross e Rubinstein⁴⁶, é o modelo visualmente mais simples e intuitivo para a avaliação do preço de opção. Devido à esta vantagem gráfica, que evita o rótulo de "caixa preta", algumas vezes atribuído à modelos matematicamente mais complexos, o modelo binomial tem sido também o modelo mais utilizado por praticantes que buscam nas opções uma forma de gerenciamento de seus investimentos em ativos reais.

⁴⁵ SILVA NETO, L. A., *Opções: Do Tradicional ao Exótico*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996. p.83.

⁴⁶ COX, J., ROSS, S., RUBINSTEIN, M., "Option pricing: a simplified approach", *Journal of Financial Economics*, 7, October, 1979, p. 229-264.

A técnica do modelo baseia-se na construção de árvores binomiais que representam os diversos caminhos que podem ser seguidos pelo preço do ativo subjacente durante a vida da opção. A premissa básica adotada pelo modelo é a de **não-arbitragem**, ou seja, o mercado ajusta-se às eventuais oportunidades de arbitragem (retorno sem risco).

Considerando uma situação simplificada, na qual o preço do ativo subjacente é \$ 100, e sabendo que ao final de um período de seis meses o preço deste mesmo ativo pode ser tanto \$ 120 como \$ 80, teríamos a seguinte ilustração:

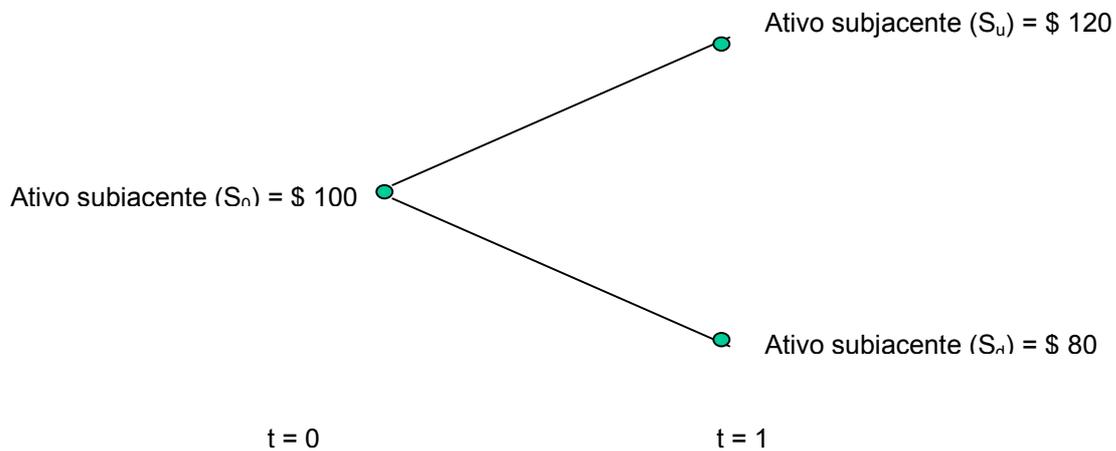


Figura 10: Exemplo I - Modelo Binomial

Supondo que tivéssemos uma opção de compra sobre este ativo subjacente, com preço de exercício (K) igual à \$ 100, esta opção valeria, no seu vencimento: **$C(T) = \text{Max} (S(T) - K, 0)$**

Onde: T é a data de vencimento;

$C(T)$ é o valor da opção de compra na data T ;

$S(T)$ é o preço do ativo objeto na data T ;

K é o preço de exercício;

"Max" significa "o maior entre".

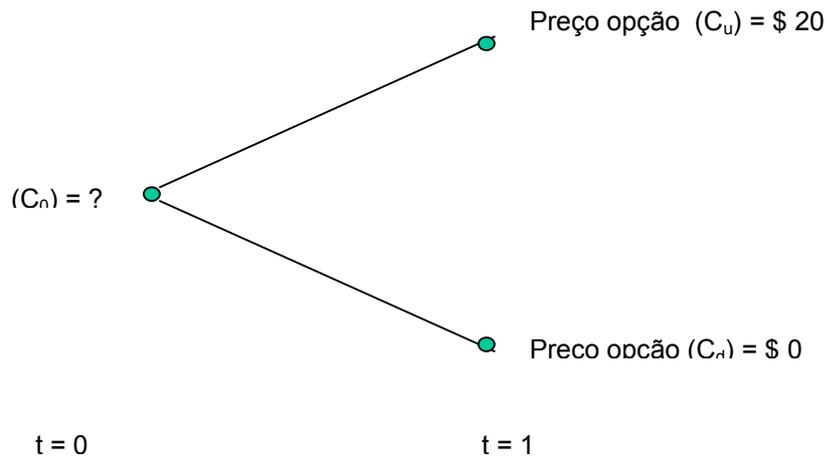


Figura 11: Exemplo II - Modelo Binomial

Para avaliar o preço da opção no momento $t=0$, o modelo utiliza a premissa de não arbitragem, montando uma carteira com apenas dois títulos (uma quantidade a ser determinada de ativos subjacentes e opções), de forma que não existam dúvidas quanto ao valor desta carteira ao final do período.

Argumenta-se, ainda, que como a carteira não possui risco, o seu retorno deve ser igual à taxa de juros livre de risco. Isso possibilita avaliarmos o preço da opção no momento $t=0$.

Considerando esta carteira equivalente composta de uma posição comprada em uma quantidade Δ (delta) de ativos, e de uma posição vendida em uma opção de compra, teríamos a seguinte igualdade:

$$120 \Delta - 20 = 80 \Delta - 0$$

$$40 \Delta = 20$$

$$\text{que nos dá } \Delta = \frac{20}{40} = 0,50 \text{ (vide equação 1, pg. 90 desta dissertação)}$$

Substituindo Δ em qualquer uma das equações, obtemos o valor da carteira equivalente, que é igual a: $80 \times 0,50 - 0 = \$ 40$ ou $120 \times 0,50 - 20 = \$ 40$. Assim, independentemente do movimento do preço do ativo subjacente (para cima ou para baixo), o valor da carteira equivalente será sempre \$ 40 no vencimento da opção (momento $t = 1$).

Como na falta de arbitragem, carteiras sem risco devem remunerar à taxa de juros livre de risco, sabemos que o valor da carteira no momento $t=0$ deve ser o valor presente de \$ 40, descontado pela taxa livre de risco ($r = 10\%$, por exemplo), conforme segue:

$$\frac{40}{(1+0,10)} = 36,36\bar{3}$$

Sabendo que o valor do ativo subjacente hoje é de \$ 100, a equação da carteira equivalente em $t=0$ é, portanto:

$$100 \times 0,50 - S(0) = 36,364$$

$$\text{que resolve } S(0) = 13,636$$

Isso mostra que na falta de oportunidades de arbitragem, o valor atual da opção deveria ser \$ 13,636. Se o preço da opção fosse maior, a carteira custaria menos do que \$ 36,364 para ser montada, e renderia mais do que a taxa de juros livre de risco. Caso o valor da opção fosse menor, poderíamos vender a carteira e com isso emprestar dinheiro a um custo menor do que a taxa de juros livre de risco.

a) **ARBITRAGEM NO CASO DE OPÇÃO CARA:**

Supondo o caso de uma opção cotada a \$ 15 (estaria cara, pois seu preço justo seria \$ 13, 636), poderíamos fazer a seguinte operação de arbitragem:

Na data inicial:	No vencimento, com ativo objeto cotado a:	
	\$ 80	\$ 120
Compra de 0,5 ação a \$ 100 = - \$ 50	+ \$ 40	+ \$ 60
Empréstimo de \$ 36,636 = + \$ 36,636	- \$ 40	- \$ 40
Venda da opção = + \$ 15	\$ 0	- \$ 20
Resultado = + \$ 1,364	\$ 0	\$ 0

Tabela 8: Arbitragem no caso de opção cara

No vencimento, qualquer que seja o preço do ativo objeto, essa arbitragem não gera lucro ou prejuízo algum. Na data $t=0$, tem-se um lucro certo de \$ 1,364.

b) **ARBITRAGEM NO CASO DE OPÇÃO BARATA:**

Supondo o caso de uma opção cotada a \$ 10 (estaria barata, pois seu preço justo seria \$ 13, 636), poderíamos fazer a seguinte operação de arbitragem:

Na data inicial:	No vencimento, com ativo objeto cotado a:	
	\$ 80	\$ 120
Venda de 0,5 ação a \$ 100 = + \$ 50 (a descoberto)	- \$ 40	- \$ 60
Aplicação de \$ 36,364 = - \$ 36,364	+ \$ 40	+ \$ 40
Venda da opção = - \$ 10	\$ 0	+ \$ 20
Resultado = + \$ 3,636	\$ 0	\$ 0

Tabela 9: Arbitragem no caso de opção barata

A venda a descoberto do ativo objeto pode ser feita com um empréstimo da ação, ou através da venda de um derivativo. Se existir pelo menos uma instituição financeira atenta para realizar este negócio, então não haverá oportunidade de arbitragem disponível com esta opção, o que implica que o preço da opção seja de \$ 13,636 (de acordo com o modelo).

Apesar do modelo não fazer nenhuma consideração às probabilidades de aumento ou queda no preço do ativo subjacente, estas já estão incorporadas no preço da ação. Da mesma forma, a volatilidade também já está incorporada, pois é fácil mostrar que o preço justo da opção deveria ser maior caso a amplitude do movimento do ativo objeto fosse para \$ 140 ou \$ 60.

O modelo considera ainda as seguintes hipóteses de funcionamento do mercado:

- existe comprador e vendedor de qualquer quantidade do ativo objeto ao preço de mercado;
- não há preço de venda e de compra, apenas um preço;
- não há risco de crédito nas transações;
- taxa de juros para qualquer prazo é conhecida e não se modifica.

4.2. AVALIAÇÃO NEUTRA DE RISCO

Os argumentos apresentados na sessão anterior podem ser resumidos numa regra geral, considerando um ativo subjacente cujo preço seja S , e uma opção sobre este ativo com valor C . Supondo ainda que a opção tenha um prazo T , e que durante a sua vida o ativo possa mover-se tanto para cima, para um novo nível S_u , ou para baixo num nível S_d , ($u > 1$; $d < 1$), conforme a ilustração abaixo:

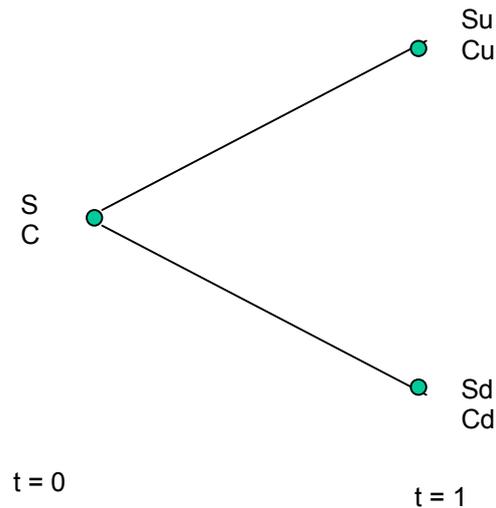


Figura 12: Ilustração - Avaliação Neutra de Risco

Da mesma forma, criamos uma carteira equivalente composta de uma quantidade Δ do ativo subjacente e uma opção, e calculamos o valor de Δ que torna a carteira sem risco, como segue:

$$S_u \Delta - C_u = S_d \Delta - C_d$$

Ou

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{S_u - S_d} \quad (\text{equação 1})^{47}$$

Por ser uma carteira sem risco, deve remunerar uma taxa de juros livre de risco (r), que nos dá o seguinte valor presente da carteira:

$$\frac{[S_u \Delta - C_u]}{(1+r)}$$

Que igualado ao custo de formação desta carteira dá:

$$S\Delta - C = \frac{[S_u \Delta - C_u]}{(1+r)}$$

⁴⁷ Fontes (fórmulas básicas):

1) HULL, J. C., *Introduction to Futures & Options Markets*. 2.ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995. p.244.

2) VARGA, Gyorgy, Curso Especial de Derivativos - Apostila, São Paulo: BM&F, 15 e 16 de fevereiro de 2001.

Substituindo com os dados da equação 1, e simplificando, temos:

$$C = S\Delta - \frac{[Su\Delta - C_u]}{(1+r)}$$

Onde:

$$C = \frac{[pC_u + (1+p)C_d]}{(1+r)} \quad (\text{equação 2})$$

$$p = \frac{(1+r) - d}{u - d} \quad (\text{equação 3})$$

Utilizando as equações 2 e 3 acima para o cálculo do valor da opção conforme o exemplo anterior, teríamos:

$$u = 1,2, \quad d = 0,8, \quad r = 0,10, \quad T = 0,50, \quad C_u = 20, \quad \text{e} \quad C_d = 0$$

$$p = \frac{(1 + 0,10) - 0,80}{1,2 - 0,8} = \frac{0,30}{0,40} = 0,75$$

$$C = \frac{[0,75 \cdot 20 + (1 + 0,75) \cdot 0]}{(1 + 0,10)}$$

$$C = 13,636$$

O que está de acordo com os cálculos feitos anteriormente. Desta forma, calculamos o preço da opção como se fosse o valor esperado presente da opção, calculada segundo uma probabilidade p , que não tem ligação alguma com as probabilidades originais u e d . Esta probabilidade é conhecida como medida de martingala equivalente, ou probabilidade neutra ao risco.

O preço calculado desta forma iguala o retorno da opção à taxa de juros livre de risco, como num mundo onde os investidores fossem todos indiferentes ao risco. Por este motivo, esta técnica é chamada de avaliação neutra ao risco. O preço obtido por esta técnica é válido também num mundo onde os investidores não sejam neutros ao risco, porque a taxa de retorno esperado não entra no cálculo do preço da opção.

4.3. ÁRVORES BINOMIAIS MÚLTIPLAS

O Modelo Binomial, desenvolvido por Cox, Ross e Rubinstein (na verdade uma idéia originalmente sugerida por William Sharpe), aplica-se não somente à árvores binomiais simples, como também a árvores binomiais com múltiplas ramificações, que representam a grande maioria dos problemas com opções encontrados na prática.

Com as definições obtidas, é possível aplicarmos um movimento binomial para o preço da ação, conforme apresentado a seguir:

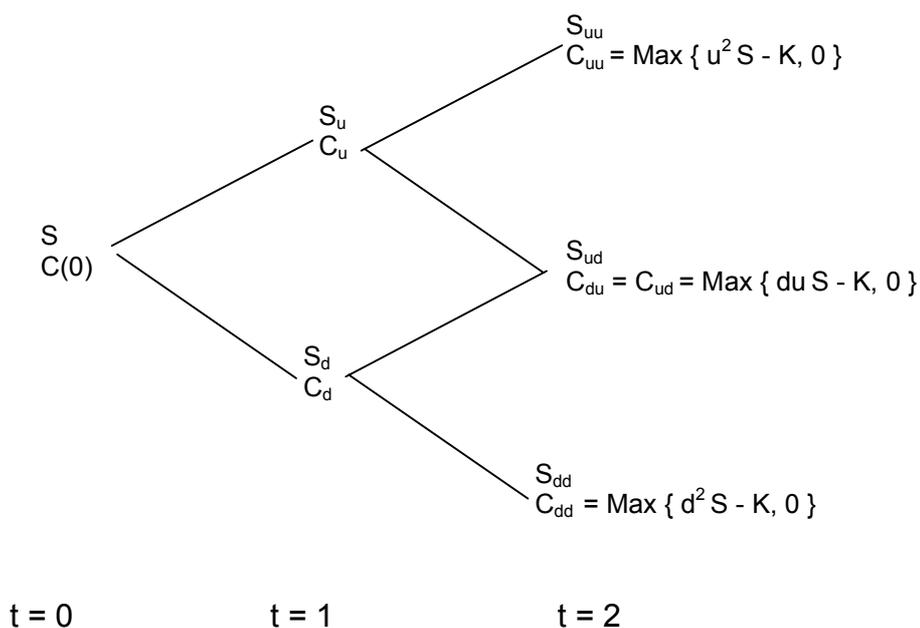


Figura 13: Exemplo - Árvores Binomiais Múltiplas

De acordo com a avaliação neutra de risco, o preço da opção é calculado andando-se para trás na árvore binomial⁴⁸:

$$C_d = \frac{[\rho C_{du} + (1+\rho) C_{dd}]}{(1+r)}$$

$$C_u = \frac{[\rho C_{uu} + (1+\rho) C_{ud}]}{(1+r)}$$

$$C(0) = \frac{[\rho C_u + (1+\rho) C_d]}{(1+r)}$$

E uma vez que as movimentações no ativo objeto ao longo da vida da opção são determinados pela volatilidade deste ativo para o período compreendido, podemos derivar da volatilidade os percentuais de alta ou baixa do ativo subjacente:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}} \quad \therefore \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}}$$

Onde:

T = o prazo da opção de acordo com a medida de volatilidade (por exemplo, se tivermos a volatilidade anual e a opção tiver meio ano de vida, então T = 1/2).

σ = medida da volatilidade do ativo objeto

n = número de períodos em que fazemos o ativo objeto se movimentar

⁴⁸ VARGA, Gyorgy, Curso Especial de Derivativos - Apostila, São Paulo: BM&F, 15 e 16 de fevereiro de 2001.

u = probabilidade de alta do ativo subjacente

d = probabilidade de baixa do ativo subjacente

Abaixo, apresentamos um exemplo de cálculo através de planilha eletrônica, de uma opção sobre um determinado ativo subjacente, através do modelo binomial, para 10 períodos⁴⁹:

Preço de exercício (K) : **\$ 135**

Preço do ativo objeto (S): **\$ 132.50**

Taxa de juro diária efetiva: **0.05%**

Volatilidade anual (σ): **10%**

Número de dias úteis: **50**

Número de dias úteis no ano: **252**

Fazendo $n = 10$ períodos⁵⁰, temos:

$T = 0,1984$, $d = 0,9860$, $u = 1,0142$, $r = 0,0025$ e $p = 0,5853$

a) Árvore binomial para o preço do ativo subjacente:

período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
\$ 132.50	\$ 134.38	\$ 136.29	\$ 138.22	\$ 140.18	\$ 142.17	\$ 144.19	\$ 146.23	\$ 148.30	\$ 150.41	\$ 152.54
	\$ 130.65	\$ 132.50	\$ 134.38	\$ 136.29	\$ 138.22	\$ 140.18	\$ 142.17	\$ 144.19	\$ 146.23	\$ 148.30
		\$ 128.82	\$ 130.65	\$ 132.50	\$ 134.38	\$ 136.29	\$ 138.22	\$ 140.18	\$ 142.17	\$ 144.19
			\$ 127.02	\$ 128.82	\$ 130.65	\$ 132.50	\$ 134.38	\$ 136.29	\$ 138.22	\$ 140.18
				\$ 125.24	\$ 127.02	\$ 128.82	\$ 130.65	\$ 132.50	\$ 134.38	\$ 136.29
					\$ 123.49	\$ 125.24	\$ 127.02	\$ 128.82	\$ 130.65	\$ 132.50
						\$ 121.76	\$ 123.49	\$ 125.24	\$ 127.02	\$ 128.82
							\$ 120.06	\$ 121.76	\$ 123.49	\$ 125.24
								\$ 118.38	\$ 120.06	\$ 121.76
									\$ 116.72	\$ 118.38
										\$ 115.09

⁴⁹ Os cálculos detalhados encontram-se no Anexo B.

⁵⁰ A árvore binomial não precisa ter 50 nós. Pode-se escolher cada período $n = 5$ dias úteis, obtendo-se os mesmos resultados aproximados.

b) Cálculo do preço da opção:

período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
\$ 2.80	\$ 3.66	\$ 4.70	\$ 5.92	\$ 7.33	\$ 8.88	\$ 10.53	\$ 12.24	\$ 13.98	\$ 15.75	\$ 17.54
	\$ 1.61	\$ 2.21	\$ 2.99	\$ 3.98	\$ 5.18	\$ 6.60	\$ 8.18	\$ 9.86	\$ 11.57	\$ 13.30
		\$ 0.76	\$ 1.12	\$ 1.62	\$ 2.31	\$ 3.22	\$ 4.40	\$ 5.85	\$ 7.51	\$ 9.19
			\$ 0.27	\$ 0.42	\$ 0.66	\$ 1.03	\$ 1.57	\$ 2.39	\$ 3.56	\$ 5.18
				\$ 0.05	\$ 0.09	\$ 0.15	\$ 0.26	\$ 0.44	\$ 0.75	\$ 1.29
					\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
							\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
								\$ -	\$ -	\$ -
									\$ -	\$ -
										\$ -

Desta forma, tem-se que o preço justo dessa opção negociada sobre o ativo subjacente em questão, calculado pelo modelo binomial, é de **\$ 2,80**.

4.4. VALIDAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES - MODELO BINOMIAL

Na tabela 7 (pg. 84), apresentamos os efeitos das movimentações propostas por Silva Neto em cada uma das variáveis básicas no preço da opção. Nesta seção, será feita a validação, com base no exemplo numérico apresentado, das proposições anteriores:

a) Aumento na volatilidade:

Volatilidade anual (σ) anterior: **10%**

Volatilidade anual (σ) proposta: **20%**

Neste cenário, o novo preço da opção $C(0)$ é **\$ 5,20**, o que confirma a proposição de aumento do valor da opção com o aumento do grau de incerteza.

b) Aumento no período T:Número de dias úteis anterior: **50**Número de dias úteis proposto: **100**

Nesta situação, o novo preço da opção $C(0)$ é **\$ 5,73**, o que também corrobora a hipótese de que prazos mais longos (com maior incerteza) acrescentam valor à opção.

c) Aumento nas taxas de juros:Taxa de juro diária efetiva anterior: **0.05%**Taxa de juro diária efetiva proposta: **0.10%**

Neste caso específico, os cálculos demonstram que o aumento isolado nas taxas de juros causam um aumento no preço da opção $C(0)$ para **\$ 4,86**, enquanto a proposição inicial sugere o contrário: uma queda no preço. No entanto, o autor sugere que existe uma sensibilidade no valor da ação (ou ativo objeto) para quaisquer mudanças na taxa de juros, até certo ponto medido pela volatilidade do objeto. Assim, o aumento na taxa de juros não pode ser testado isoladamente, pois também tem impactos significativos nas outras variáveis do modelo, especificamente o preço do ativo subjacente e a volatilidade.

d) Aumento no preço do ativo subjacente:Preço do ativo objeto (S) anterior: **\$ 132.50**Preço do ativo objeto (S) proposto: **\$ 134.00**

Novamente, este teste comprova a proposição inicial de aumento no valor da opção (para \$ 3,72), causado por um aumento no preço do ativo subjacente. Esta relação é lógica, pois, quanto maior o preço do ativo, maior a probabilidade da *call* ser exercida. Para as *puts*, o raciocínio deve ser exatamente o inverso.

4.5. PROCESSOS ESTOCÁSTICOS E O LEMA DE ITÔ

De forma a proporcionar uma base mínima para compreensão dos fundamentos das metodologias de determinação de preços teóricos de ativos e opções em tempo contínuo, faz-se necessário revisar (sem o rigor da matemática e da física) algumas premissas e conceitos matemáticos que foram utilizados como base para o desenvolvimento destes modelos, em especial, apresentar o conceito de processos estocásticos, particularmente o Processo de Wiener (ou movimento Browniano), e sua generalização no chamado Lema de Itô⁵¹.

4.5.1. Processos Estocásticos

Um processo estocástico descreve uma variável que se comporta ao menos em parte de forma aleatória através do tempo, assumindo valores imprevisíveis. Um exemplo clássico é o preço de ações, que pode ser modelado como uma variável que se movimenta com alguma tendência, mas flutua

⁵¹ Os conceitos apresentados nesta seção baseiam-se nas seguintes fontes:

- 1) DIXIT, A. K., PINDYCK, R. S., *Investment under Uncertainty*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994. Cap. 3.
- 2) SILVA NETO, L. A., *Opções: Do Tradicional ao Exótico*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996. Cap. 9.
- 3) TRIGEORGIS, L., *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. P.87-89
- 4) VARGA, Gyorgy, Curso Especial de Derivativos - Apostila, São Paulo: BM&F, 15 e 16 de fevereiro de 2001. (segue)
- 5) KAPLAN, W. *Cálculo Avançado*; tradução Frederic Tsu, coordenação: Elza F. Gomide. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1972.

aleatoriamente ao redor desta. Os processos estocásticos podem ser contínuos ou discretos, dependendo da variável tempo ser respectivamente contínua ou discreta.

4.5.2. Propriedade de Markov

Esta propriedade diz que a distribuição de probabilidade de x_{t+1} depende apenas de x_t , e não adicionalmente do que aconteceu antes do momento t . Assim, a propriedade de Markov significa que acontecimentos passados não têm importância para a previsão de valores futuros, e que o valor atual da variável é o suficiente para a estimativa do futuro.

Os preços de ativos financeiros também são constantemente modelados como processos de Markov, uma vez que as informações públicas são rapidamente absorvidas no valor atual dos ativos, de tal forma que o passado tem pouco ou nenhum poder preditivo sobre o seu valor futuro. Em finanças, isso é conhecido como eficiência fraca de mercado.

4.5.3. Processo de Wiener

O Processo de Wiener, também chamado de movimento Browniano, é uma processo estocástico contínuo, muito utilizado para explicar a evolução de preços de ativos. Este processo possui três características principais:

- 1) A primeira é que o processo de Wiener é um processo de Markov, e portanto, a distribuição de probabilidades dos valores futuros do processo depende somente do seu valor atual, não sendo afetado pelo passado;

- 2) A segunda é que o processo de Wiener tem incrementos independentes, o que significa que a distribuição de probabilidade para as variações no processo em qualquer intervalo de tempo são independentes de qualquer outro intervalo de tempo;
- 3) A terceira e última característica é que as variações no processo em qualquer intervalo de tempo finito de tempo têm distribuição normal com variância proporcional ao intervalo de tempo ocorrido.

Supondo um processo de Wiener com uma variável $z(t)$, poderíamos estudá-lo em pequenos intervalos de tempo Δt , e definir Δz como sendo a variação em z relativa ao intervalo Δt . Desta forma, podemos escrever o processo de Wiener como:

$$\Delta z = \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Onde ε_t é uma variável aleatória com distribuição normal padrão, com média zero e desvio padrão 1, ou $N(0,1)$. Os valores de Δz , para quaisquer intervalos de tempo Δt , são independentes.

Com base no Teorema do Limite Central, aplicado à somatória de todos os intervalos de tempo Δt (ou T), podemos dizer que Δz também segue uma distribuição normal, com média zero e desvio padrão $\sqrt{\Delta t}$. Este fato (que Δz depende de $\sqrt{\Delta t}$ e não de Δt), é particularmente importante, pois a variância da variação de z num processo de Wiener cresce linearmente com o horizonte de tempo, ou seja, a medida que o tempo aumenta, cresce a incerteza da previsão (maior desvio padrão) e a curva normal passa a ter um aspecto mais achatado.

Se considerarmos uma variação infinitesimal de tempo, ou seja, calcularmos o limite da variável dependente Δz com a variável independente $\Delta t \rightarrow 0$, podemos escrever:

$$dz = \varepsilon_t \sqrt{dt}$$

E como ε_t possui média zero e desvio padrão igual à 1, tem-se que:

$$E(dz) = 0$$

$$\text{Var}(dz) = dt$$

Para o desenvolvimento do conceito, e futura aplicação na variação do preço de um ativo, é necessário fazer uma generalização do processo de Wiener para uma variável s . Esta generalização é chamada de **movimento Browniano com tendência**, e pode ser escrita conforme abaixo:

$$ds = \mu dt + \sigma dz$$

Na equação, μ representa o parâmetro de tendência no tempo (ou crescimento), σ o parâmetro de variância, que exprime a incerteza ou ruído do processo, e s é um processo estocástico. Se considerarmos a variação do valor de s em um pequeno intervalo de tempo Δt , temos:

$$\Delta s = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Como vimos, Δs estará, nessas condições, distribuído normalmente, com média $\mu \Delta t$ e desvio padrão $\sigma \sqrt{\Delta t}$.

Supondo um exemplo com os seguintes dados:

- Valor inicial do ativo igual a zero;
- Tendência de crescimento (μ) igual a 0,17 ao ano;
- Variância (σ^2) igual a 0,8 ao ano.

Poderíamos escrever a seguinte equação:

$$ds = 0,17 dt + \varepsilon_t \sqrt{0,8 dt}$$

Para a qual teríamos a aproximação discreta e mensalizada:

$$s_t = s_{t-1} + \frac{0,17}{12} + \sqrt{\frac{0,8}{12}} \varepsilon_t$$

$$s_t = s_{t-1} + 0,014167 + 0,258199 \varepsilon_t$$

O gráfico abaixo mostra dois caminhos possíveis para a equação acima, com valores de ε_t produzidos através do gerador de números aleatórios, a partir de uma distribuição normal padrão. Utilizou-se, para a geração dos números aleatórios deste exemplo, o software Minitab Statistical versão 13.30.

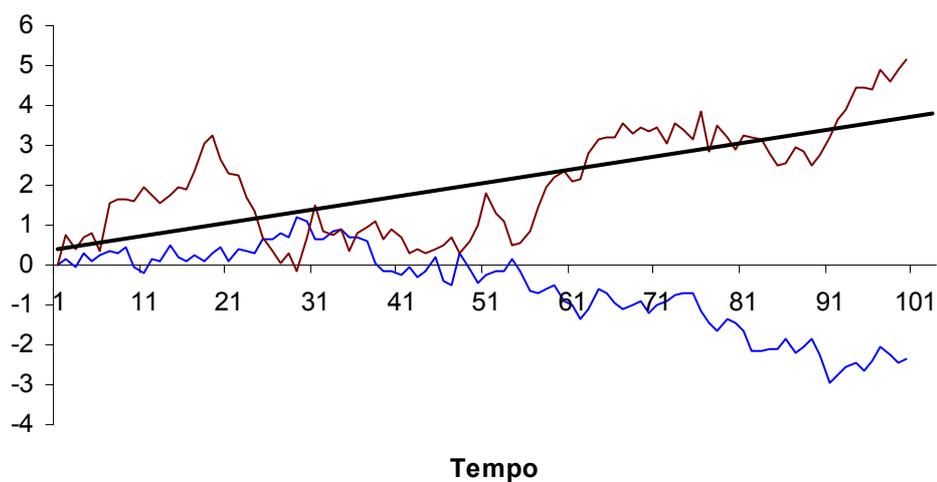


Figura 14: Movimento Browniano com Tendência

Note-se ainda que os parâmetros μ e σ foram expressos em termos mensais, ou seja, uma tendência de 0,17 ao ano significa $0,17/12 = 0,014167$ e uma variância de 0,8 ao ano significa $0,8/12 = 0,66667$ por mês, ou um desvio padrão de 0,258199 ao mês.

Devido à propriedade de Markov, podemos fazer previsões sobre a evolução deste processo estocástico, uma vez que apenas o valor de $s(t)$ é necessário para a construção do cenário futuro.

A tendência pode ser obtida fazendo $E(s_t) = 0$.

$$E(s_t) = \hat{s}_{t+k} = 1 + 0,014167 k$$

E o intervalo de confiança pode ser construído ao redor desta tendência. Por exemplo, para um intervalo de confiança de 95% de probabilidade, a variável s deve ficar num intervalo de $\pm 1,645$ desvios padrões:

$$\hat{s}_{t+k} = s_t + 0,014167 k \pm 1,645 \times 0,258199 \sqrt{k}$$

Onde k é o número de meses.

Com a extensão do sorteio aleatório, esta equação nos dá a seguinte previsão de cenários dos caminhos apresentados na figura abaixo para os próximos 50 meses:

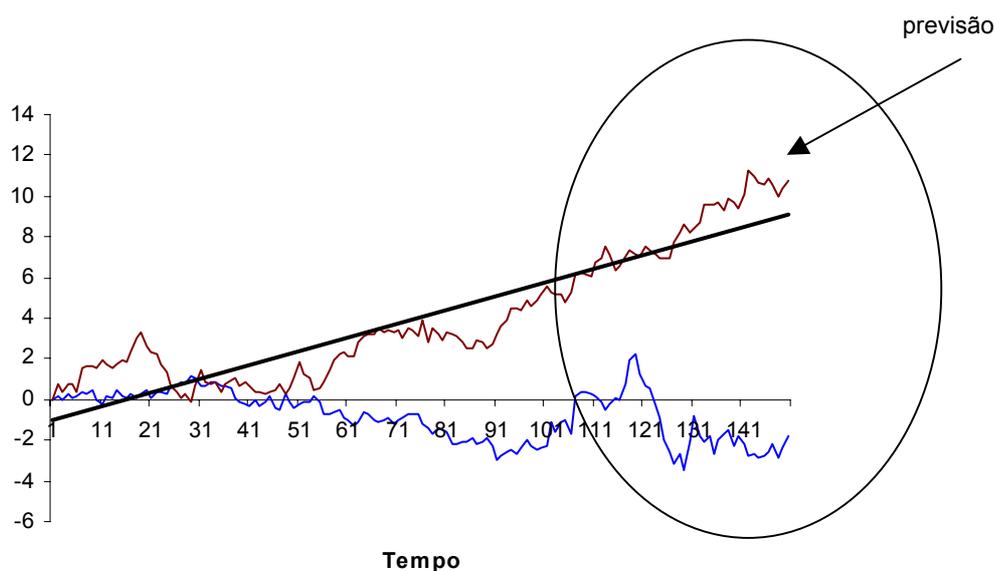


Figura 15: Previsão de cenários com sorteio de caminhos aleatórios

Pode-se observar, desta forma, que no longo prazo de um processo de Wiener com movimento Browniano, o parâmetro de tendência é preponderante, enquanto que no curto prazo é a variância que predomina. Esta característica, assim como o conceito de processo de Wiener como um todo, serve como base para modelagem de uma ampla gama de variáveis estocásticas. No entanto, apesar da

proximidade, o modelo apresentado até agora ainda não serve para a modelagem de um comportamento de um preço de ativos financeiros, pois, como pudemos observar nos gráficos, o movimento Browniano simples (MBS) admite valores negativos, o que não é possível para preços de ativos financeiros. Da mesma forma, a taxa de retorno sobre este ativo também não pode ser modelada, pois ela está limitada a - 100% e + 100%.

Concluimos, assim, que a variação no preço de um ativo não é uma variável adequada para se modelar de forma normal. De maneira análoga, a taxa de variação discreta também não serve porque não pode apresentar variação menor do que -100%.

Para solucionar este problema, Varga⁵² propõe o uso da taxa contínua para a variação do preço, pois esta pode atingir variação negativa menor do que 100%. A taxa contínua é a variação do logaritmo natural do preço. Assim, se ela tem distribuição normal, o preço é dito ter distribuição lognormal.

A fórmula de cálculo da taxa contínua de retorno é: $\ln\left(\frac{s_t}{s_{t-1}}\right)$.

Uma variável aleatória, cuja taxa de retorno contínua tem distribuição normal pode ser descrita pelo chamado Movimento Browniano Geométrico (MBG):

$$ds = \mu s dt + \sigma s dz$$

ou

$$\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma dz$$

onde: μ e σ são constantes arbitrárias.

Para manipular esta equação, precisamos de um resultado de cálculo estocástico conhecido como Lema de Itô.

4.5.4. Lema de Itô

Conforme indicam Dixit e Pindyck (1994), um processo estocástico contínuo $x(t)$ é chamado de processo de Itô, quando representado pela equação:

$$dx = a(x,t).dt + b(x,t).dz$$

Onde $a(x,t)$ é a função não-aleatória de tendência, $b(x,t)$ é a função não-aleatória de variância, $z(t)$ é um processo de Wiener e t é o tempo. Percebe-se, assim, que movimento Browniano geométrico é um caso especial do processo de Itô, no qual $a(x,t) = \mu s$ e $b(x,t) = \sigma s$.

Dada uma função $F(s,t)$, diferenciável no mínimo duas vezes em s , e uma vez em t , o lema de Itô mostra que a mesma segue o seguinte processo⁵³:

$$dF = \left[\frac{\partial F}{\partial t} + a(s,t) \frac{\partial F}{\partial s} + \frac{1}{2} b^2(s,t) \frac{\partial^2 F}{\partial s^2} \right] dt + b(s,t) \frac{\partial F}{\partial s} dz$$

⁵² Curso Especial: Preço de Opções, Volatilidade, Arbitragem e Gerência de Risco. FCE / BM&F. Material Interno, preparado pelo Prof. Dr. Gyorgy Varga, EPG/FGV.

⁵³ DIXIT, A. K., PINDYCK, R. S., *Investment under Uncertainty*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994. p.80. * Ver detalhes adicionais em: ITÔ Kiyoshi. *Kiyoshi Itô selected papers*. New York: Springer-Verlag, 1987.

Este lema é a base de fórmulas e métodos de avaliação do preço de derivativos, pois $F(s,t)$ pode ser o preço de um contrato futuro ou o preço de uma opção de compra. No entanto, conforme mostramos anteriormente, não é razoável assumir que as variações no preço de uma ação ou ativo financeiro sigam uma distribuição normal, pois o preço de um ativo não pode ser inferior a zero. Assim, pode-se assumir que os preços de uma ação sigam uma distribuição lognormal, ou seja as variações no logaritmo do preço seguem uma distribuição normal.

Dessa forma, sendo s o processo Browniano geométrico que descreve o preço de um ativo, e $F(s) = \ln s$, e sendo $\frac{\partial F}{\partial t} = 0$, $\frac{\partial F}{\partial s} = \frac{1}{s}$, e $\frac{\partial^2 F}{\partial s^2} = -\frac{1}{s^2}$, tem-se pelo lema de Itô:

$$ds = \mu s dt + \sigma s dz$$

$$dF = \left[0 + \mu s \frac{1}{s} + \frac{1}{2} (\sigma s^2) \times \frac{-1}{s^2} \right] dt + \sigma s \frac{1}{s} dz = \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) dt + \sigma dz$$

Portanto, em cada intervalo de tempo finito T , a variação em $\ln s$ é normalmente distribuída, com média $\left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T$ e variância $\sigma^2 T$.

Uma aproximação discreta para a equação acima pode ser:

$$\ln \left(\frac{s_{t+1}}{s_t} \right) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} \varepsilon_t$$

ou

$$S_{t+1} = S_t e^{\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} \varepsilon_t \right]}$$

Pois Δz é um processo de Wiener ($\Delta z = \sqrt{\Delta t} \varepsilon_t$), e ε_t é uma variável aleatória que segue uma distribuição normal padrão, a data $t+1$ é igual a $t + \Delta t$, $\Delta F = F_{t+1} - F_t = \ln s_{t+1} - \ln s_t = \ln \left(\frac{s_{t+1}}{s_t} \right)$, e ΔF , Δt e Δz são as versões discretas de dF , dt e dz , respectivamente.

Em um ambiente neutro ao risco, onde a taxa de retorno de todos os ativos é igual à taxa de juros livre de riscos, a tendência μ acima é igual à taxa livre de riscos r .

Supondo um exemplo com os seguintes dados:

- Valor inicial do ativo igual a \$ 0,50;
- Tendência de crescimento (μ) igual a 0,09 ao ano;
- Variância (σ^2) igual a 0,2 ao ano.

E utilizando o mesmo sorteio aleatório dos exemplos anteriores, temos:

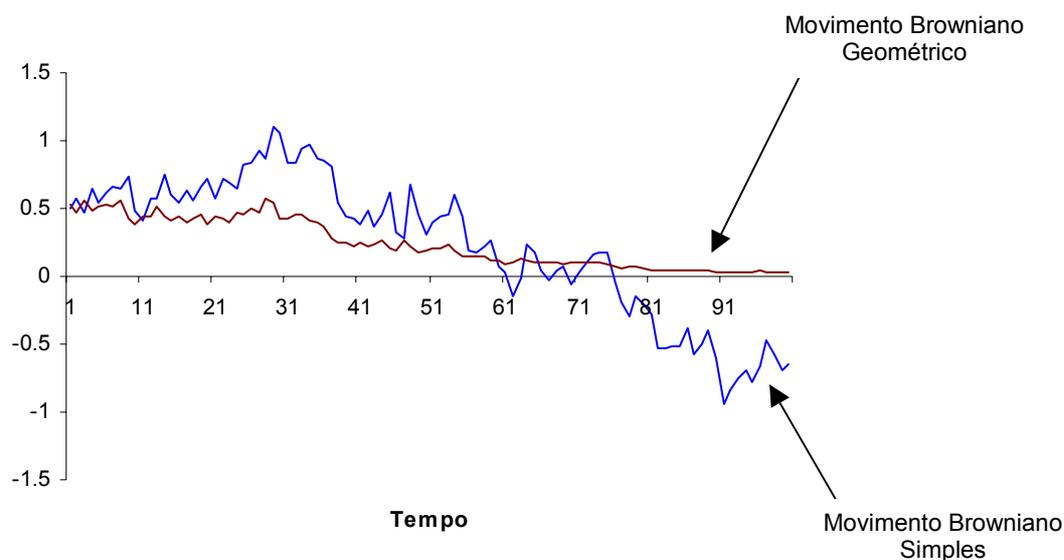


Figura 16: Comparação MBS e MBG

Onde se mostra que o MBG (movimento Browniano geométrico) nunca assume valores negativos, e é, portanto, mais adequado para representar o movimento do preço de ativos financeiros.

4.6. O MODELO BLACK-SCHOLES

O modelo Black-Scholes, publicado em 1973 no *Journal of Political Economy*, parte do conceito apresentado na seção anterior de que o ativo objeto de uma opção segue um comportamento estocástico contínuo, na forma de um MBG (movimento Browniano geométrico). Isso significa que se assume que a distribuição probabilística dos preços do ativo subjacente de uma operação, em uma data futura, é lognormal e, por conseqüência, a distribuição probabilística das taxas de retorno calculadas de forma contínua e composta entre duas datas é normal.

Para o desenvolvimento do fórmula, que é amplamente utilizada pelo mercado financeiro, seus formuladores adotaram as seguintes hipóteses básicas:

- 1) O preço dos ativos tem uma distribuição lognormal, com μ e σ constantes;
- 2) A taxa de juros sem risco (r) é constante;
- 3) Não existem custos de transação, impostos ou margens, e todos os ativos são perfeitamente divisíveis;
- 4) O ativo objeto (ação) não paga dividendos ou qualquer outro rendimento durante a vida da opção;
- 5) Não existem oportunidades de arbitragem livre de riscos (o princípio de ausência de arbitragem é válido);
- 6) A negociação com o ativo subjacente é contínua (e não discreta) e o ativo é divisível;
- 7) Vendas a descoberto são permitidas e pode-se tomar qualquer quantia à taxa de juros corrente.

A análise do modelo Black-Scholes utiliza o mesmo princípio da ausência de arbitragem, adotado pelo modelo binomial. Cria-se uma carteira sem risco, composta por uma posição no ativo subjacente e uma posição na opção, e o seu retorno também deve ser a taxa de juros livre de risco.

No modelo Black-Scholes, no entanto, a posição montada na carteira equivalente só é livre de risco por períodos muito curtos, praticamente instantâneos, o que denota uma diferença fundamental do modelo binomial apresentado.

Assim, supondo que $C(s, T)$ indica o valor de uma opção de compra européia, com uma função do preço da ação s e do tempo T , tem-se pelo lema de Itô que⁵⁴:

$$dC = \left[\frac{\partial C}{\partial T} + \mu S \frac{\partial C}{\partial S} + \frac{1}{2} (\sigma^2 S^2) \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \right] dT + \sigma S \frac{\partial C}{\partial S} dz$$

Que podem ter as seguintes aproximações discretas:

$$\Delta S = \mu \cdot S \cdot \Delta T + \sigma \cdot S \cdot \Delta z$$

e

$$\Delta C = \left[\frac{\partial C}{\partial T} + \mu S \frac{\partial C}{\partial S} + \frac{1}{2} (\sigma S)^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \right] \Delta T + \sigma S \frac{\partial C}{\partial S} \Delta z$$

Conforme apresentamos, o processo de Wiener para as duas equações acima são os mesmos, ou seja, $\Delta z = \varepsilon_T \sqrt{\Delta T}$. Assim, uma carteira composta pelo ativo subjacente e a sua opção pode eliminar o processo de Wiener, ou a sua componente aleatória. Para tal, utiliza-se uma carteira composta de uma posição vendida em opções e uma posição comprada em $\frac{\partial C}{\partial S}$ ativos objetos. O valor da carteira é dado por P:

$$P = -C + \frac{\partial C}{\partial S} S$$

A variação da carteira dentro de um intervalo de tempo ΔT é:

$$\Delta P = -\Delta C + \frac{\partial C}{\partial S} \Delta S$$

⁵⁴ As derivações matemáticas da fórmula Black-Scholes baseiam-se em: VARGA, G., Aplicação do Modelo Black-Scholes ao Mercado Brasileiro de Opções de Compra, Utilizando-se Metodologias Diferenciadas para o Cálculo da Volatilidade. São Paulo: Dissertação de Mestrado submetida à EPGE/FGV, 1990.

Substituindo a versão discreta do processo Browniano geométrico do preço do ativo subjacente, e do processo do preço da opção na equação acima, chega-se à:

$$\Delta P = - \left[\left(\frac{\partial C}{\partial T} + \mu S \frac{\partial C}{\partial S} + \frac{1}{2} \mu^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \right) \Delta T + \sigma S \frac{\partial C}{\partial S} \Delta z \right] + \frac{\partial C}{\partial S} (\mu S \Delta T + \sigma S \Delta z)$$

$$\Delta P = - \left(\frac{\partial C}{\partial T} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \right) \Delta T$$

Nota-se que na equação acima a componente aleatória foi eliminada, por isso, no período ΔT , a carteira P não possui risco. Pelo princípio da ausência de arbitragem, a carteira P terá no período ΔT , retorno igual à taxa de juros livre de riscos (r):

$$\Delta P = P \cdot r \cdot \Delta T$$

Quando se substitui a equação acima na equação da variação da carteira, tem-se:

$$- \left(\frac{\partial C}{\partial T} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \right) \Delta T = P \cdot r \cdot \Delta T$$

$$- \left(\frac{\partial C}{\partial T} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \right) \Delta T = \left(-C + \frac{\partial C}{\partial S} S \right) \cdot r \cdot \Delta T$$

$$\frac{\partial C}{\partial T} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + \frac{\partial C}{\partial S} \cdot r \cdot S = r \cdot C$$

A equação diferencial acima é a equação Black-Scholes, que tem como solução a função $C(S, T)$, que pode ser o preço de um derivativo qualquer, e não apenas uma opção de compra do tipo europeia. A metodologia de construção da carteira é muito importante, por apresentar uma forma de eliminação da componente

aleatória e a obtenção de equações diferenciais que permitem alcançar soluções analíticas para os preços de opções. A carteira é livre de riscos dentro de um intervalo de tempo infinitesimal, e para mantê-la permanentemente livre de riscos é necessário alterar as quantidades de opções e ativos freqüentemente.

No caso de uma opção de compra européia, que tem como ativo objeto uma opção que não paga dividendos durante a vida do derivativo, temos a seguinte condição de contorno:

$$C(S, T) = \text{Máximo} \{ S - K ; 0 \}$$

Onde K é o preço de exercício da opção e T é o tempo de vida da opção, medido em anos.

Utilizando a equação de contorno acima, e a premissa de que os preços dos ativos financeiros seguem uma distribuição lognormal, Black e Scholes chegaram à seguinte solução para a sua equação diferencial apresentada:

$$C = S N(d_1) - K.e^{-rT} N(d_2)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Onde C é o preço de uma opção de compra europeia, com preço de exercício K , tempo de vida T , taxa livre de riscos r , volatilidade do retorno da ação σ , e N é a função distribuição de probabilidades normal padrão acumulada.

Analogamente, a fórmula Black-Scholes para a obtenção do preço de uma opção de venda europeia (V) é a seguinte:

$$V = K.e^{-rT} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

Uma vez que o preço de uma opção americana, para ativos sem remuneração (ex.: dividendos), é igual ao de uma opção europeia, a fórmula de Black-Scholes também se aplica a estas opções. Infelizmente, Black-Scholes não possuem qualquer formulação analítica para o cálculo de opções de venda do tipo americano.

As fórmulas de Black-Scholes acima foram formuladas para o cálculo de taxas de juros contínuas. Contudo, como na prática a taxa de juros é trabalhada de forma discreta, ao invés de se transformar a sua expressão discreta para contínua, e utilizar as fórmulas de Black-Scholes apresentadas, utiliza-se a taxa de juros discreta, pois esta é a expressão normal de mercado.

Para isto, altera-se a fórmula de Black-Scholes, trocando a expressão taxa de juros, introduzindo-se a taxa de juros discreta na mesma (ao invés de contínua). Assim, a fórmula Black-Scholes fica:

$$C = S.N(d_1) - \frac{K}{(1+i)^n} N(d_2)$$

Com d_1 passando a ser, com a taxa i discreta, igual a:

$$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{S(1+i)^n}{K}\right] + \frac{\sigma^2}{2}(n/252)}{\sigma\sqrt{\frac{n}{252}}} \quad \therefore \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\frac{n}{252}}$$

Assim, considerando o mesmo exemplo utilizado para a demonstração do Modelo Binomial, podemos calcular o preço da opção através do modelo Black-Scholes conforme segue:

Preço de exercício (K) : **\$ 135**

Preço do ativo objeto (S): **\$ 132.50**

Taxa de juro diária efetiva: **0.05%**

Volatilidade anual (σ): **10%**

Número de dias úteis: **50**

Número de dias úteis no ano: **252**

$$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{132,50 (1+0,05\%)^{50}}{135}\right] + \frac{10\%^2}{2} (50/252)}{10\% \sqrt{\frac{50}{252}}} = 0,1637$$

$$d_2 = d_1 - 10\% \sqrt{\frac{50}{252}} = 0,1192$$

$$N(d_1) = 0,5650$$

$$N(d_2) = 0,5474$$

$$C = 132,50 \cdot 0,5650 - \frac{135}{(1+0,05\%)^{50}} \cdot 0,5474 = \mathbf{2,79}$$

Conforme observamos, este resultado é coerente com o apresentado através do modelo binomial (\$ 2,80).

4.7. VOLATILIDADE

A volatilidade é um dos conceitos mais relevantes em finanças na atualidade, e certamente, o fator mais importante no cálculo do preço de uma opção. Conforme afirma Natenberg⁵⁵, "mudanças nas premissas sobre a volatilidade podem ter efeitos dramáticos no valor de uma opção, e a maneira que o mercado calcula esta volatilidade pode ter efeitos igualmente dramáticos em seu valor".

A volatilidade, representada pelo símbolo "sigma", indica a movimentação dos preços do ativo subjacente, ou da "incerteza quanto aos retornos proporcionados por este ativo"⁵⁶. De fato, quanto maior a movimentação ou a "velocidade" do mercado e dos ativos que o compõem, maior será o valor da opção sobre estes ativos.

Natenberg descreve os seguintes tipos de volatilidade:

- **Volatilidade Futura:** é a volatilidade que todo operador de mercado gostaria de conhecer, ou seja, a volatilidade que melhor descreve a distribuição futura dos preços de um determinado ativo subjacente, e que teoricamente produziria o preço mais preciso para uma opção quando utilizado num modelo de avaliação de opções. Obviamente, esta volatilidade praticamente não é comentada, devido à impossibilidade de se prever o futuro.
- **Volatilidade Histórica:** mesmo não sendo possível prever o futuro, para a utilização de um modelo de avaliação do preço de opções, é

⁵⁵ NATENBERG, S., *Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques*, McGraw-Hill, 1994. p.49.

⁵⁶ HULL, J. C., *Introduction to Futures & Options Markets*. 2.ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995. p.262.

necessário fazer estimativas sobre a volatilidade futura. Uma maneira de se fazer isso é através da utilização de dados históricos.

Há várias formas de se calcular a volatilidade histórica, mas a maioria dos métodos dependem da escolha de dois parâmetros: o período histórico sobre o qual a volatilidade será estimada e o intervalo de tempo entre as mudanças sucessivas de preço. Períodos históricos mais longos tendem a aumentar a média da volatilidade, enquanto períodos mais curtos podem revelar extremos desnecessários na volatilidade.

- **Volatilidade Implícita:** ao contrário da volatilidade futura e histórica, que são diretamente associadas a um ativo subjacente, a volatilidade implícita é associada ao preço da opção, ou seja, iguala o valor teórico de uma opção com o preço de mercado da mesma, obtendo desta forma o parâmetro da volatilidade. A volatilidade implícita é conhecida como a previsão de volatilidade de mercado, pois considera as expectativas que o mercado possui sobre a volatilidade futura, incorporando as informações do passado.
- **Volatilidade Sazonal:** esta volatilidade está diretamente associada ao movimento de algumas *commodities*, ou ativos agropecuários, no mercado (milho, soja, trigo, café, etc.), que apresentem volatilidade mais sensível às variações climáticas ao longo do ano. Assim, a volatilidade de alguns ativos aumenta ou diminui em função de secas, chuvas, ou pela simples chegada de uma nova estação do ano.

O método mais comum para a obtenção da volatilidade histórica, é o cálculo da variação do logaritmo natural da série de preços. A volatilidade nada mais é do que o desvio padrão desta série:

$$\text{Volatilidade}_{\text{estimada}} = \text{Desvio padrão} \left\{ \left[\ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \right]_{t=1}^T \right\}$$

Se as variações contidas na amostra forem diárias (ou seja, t é o número de dias úteis), temos a volatilidade diária. Para se calcular a volatilidade anual basta multiplicar pela raiz quadrada do número de dias úteis no ano.

4.8. O MÉTODO DE MONTE CARLO

O nome "Monte Carlo" tem a sua origem no famoso cassino de Mônaco, fundado em 1862, e da analogia dos cassinos aos mercados financeiros. Conforme Jorion⁵⁷, "o método de Monte Carlo aproxima o comportamento dos preços de ativos financeiros, através de simulações de computador, que geram trajetórias aleatórias".

O conceito básico do método de Monte Carlo é a simulação, por repetidas vezes (digamos 1000), de um processo estocástico para uma variável financeira, simulando a maior partes das situações/resultados possíveis. Um modelo estocástico habitualmente utilizado é o Movimento Browniano Geométrico (MBG), que, conforme explicado anteriormente, pode ser descrito por:

$$ds = \mu s dt + \sigma s dz$$

⁵⁷ JORION, P., *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk*; tradução da Bolsa de Mercadorias & Futuros. São Paulo: BM&F, 1998. p. 221.

Onde dz é uma variável aleatória normalmente distribuída com média zero e variância dt . Considerando a variação de s num pequeno intervalo de tempo Δt , temos:

$$\Delta s = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Onde ε_t é agora uma variável aleatória normal padronizada. Para a simulação de uma trajetória de preços para S_{t+1} , inicia-se com S_t , e gera-se uma seqüência de épsilons (ε) para r .

Utilizando-se o Lema de Itô, chegamos na seguinte aproximação discreta para a equação acima:

$$S_{t+1} = S_t e^{\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} \varepsilon_t \right]}$$

Com base nos mesmos dados utilizados nos exemplos anteriores de cálculo de preço de uma opção (modelo binomial e modelo Black-Scholes), apresentaremos a metodologia para a avaliação do preço de opções segundo o modelo de Monte Carlo (supondo a geração de 1000 números aleatórios):

Preço de exercício (K) : **\$ 135**

Preço do ativo objeto (S): **\$ 132.50**

Taxa de juro diária efetiva: **0.05%**

Volatilidade anual (σ): **10%**

Número de dias úteis: **50**

Número de dias úteis no ano: **252**

$$S_{t+1} = 132,50 e^{\left[\left(13,42\% - \frac{10\%^2}{2} \right) 0,1984 + 10\% \sqrt{0,1984} \varepsilon_t \right]}$$

Sabendo-se que o valor da opção no seu vencimento é

$C(T) = \text{Max} (S(T) - K, 0)$, temos:

Número Aleatório (ϵt)	Preço a vista no vencimento	Valor da opção
-0.154489044	134.79	-
-0.922254912	130.26	-
0.328201395	137.72	2.72
2.265223884	150.13	15.13
-1.164983132	128.86	-
0.118120624	136.43	1.43
1.280457127	143.68	8.68
-1.091407285	129.28	-
-0.003786909	135.70	0.70
0.862451088	141.03	6.03
-0.317643298	133.81	-
0.545505827	139.06	4.06
0.109880602	136.38	1.38
-0.938412086	130.16	-
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0.581007953	139.28	4.28
2.135548129	149.26	14.26
-1.900907591	124.70	-
0.154411737	136.66	1.66
1.380526555	144.33	9.33
0.313061719	137.62	2.62
0.834490947	140.86	5.86
-1.544358383	126.70	-
-0.527835482	132.56	-
-0.35830567	133.57	-
0.671204816	139.84	4.84
0.73928959	140.26	5.26
1.445055204	144.74	9.74
1.676548891	146.24	11.24

Tabela 10: Exemplo de Cálculo Valor da Opção pelo Método Monte-Carlo

O valor médio da opção é \$ 2,87, e o seu valor atual é:

$$2,87 e^{-0,1342 \times 0,1984} = \$ 2,80$$

5. OPÇÕES REAIS

Em uma definição restrita, a abordagem de avaliação através de opções reais é uma extensão da teoria das opções financeiras, aplicada à avaliação de ativos reais, ou "não-financeiros", tais como investimentos em novas plantas, em pesquisa e desenvolvimento ou expansão da capacidade produtiva. Assim, enquanto as opções financeiras são detalhadas através de contratos, as opções reais estão embutidas em investimentos estratégicos, e por este motivo, necessitam de um cuidadoso trabalho de análise para serem corretamente identificadas e especificadas.

Amram e Kulatilaka⁵⁸ sugerem que a mudança das opções financeiras para as opções reais requer uma nova forma de pensar, uma forma que faça a ligação entre a disciplina dos mercados financeiros e as decisões de investimentos estratégicos internas das empresas. Outros autores acrescentam que o termo "opções reais" preencheria o vão existente entre as disciplinas financeiras e de planejamento estratégico, reduzindo a distância entre a teoria financeira e realidade corporativa, ao oferecer visões importantes sobre os negócios e investimentos estratégicos (visões cada vez mais importantes no rápido ritmo de mudanças da economia mundial).

Atualmente, é reconhecido o fato de que a simples avaliação pelo método tradicional do fluxo de caixa descontado não captura adequadamente a flexibilidade disponível ao tomador de decisões para adaptar e revisar decisões em data posterior, reagindo ao desenrolar inesperado de fatores externos de mercado. Ao traçar cenários "esperados" de fluxos de caixa, o método tradicional presume a

⁵⁸ AMRAM, M., KULATILAKA, N., *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Boston: Harvard Business School Press, 1999. p.6.

passividade da gerência e o seu rígido comprometimento com uma determinada "estratégia operacional".

No entanto, a realidade das empresas e dos tomadores de decisão é muito distinta das premissas de irreversibilidade adotadas pela técnica do fluxo de caixa descontado. À medida que novas informações tornam-se disponíveis, e a incerteza sobre o futuro se reduz, a gerência pode utilizar de sua valiosa flexibilidade para alterar sua estratégia inicial de forma a beneficiar-se de oportunidades futuras, ou reduzir perdas eminentes. Como exemplo, a gerência pode postergar, expandir, reduzir, abandonar ou tomar quaisquer outras atitudes com relação a um projeto de investimento em especial em seus diversos estágios de vida.

É exatamente esta flexibilidade operacional dos investimentos "reais" que as relaciona às opções financeiras. Conforme definimos anteriormente, uma opção de compra dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de comprar um determinado ativo em uma determinada data, por um preço pré estabelecido. Da mesma forma, uma opção de venda dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de vender um determinado ativo em uma determinada data, por um preço pré estabelecido.

Ao utilizarmos a abordagem de opções reais para a análise de investimentos reais, atribuímos, tal como no caso de uma opção de compra, um potencial positivo de ganho, com perda limitada para o investimento em questão. Desta forma, determinados investimentos aparentemente não atraentes (ou com valor presente líquido negativo, segundo o método do fluxo de caixa descontado) poderiam tornar-se interessantes caso fossem vistos como prêmios pagos para se ter o direito a potenciais positivos ilimitados.

Compreendendo-se que o acesso a estes potenciais dá-se através da identificação, manutenção ou aquisição de opções, e principalmente do correto gerenciamento das mesmas (com a escolha adequada e disciplinada das ações a serem tomadas nos momentos críticos) a teoria de finanças corporativas oferece aos gestores um ferramental poderoso na teoria de opções reais para avaliar e adentrar com a desejada segurança em investimentos considerados, no mínimo, duvidosos pela teoria tradicional, disciplinando a intuição estratégica com o devido rigor analítico.

Assim, tal como nas opções financeiras, a flexibilidade da gerência para adaptar as suas futuras ações em resposta a condições e reações de mercado que fugiram do inicialmente planejado, expande o valor da oportunidade de investimento, em oposição à atitude passiva adotada como premissa na avaliação tradicional.

Neste sentido, Trigeorgis⁵⁹ argumenta em favor de um critério *expandido* ou *estratégico*, que reflita dois componentes de valor: o **VPL tradicional** (estático ou passivo) de fluxos de caixa diretos descontados, e o **valor da opção** da flexibilidade e das interações estratégicas. As opções reais, desta forma, complementam a teoria do valor presente líquido, acrescentando-lhe uma importante dimensão de flexibilidade.

⁵⁹ TRIGEORGIS, L., Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. p. 4.

5.1. A ANALOGIA ENTRE OPÇÕES REAIS E FINANCEIRAS

Analogamente às opções financeiras, o valor das opções reais depende de cinco variáveis básicas, conforme segue:

- **Preço do ativo subjacente (S):** no caso das opções reais, o ativo subjacente é um projeto, investimento ou aquisição de ativos reais. Diferentemente das opções financeiras, detentores de opções reais podem afetar o valor de seus ativos subjacentes, aumentando seu valor e das opções atreladas;
- **Preço de exercício (K):** é o montante investido para "exercer" uma opção real quando se está comprando um ativo, ou o montante recebido quando se está vendendo. Tal como as opções financeiras, se o preço de exercício da opção aumentar, o valor da opção de compra diminuirá, e o valor da opção de venda aumentará;
- **Tempo até o vencimento (T):** fração anual do prazo de vencimento da opção real. Quanto maior o prazo, maior o valor da opção;
- **Taxas de juros (r):** é a taxa de juros que influi na determinação do preço da opção. Quanto maior a taxa de juros, maior o valor da opção real;
- **Volatilidade (σ):** é o movimento que sofre o ativo subjacente com o passar do tempo. Indica a incerteza (ou **risco**) quanto aos retornos proporcionados por este projeto ou investimento em ativos reais. Quanto maior a volatilidade, maior o valor da opção real.

O quadro abaixo compara as variáveis básicas que determinam o valor das opções financeiras, e a sua correspondência nas opções reais:

OPÇÃO FINANCEIRA	OPÇÃO REAL
Preço do ativo subjacente (S)	Valor presente esperado de um investimento real
Preço de exercício (K)	Custo do investimento
Tempo até o vencimento (T)	Tempo até o vencimento
Taxas de juros (r)	Valor do dinheiro no tempo
Volatilidade (σ)	Incerteza (volatilidade) sobre o valor presente dos ativos do projeto

Tabela 11: Variáveis Básicas - Opções Reais vs. Opções Financeiras

5.2. OS TIPOS DE OPÇÕES REAIS

As opções financeiras possuem todo um vocabulário próprio, que a elas é atrelado. Adicionalmente aos termos já apresentados, as opções reais podem ser classificadas primariamente pelo grau de flexibilidade que oferecem. As classificações mais comuns são:

- **Opção de adiamento:** é uma opção de compra americana encontrada na maioria dos projetos nos quais é possível postergar (ou diferir) o início do projeto;
- **Opção de abandono:** é uma opção de venda americana, na qual pode-se abandonar o projeto permanentemente e realizar o valor de liquidação dos ativos investidos;

- **Opção de retração:** é uma opção de venda americana de parte do projeto por um valor fixo, valiosa quando as condições tornam-se adversas durante o investimento;
- **Opção de expansão:** o contrário da opção de redução (ou contração), a opção de expansão é uma opção de compra americana que permite o aumento do investimento ou projeto, mediante novos investimentos num ambiente favorável;
- **Opção de prorrogação:** é uma opção americana de compra, que permite a prorrogação ou extensão do tempo de vida do projeto contra o pagamento de um preço de exercício;
- **Opção de crescimento:** é uma opção americana de compra de várias outras opções. O investimento inicial é o elo de ligação para diversos novos investimentos, tal como um investimento numa nova tecnologia que pode levar a diversos novos produtos, mercados e outras descobertas científicas, contendo um potencial de retornos financeiros e estratégicos de elevada importância, mesmo que com um VPL inicial negativo.

Além destes tipos básicos, são comuns as **opções de alternância** (carteiras de opções de compra e de venda que permitem a alternância a um custo ou custos fixos entre duas modalidades de operação, tal como a entrada e a saída de um setor do mercado, ou iniciar e parar uma determinada linha de produção devido a mudanças na demanda ou nos preços), as **opções compostas** e as **opções múltiplas**, que envolvem uma coleção de várias opções, cujo valor combinado é diferente da soma das opções individuais. A maioria dos projetos reais

enquadram-se nestas últimas classificações, tais como exploração e produção, pesquisa e desenvolvimento, e desenvolvimento de novos produtos.

As primeiras publicações sobre opções reais, apesar de sua indiscutível contribuição teórica, possuíam pouco valor prático, uma vez que seu foco estava em tipos de opções reais individuais, e não compostas. As pesquisas mais recentes, especificamente de Trigeorgis⁶⁰ abordam a natureza da interação entre opções, apontando que a presença de opções subseqüentes pode aumentar o valor do ativo subjacente de opções anteriores.

6. COMPARAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO E DE OPÇÕES REAIS

Conforme apresentado na visão convencional, os modelos de fluxos de caixa descontados, ou VPL, são sem dúvida, a estrutura mais utilizada na análise de investimentos. Tradicionalmente, o VPL de um projeto representa o valor que o mesmo vai adicionar ou reduzir do valor da empresa como um todo, e analogamente, esse valor da empresa pode ser obtido através do desconto dos fluxos de caixa futuros pelo custo médio ponderado de capital.

Nos últimos anos, contudo, com o significativo aumento das incertezas e da velocidade acerca das decisões financeiras, o método do VPL passou a sofrer alguns questionamentos, vinculados à sua capacidade de considerar a flexibilidade, ou às opções que estão embutidas em um projeto de investimento. Sob este prisma, diversos estudos buscaram mostrar que a presença, ou identificação de opções reais pode fazer um investimento valer mais do que o apresentado pelo método do VPL.

⁶⁰ TRIGEORGIS, L., "The Nature of Option Interactions and the Valuation of Investments with Multiple Real Options". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v.26, n. 3, 1993. p. 309-326.

A princípio, contudo, tanto a abordagem do valor presente líquido como a de opções reais baseiam-se na mesma premissa de descontar os fluxos de caixa de um projeto, utilizando taxas de desconto ajustadas ao risco. Portanto, ambas as abordagens podem ser consideradas como de "fluxos de caixa descontados".

No entanto, a abordagem do valor presente líquido simplesmente desconta os fluxos de caixa esperados com base nas informações disponíveis hoje, e não considera a flexibilidade inerente no processo de tomada de decisão. Desta forma, diversos autores consideram que o valor presente líquido é um tipo especial dentro da abordagem de opções reais: o caso de uma opção em que não há flexibilidade, no qual os resultados da decisão a ser tomada resumem-se em uma variável discreta que pode assumir apenas dois parâmetros mutuamente excludentes (do tipo "sim ou não").

A abordagem de opções reais adota uma perspectiva distinta, ao considerar que as decisões possíveis são múltiplas e podem ser tomadas no futuro com base em informações que hoje são desconhecidas e que serão reveladas com o passar do tempo. Mudanças futuras nos fluxos de caixa esperados e taxas de desconto, acarretam também mudanças no VPL.

Para demonstrar esta diferença, vamos utilizar um exemplo de uma empresa que possua uma licença de um ano para a construção de uma nova fábrica com um investimento inicial de \$95, que ao final de um ano teria um fluxo de caixa de \$136 ou de \$64, caso o mercado se movesse favorável ou desfavoravelmente, com uma probabilidade igual de 50% para qualquer uma destas movimentações.

6.1. ANÁLISE PELO VPL

Para que seja possível calcular o VPL deste projeto, é preciso obter a taxa de desconto apropriada ao seu risco, uma vez que os fluxos de caixa futuros e as suas probabilidades já são conhecidos. Conforme apresentado, uma das metodologias mais utilizadas para a obtenção desta taxa de desconto é a apresentada pelo método CAPM, envolvendo a busca de betas de empresas que presumivelmente possuem o mesmo risco do projeto avaliado. Supondo que tenha sido possível encontrar um título equivalente, com valor atual de mercado de \$10, e que seus fluxos de caixa sejam perfeitamente correlacionados, temos que:

	Projeto a ser avaliado	Título Equivalente
Vu	\$ 136.00	\$ 17.00
Vd	\$ 64.00	\$ 8.00
Vo	\$ 80.00	\$ 10.00
k	25.00%	25.00%
q	50%	50%
(1-q)	50%	50%

Onde:

Vu = Preço de alta u ("up state")

Vd = Preço de baixa d ("down state")

Vo = Valor atual de mercado

k = taxa de desconto ajustada ao risco

q e **(q-1)** = probabilidades objetivas de um movimento de subida ou queda no preço do título

Para obtermos o custo de mercado do título, utilizamos a fórmula do valor presente pelo método da taxa de juros ajustada ao risco⁶¹, conforme abaixo:

$$V_0 = \frac{q(V_u) + (1 - q)(V_d)}{1 + k}$$

Que nos dá $k = 25\%$, um VP para o projeto de \$80, e um VPL de (\$ 6,36). Se considerarmos que o desembolso de \$95 se dará ao final do período da licença de um ano, e que podemos descontá-lo à taxa de juros livre de risco de 10%, temos:

$$VPL = 80 - \frac{95}{1 + 0,10} = 80 - 86,36 = (\$6,36)$$

O que sugeriria a rejeição do investimento.

6.2. ANÁLISE POR ÁRVORES DE DECISÃO

Conforme vimos no Capítulo 2, o simples cálculo do VPL pode não ser um bom parâmetro para a análise de um projeto com flexibilidade. Assim, para tornarmos a sua comparação ao método das opções reais justa, seria necessário incorporar abordagens como a de árvores de decisão ao VPL, que certamente faria parte do arcabouço de técnicas utilizadas por um analista ou tomador de decisão que estivesse disposto a avaliar a proposta de investimento apresentada.

Assim, o problema poderia ser estruturado graficamente conforme a figura a seguir:

⁶¹ Ver COPELAND, T.E., ANTIKAROV, V., *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York: Texere, 2001. p.88.

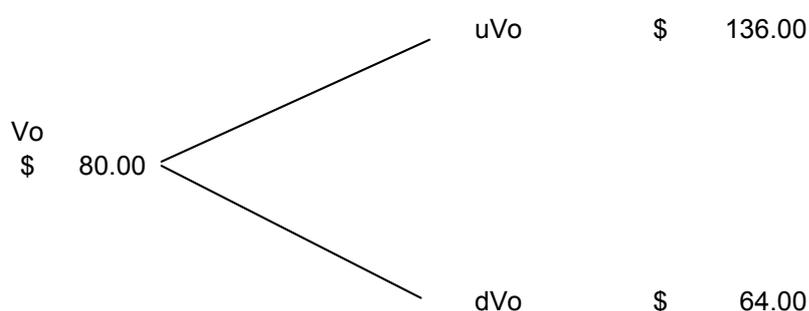


Figura 17: Análise do Caso por Árvores de decisão

E o valor da flexibilidade para cada nóculo seria calculado utilizando-se a taxa de desconto encontrada através do título equivalente:

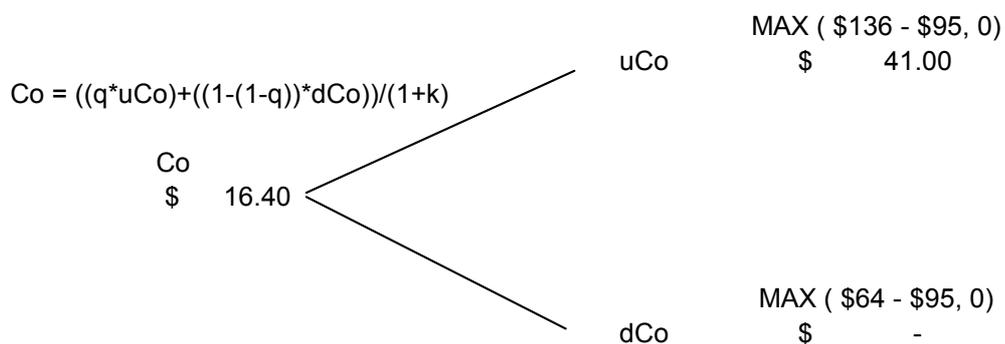


Figura 18: Valor da Flexibilidade capturada por árvores de decisão

Considerando que o VPL expandido refere-se à soma do VPL tradicional, mais o prêmio da opção (ou do valor da flexibilidade), temos que o valor do VPL calculado após a análise por árvores de decisão é de:

$$VPL = \frac{0,50 \times \$41 + 0,50 \times \$0}{1,25} = 16,40$$

Isso demonstra que a inclusão da flexibilidade através do método de árvores de decisão é capaz de transformar o VPL tradicional negativo do projeto num VPL aceitável, levando-se em conta o critério expandido.

Assim o método de árvores de decisão apresenta um resultado operacionalmente equivalente ao das opções reais, uma vez que ambas as metodologias estão focadas na modelagem de decisões e incertezas relacionadas a investimentos. Contudo, apesar das aparentes semelhanças num nível amplo, entre os problemas principais da metodologia de análise por árvores de decisão, e as suas diferenças com o método de avaliação por opções reais estão:

- Nas árvores de decisão, o foco está no VPL resultante da análise, e não nas decisões que deverão ser tomadas após a resolução de algumas incertezas. Assim, aceitar a proposta de investimento no momento inicial conforme sugere o VPL positivo acima, sem que a evolução do projeto seja devidamente monitorada (buscando o bom exercício da opção), nada acrescenta além de riscos adicionais à tradicional análise pelo VPL;
- As análises por árvores de decisão costumeiramente são aplicadas a um único cenário, que como o apresentado acima, é fundamentado basicamente no julgamento da administração sobre a probabilidade de ocorrência dos eventos analisados, sem que seja possível considerar a volatilidade de mercado associada ao investimento da mesma forma que Black & Scholes fizeram em seu modelo de avaliação de opções financeira, cujo foco está mais relacionado ao objetivo de criação de valor ao acionista;

- A abordagem de árvores de decisão considera a taxa de desconto ajustada ao risco única ou constante para fluxos assimétricos, o que não reflete verdadeiramente a realidade do mercado. No exemplo acima, a taxa de desconto de 25% aplica-se somente a probabilidade de 50-50% de obtermos fluxos de caixa no valor de \$64 ou \$136, cuja correlação com o título equivalente é perfeita. No entanto, não há qualquer correlação entre esta taxa e os fluxos de caixa da opção (\$0 e \$46), e a sua utilização pode trazer resultados amplamente divergentes. Para que se pudesse calcular o valor dos fluxos de caixa advindos desta opção de adiamento, seria necessária a obtenção de um novo título equivalente aos fluxos da opção, para cada um dos nódulos (no caso de opções com múltiplos períodos).

6.3. ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS

Para exemplificar os diversos métodos existentes para o cálculo do valor de um projeto através da teoria de opções reais, utilizaremos o mesmo exemplo de uma opção de adiamento simples utilizado nas seções anteriores.

6.3.1. Método Binomial

O Método Binomial, conforme apresentado neste capítulo entre as metodologias de precificação de opções financeiras, pode ser diretamente utilizado

no cálculo de opções reais, desde que feitas as devidas analogias entre um projeto de investimento real e uma opção financeira negociada no mercado.

Para o exemplo acima, teríamos:

Preço de exercício (K):	\$	95.00
Preço do ativo objeto (S):	\$	80.00
d		0.8000
u		1.7000
rf		10.00%
p		0.3333

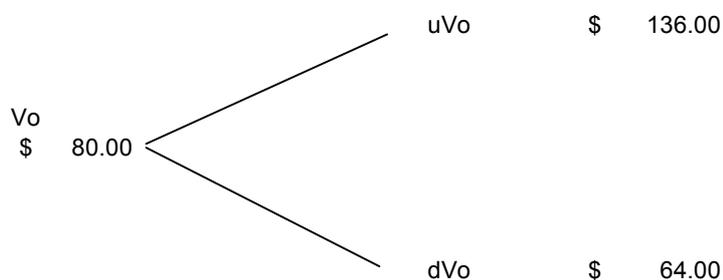


Figura 19: Análise do Caso pelo Modelo Binomial

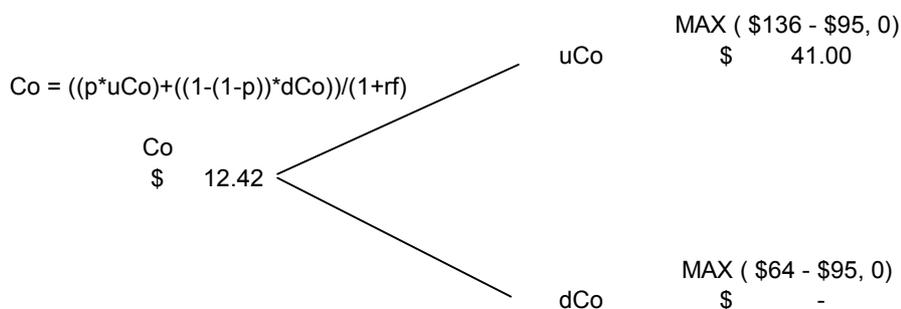


Figura 20: Análise do preço da opção pelo modelo binomial

Vale ressaltar que o cálculo do valor da opção pelo método binomial utiliza a probabilidade p (martingala equivalente), que não tem ligação alguma com a probabilidade q , sendo calculada conforme abaixo:

$$p = \frac{(1+r) - d}{u - d}$$

$$p = \frac{(1 + 0.10) - 0,80}{1,70 - 0,80} = 0,3\bar{3}$$

Além disso o método acima utiliza a taxa de juros livre de risco, e portanto não necessita de ajustes pela carteira equivalente conforme são calculados os valores em cada um dos nódulos.

Sabendo-se que o VPL expandido corresponde à soma do VPL tradicional com o prêmio da opção, podemos calcular o valor da opção de adiamento conforme segue:

$$\text{Prêmio Opção} = \text{VPL Expandido} - \text{VPL Tradicional}$$

$$\text{Prêmio Opção} = \$12,42 - (\$6,36) = \mathbf{\$18,79}$$

6.3.2. Abordagem da Carteira Equivalente

Em conformidade com o princípio da não-arbitragem, é possível avaliarmos uma opção de adiamento através de uma carteira equivalente composta de m unidades de um ativo equivalente, com preço de \$10, e B unidades monetárias de um título livre de risco, com valor presente de \$1. Uma vez que os fluxos de caixa da carteira equivalente deverão ser os mesmos da opção, temos:

$$C_u = m(\$17) + B(1 + r_f) = \$41$$

$$C_d = m(\$8) + B(1 + r_f) = \$0$$

Utilizando-se a função "solver" do Excel, obtemos:

$$m = 4,56$$

$$B = -\$33,13$$

O que significa que um investidor poderia comprar 4,56 unidades do ativo equivalente, e tomar \$33,13 emprestado à taxa de juros livre de risco (10%), obtendo o mesmo resultado em termos de fluxo de caixa do que o do projeto com flexibilidade de adiamento, acima.

Desta forma, podemos calcular o valor da opção conforme segue:

$$C_0 = m (\$10) + B = 4,56 (\$10) - \$33,13 = \mathbf{\$12,42}$$

Cujo resultado está em conformidade com o apresentado pelo modelo binomial.

Pela carteira equivalente, ainda é possível calcularmos diretamente o valor do prêmio desta opção de adiamento, sem a necessidade de subtrairmos o VPL tradicional do VPL expandido, conforme abaixo:

	<i>Projeto com Flexibilidade (A)</i>	<i>Projeto sem Flexibilidade (B)</i>	<i>Fluxo da Opção (A-B)</i>
u	MAX (\$136 - \$95, 0) = \$41	\$136 - \$95 = \$41	\$0
d	MAX (\$64 - \$95, 0) = \$0	\$64 - \$95 = - \$31	\$31

Tabela 12: Cálculo direto do valor da opção

$$C_u = m (\$17) + B (1 + r_f) = \$0$$

$$C_d = m (\$8) + B (1 + r_f) = \$31$$

O que dá:

$$m = -3,44$$

$$B = \$53,23$$

Ou:

$$C_0 = m (\$10) + B = -3,44 (\$10) + \$53,23 = \mathbf{\$18,79}$$

Cujo resultado é igual ao obtido através do método binomial, ao subtrairmos o VPL tradicional (projeto sem flexibilidade) do VPL estendido (projeto com flexibilidade)

6.3.3. *Marketed Asset Disclaimer (MAD)*

Um dos maiores problemas encontrados na abordagem da carteira equivalente quando utilizada na prática é a enorme dificuldade em se encontrar um título equivalente para cada um dos fluxos do projeto e da opção. Neste sentido, Copeland⁶² argumenta em favor da utilização do uso dos fluxos de caixa do próprio projeto, sem flexibilidade, como o ativo de risco subjacente. Segundo o autor, não há nada melhor correlacionado com o projeto do que ele próprio.

Assim, poderíamos descrever a seguinte igualdade:

$$C_u = m (\$136) + B (1 + r_f) = \$0$$

$$C_d = m (\$64) + B (1 + r_f) = \$31,$$

Onde:

$$V_u = \$136$$

$$V_d = \$64$$

$$C_u = \$0$$

$$C_d = \$31$$

$$\text{Fluxo incremental da opção} = C_u - C_d = - \$31$$

$$\text{Variação no valor do título equivalente: } V_u - V_d = \$136 - \$64 = \$72$$

$$m = \text{Variação no valor do título equivalente} / \text{Fluxo incremental da opção}$$

$$m = - 0,43$$

⁶² COPELAND, T.E., ANTIKAROV, V., *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York: Texere, 2001. p.94.

$$B = \frac{Cu - m \times Vu}{1 + r_f} = \frac{\$0 + 0,43 \times \$136}{1,10} = \$53,23$$

$V_0 = \$80$ (VP do projeto sem risco)

Com estas informações, temos que:

$$C_0 = m (\$80) + B = -0,43 (\$80) + \$53,23 = \mathbf{\$18,79}$$

Com resultados iguais aos obtidos pela abordagem do método binomial e da carteira equivalente.

A importância desta constatação, que Copeland chama de premissa do *Marketed Asset Disclaimer* - MAD, reside no fato de que a avaliação de opções reais nas suas primeiras aplicações dependia de uma analogia (muitas vezes imperfeita e arbitrária) com os preços de *commodities* no mercado financeiro e com a sua volatilidade. De fato, a maioria dos projetos de investimento reais não possui um ativo ou título equivalente ao qual possa ser diretamente comparado, e para estes casos, a MAD demonstra que os próprios fluxos de caixa do projeto sem flexibilidade podem ser utilizados como um bom parâmetro, em substituição aos ativos livremente negociados no mercado.

Obviamente, esta premissa adota outras premissas mais básicas, que são as mesmas adotadas no cálculo do VPL tradicional. Mas como argumenta Copeland⁶³ "se é aceitável para a análise do VPL, então nós podemos razoavelmente assumir que o valor presente de um projeto sem flexibilidade é o valor que ele buscaria caso fosse um ativo negociado em mercado".

⁶³ Tradução livre.

6.3.4. Análise por Black-Scholes

A famosa formulação de Black-Scholes, cuja importância para o desenvolvimento dos mercados de derivativos e financeiro em todo mundo é inestimável, fundamenta-se basicamente no conceito de carteira equivalente, com a diferença principal de utilizar cálculo estocástico (Lema de Itô) como base, enquanto o Modelo Binomial utiliza uma aproximação algébrica para o mesmo resultado.

Para aplicações simples de opções reais, como o exemplo de opção de adiamento que temos utilizado nesta seção, ou outros que tenham uma única fonte de incerteza e uma única data para tomada de decisão, o Modelo Black-Scholes pode funcionar bem.

Como ilustração, podemos apresentar como ficaria o exemplo anterior segundo a formulação de Black-Scholes, supondo uma volatilidade de 46%:

Preço de exercício (K):	\$ 95.00
Preço do ativo objeto (S):	\$ 80.00
Taxa de juro diária efetiva:	0.03%
Volatilidade anual:	46%
Número de dias:	365
Dias no ano:	365
T	1.0000
r (período)	10.52%

Modelo Black-Scholes:	
d1	0.0771
d2	(0.3869)
N(d1)	0.5307
N(d2)	0.3494
Co	\$ 12.42

Entre as limitações deste modelo para a utilização na análise de opções reais estão:

- A complexa formulação utilizada pelo modelo Black-Scholes transmite muitas vezes a sensação de "caixa-preta", tornando o seu resultado pouco confiável aos que não possuem familiaridade com a sua metodologia. Tratando-se de projetos de investimentos reais, que precisam ser submetidos à inúmeras fases de aprovação antes que possam ser efetivamente implementados no mundo corporativo, o método Black-Scholes pode reduzir o potencial explicativo e a importância do verdadeiro valor da flexibilidade, ao ser apresentado à alta gerência, muitas vezes pouco interessada em detalhes técnicos e teóricos, porém familiar com a técnica do VPL;
- A apresentação visual do método binomial, através de árvores de decisão, confere às opções reais um papel ainda mais importante do que a mera avaliação do projeto, que é o da discussão e descoberta de opções reais, e principalmente do seu acompanhamento e gerenciamento adequado. O uso do modelo Black-Scholes limita as opções reais a um simples caso de cálculo do valor de projetos, que é, na verdade, apenas uma de suas diversas aplicações;
- As premissas padronizadas do método Black-Scholes dificultam a análise da maior parte dos problemas de opções reais, que normalmente requerem análises em diferentes fases, com diferentes fontes de risco, que não podem ser adequadamente mensuradas, ou que necessitam de simplificações inadequadas para que possam ser calculadas pelo modelo.

IV. OPÇÕES REAIS EM AMBIENTES DE GRANDE VOLATILIDADE

A característica de incerteza que permeia as decisões de investimento em ambientes com alta volatilidade tem, ao longo dos anos, afastado potenciais investidores externos de países marcados por esta característica, que baseados na falta de previsibilidade de retorno de seus investimentos, muitas vezes direcionam possíveis projetos para regiões geográficas consideradas mais "seguras" e onde taxas de desconto menores supostamente geram maiores valores de VPL pela teoria tradicional.

Neste capítulo, os exemplos teóricos de opções reais buscam estabelecer uma base de comparação entre os investimentos em ambientes de grande volatilidade e em ambientes estáveis, visando mostrar o valor adicional advindo da incerteza, em cenários onde o detentor de uma opção real pode reagir com a desejada flexibilidade perante novas informações, reduzindo o potencial de perdas e ampliando as chances de sucesso e altos retornos num projeto de investimento.

Neste sentido, o exercício apresentado a seguir, sobre o qual são desenvolvidos diversos exemplos teóricos de opções reais em ambientes voláteis, busca replicar de forma resumida a realidade que permeia diversos investimentos em ambientes de grande volatilidade, com ênfase na aplicação da teoria de opções reais.

Assim, o que faz a análise através de opções reais tão atraente no contexto de grande incerteza, tal como o existente em diversos países pertencentes ao cenário latino-americano, é o seu reconhecimento explícito de que as decisões futuras (cujo objetivo máximo é a criação de valor), dependerão de novas

informações, tais como mudanças em preços financeiros ou condições de mercado, que só são obtidas após a tomada de decisão inicial.

1. ESTRUTURA DO EXERCÍCIO

Uma suposta empresa, atuante tradicional no setor de bebidas e com grande participação no mercado norte-americano, encontrou na expansão geográfica uma solução estratégica para o crescimento de suas vendas de bebidas energéticas, cujas vendas têm apresentado declínio e estagnação nos Estados Unidos nos últimos dois anos.

Entre as possíveis alternativas de investimento, a empresa optou pela aquisição de pequenas participações e formação de *joint-ventures* com empresas locais estabelecidas no Brasil, onde o mercado de bebidas energéticas encontra-se em franca expansão. A segunda opção, que envolvia o investimento pesado de capital na construção de plantas, canais de distribuição e vendas, foi protelada pela empresa que encontrou, em participações menores, uma forma de adquirir maior conhecimento sobre a demanda de seu produto nos países onde pretendia atuar, sem o comprometimento de enormes montantes financeiros.

Entre as possibilidades de parceria encontradas, destacou-se uma empresa local, de origem familiar, com grande participação no mercado de refrigerantes, sucos e cervejas, e ampla conhecedora do mercado, apesar de não possuir qualquer participação no setor de bebidas energéticas. Após uma análise detalhada, cujas premissas incorporaram as melhores estimativas da gerência, produziu-se o primeiro cenário de fluxos de caixa para o projeto, com os seguintes números:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Preço/unidades		2.10	1.97	1.86	1.74	1.64
Unidades		5,350,000	5,350,000	5,350,000	5,350,000	5,350,000
Custo variável/unid.		40%	40%	40%	40%	40%
Receitas		11,235,000.00	10,560,900.00	9,927,246.00	9,331,611.24	8,771,714.57
Custos Variáveis		(4,494,000.00)	(4,359,180.00)	(4,228,404.60)	(4,101,552.46)	(3,978,505.89)
Custos Fixos		(2,200,000.00)	(2,200,000.00)	(2,200,000.00)	(2,200,000.00)	(2,200,000.00)
Depreciação		(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)
Lucro Operacional		2,541,000.00	2,001,720.00	1,498,841.40	1,030,058.78	593,208.68
- Impostos		(889,350.00)	(700,602.00)	(524,594.49)	(360,520.57)	(207,623.04)
+ Depreciação		2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00
Investimento	(10,000,000.00)					
- Var. Capital de Giro		(1,210,000.00)	(230,000.00)	(50,000.00)	0	0
FCL		2,441,650.00	3,071,118.00	2,924,246.91	2,669,538.21	2,385,585.64
WACC		12%	12%	12%	12%	12%
VP		2,180,044.64	2,448,276.47	2,081,421.19	1,696,539.79	1,353,645.36
VP Total do projeto		9,759,927.45				
Investimento		<u>(10,000,000.00)</u>				
VPL do projeto		(240,072.55)				

Tabela 13: Análise do Fluxo de Caixa Descontado - Sem Flexibilidade

Apesar da forte intuição da gerência quanto à aceitação do investimento, o modelo tradicional de análise pelo VPL apresentou um valor presente líquido negativo, sugerindo que o investimento deveria ser rejeitado. Contudo, em virtude do forte apelo estratégico, e da importância da presença em um mercado estratégico e em expansão como a América Latina (especificamente o Brasil), a empresa reconheceu que o seu investimento na parceria pode trazer altos retornos no longo prazo, possivelmente não capturados pela análise tradicional. Entre os motivos principais estavam a possibilidade de aprendizado sobre o novo mercado e de uma futura expansão (ao final dos cinco anos), caso o cenário se movesse favoravelmente. Uma vez que o investimento em participação minoritária também possibilitava uma rápida retirada do mercado, a administração também interpretou o risco total do projeto como limitado e "gerenciável".

Visando capturar dentro de um modelo formal de avaliação o valor real do projeto para a empresa (em termos de agregação de valor ao acionista), utilizou-se a teoria de opções reais para a sua análise, em busca tanto do reconhecimento quanto

da mensuração das opções embutidas nesta proposta de investimento. Após uma análise detalhada das características que cercam este investimento, reconheceu-se a existência de três tipos distintos de opção: de expansão (crescimento), de retração e de abandono, cujos detalhes são descritos a seguir.

1.1. OPÇÃO DE EXPANSÃO

A primeira opção, visualizada imediatamente pela gerência foi a opção de expansão, cuja criação parece ser o objetivo estratégico primordial deste projeto de investimento, e que não pode ser capturada numa análise de VPL tradicional.

Segundo informações técnicas preparadas pelos departamentos de engenharia e de produção, o investimento na capacidade produtiva conforme o fluxo de caixa tradicional (sem flexibilidade) permite à empresa uma expansão futura de 40%, por um custo adicional de \$ 4 milhões, caso o cenário evolua favoravelmente como espera a administração. Neste sentido, a empresa passa a deter, ao invés de um valor presente estático, uma opção de compra americana com as características destacadas a seguir, considerando-se uma taxa de juros anual livre de risco de 1,25%⁶⁴, e uma volatilidade de 25%⁶⁵ ao ano:

⁶⁴ Equivalente à estimativa da taxa de juros anual em dólar de títulos do governo dos Estados Unidos.

⁶⁵ Para fins de simplificação, foi considerada uma volatilidade padrão de 25% para representar este suposto investimento no Brasil, equivalente à volatilidade registrada pelo Real no ano de 2002. Vale notar que este valor reflete apenas uma aproximação do valor da volatilidade de projetos no país e na região em que este está inserido, uma vez cada projeto deve computar no cálculo da volatilidade itens individuais (tais como preços, quantidade, custos variáveis, variação cambial, etc.), e suas correlações entre si, de forma a obtermos um valor único de volatilidade que impactará o fluxo de caixa livre do projeto.

Preço de exercício (K):	\$	4,000,000.00
Preço do ativo objeto (S):	\$	9,759,927.45
Taxa de juro diária efetiva:		0.00%
Volatilidade anual:		25%
Número de dias:		360
Base dias no ano:		360
número de períodos:		5
T		1.0000
d		0.8942
u		1.1183
r		0.0025
p		0.4832

Onde:

K (preço de exercício) = preço pelo qual a empresa pode exercer a sua opção de expansão de 40% da capacidade;

S (preço do ativo objeto) = valor presente sem flexibilidade do projeto, conforme a análise pelo fluxo de caixa descontado tradicional;

Taxa de Juro diária efetiva = 1,25% / 360;

σ = medida da volatilidade = 25%;

n = número de períodos = 5;

T = o prazo da opção de acordo com a medida de volatilidade (por exemplo, se tivermos a volatilidade anual e a opção tiver meio ano de vida, então $T = 1/2$). Neste caso igual a 1 (1 ano).

$u = e^{\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}}$ = probabilidade do ativo subjacente subir para uS

$d = e^{-\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}}$ = probabilidade do ativo subjacente cair para dS

r = taxa de juros efetiva e constante por período

$$p = \frac{(1+r)-d}{u-d} \quad (\text{ver equação 3 - pg. 91}) = \text{probabilidade neutra de risco}$$

Para esta volatilidade e período, o investimento poderia ser apresentado na forma de uma árvore binomial, conforme abaixo:

período	1	2	3	4	5
\$ 9,759,927.45	\$ 10,914,458.37	\$ 12,205,562.19	\$ 13,649,394.53	\$ 15,264,022.10	\$ 17,069,648.78
	\$ 8,727,522.76	\$ 9,759,927.45	\$ 10,914,458.37	\$ 12,205,562.19	\$ 13,649,394.53
		\$ 7,804,325.80	\$ 8,727,522.76	\$ 9,759,927.45	\$ 10,914,458.37
			\$ 6,978,784.56	\$ 7,804,325.80	\$ 8,727,522.76
				\$ 6,240,569.05	\$ 6,978,784.56
					\$ 5,580,441.93



Figura 21: Apresentação do Projeto de Investimento pelo Modelo Binomial

Note-se que a árvore binomial acima apresenta uma distribuição de frequência em torno da média dos possíveis valores assumidos pelo projeto, tal como uma distribuição normal, representada graficamente acima na posição horizontal.

Assumindo-se que o valor da opção ao final do período é o valor máximo entre o valor assumido pelo investimento sem a opção (acima) e o valor da expansão, $(1 + 40\%) \times \text{Valor do Investimento no Momento } t - \text{Custo da Expansão}$, temos que o valor da opção de expansão é:

período	1	2	3	4	5
\$ 10,145,525.56	\$ 11,539,769.60	\$ 13,187,384.58	\$ 15,129,102.07	\$ 17,379,618.28	\$ 19,897,508.29
	\$ 8,890,816.56	\$ 10,054,869.70	\$ 11,435,430.19	\$ 13,097,774.40	\$ 15,109,152.34
		\$ 7,845,297.11	\$ 8,812,517.99	\$ 9,936,250.56	\$ 11,280,241.71
			\$ 6,978,784.56	\$ 7,804,325.80	\$ 8,727,522.76
				\$ 6,240,569.05	\$ 6,978,784.56
					\$ 5,580,441.93

$$\text{MAX}(5.580.441,93, 1,40 \times 5.580.441,93 - 4.000.000,00)$$



Figura 22: Opção de Expansão

Assim, a análise da opção de expansão como uma opção real traz um VP expandido de \$ 10.145.525,56, ou um **VPL positivo de \$ 145.525,56**, revertendo a decisão inicial de rejeição indicada pela análise do VPL tradicional.

Esta opção significa que se o projeto tiver um desempenho melhor do que o esperado, então será desejável e possível investir em sua expansão, pelo custo indicado.

1.2. OPÇÃO DE RETRAÇÃO

Ao contrário da opção de expansão, a opção de retração de escala das operações indica que a empresa pode, se assim o desejar, reduzir a sua capacidade produtiva em 60%, recebendo em troca \$ 4 milhões por uma parte de sua participação nos ativos na *joint venture*. Esta opção é valiosa apenas quando o mercado se desenvolver de forma desfavorável, de tal forma que seja preferível reduzir o investimento e receber o pagamento por isso.

Esta opção real caracteriza uma opção de venda americana, e ao ser avaliada como tal, seu valor final é a função que maximiza o valor assumido pelo investimento sem a opção (acima) e o valor da retração, $40\% \times \text{Valor do}$

Investimento no Momento t + Recebimento pela Retração, conforme representado na figura abaixo:

Cálculo do preço da opção:

período	1	2	3	4	5
\$ 10,191,866.64	\$ 11,134,186.28	\$ 12,275,272.44	\$ 13,649,394.53	\$ 15,264,022.10	\$ 17,069,648.78
	\$ 9,360,007.47	\$ 10,121,011.45	\$ 11,049,697.10	\$ 12,205,562.19	\$ 13,649,394.53
		\$ 8,693,679.53	\$ 9,301,559.15	\$ 10,022,292.24	\$ 10,914,458.37
			\$ 8,167,321.00	\$ 8,672,608.14	\$ 9,236,513.66
				\$ 7,734,354.09	\$ 8,187,270.74
					\$ 7,348,265.16

$$\text{MAX}(5.580.441,93, 0,60 \times 5.580.441,93 + 4.000.000,00)$$

Figura 23: Opção de Retração

Tal como na opção de expansão, a opção de retração por si só também traz um VPL positivo, no valor de **\$ 191.866,64**, causando a aceitação do projeto de investimento pela regra do VPL.

1.3. OPÇÃO DE ABANDONO

A empresa possui uma opção estabelecida em contrato de, a qualquer momento, abandonar o projeto de investimento em parceria com a empresa local, e receber de seu parceiro local um valor residual pela venda de seus ativos de \$ 7 milhões. Esta opção confere à empresa um limite máximo para as suas perdas no investimento, tal como uma opção americana de venda.

Assim, o valor final desta opção será o valor máximo entre o valor residual menos o valor atual esperado para o investimento no momento t , e zero, tal como mostra o cálculo do preço da opção pelo método binomial (abaixo):

Preço de exercício (K):	\$	4,000,000.00
Preço do ativo objeto (S):	\$	9,759,927.45
Taxa de juro diária efetiva:		0.00%
Volatilidade anual:		25%
Número de dias:		360
Base dias no ano:		360
número de períodos:		5
T		1.0000
d		0.8942
u		1.1183
r		0.0025
p		0.4832

	período		1		2		3		4		5
\$	55,267.06	\$	1,497.73	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		\$	105,818.13	\$	2,905.62	\$	-	\$	-	\$	-
				\$	202,571.22	\$	5,636.94	\$	-	\$	-
						\$	387,719.14	\$	10,935.72	\$	-
								\$	741,953.11	\$	21,215.44
										\$	1,419,558.07

MAX (7.000.000,00 - 5.580.441,93 , 0)

Figura 24: Opção de Abandono

A opção de abandono possui um prêmio de \$ 55.267,06, que, se somado ao VP Tradicional de \$ 9.759.927,45, produz um VP total de \$ 9.815.194,51, o que gera VPL expandido de (\$184.805,49).

Isso demonstra que a opção de abandono, apesar de gerar flexibilidade à gerência, não é atrativa o suficiente para suportar a aceitação deste projeto de investimento. Num cenário onde esta opção aparecesse isoladamente, a análise por opções reais não mudaria a conclusão original conforme a análise pelo fluxo de caixa descontado.

1.4. OPÇÕES COMBINADAS

Ao analisarmos as opções individualmente, é possível perceber que todas elas possuem valor individual, apesar de nem todas serem suficientemente valiosas a ponto de reverter o cenário de rejeição apontado pela análise do VPL tradicional.

Contudo, a análise deste exemplo exige que as opções sejam avaliadas de forma combinada, uma vez que uma opção de abandono se sobrepõe a uma opção de retração ou expansão, caso seja exercida, e da mesma forma as outras opções anulam o valor de outras, quando combinadas num mesmo projeto.

Desta forma, é natural supormos que o valor da soma individual dos prêmios das opções não seja igual ao valor das opções combinadas. Para esta situação, considerando as três opções apresentadas anteriormente, teríamos:

Opção	Prêmio Adicional	VPL Tradicional	VPL Expandido
Expansão	\$ 385,598.11	\$ (240,072.55)	\$ 145,525.56
Retração	\$ 431,939.19	\$ (240,072.55)	\$ 191,866.64
Abandono	\$ 55,267.06	\$ (240,072.55)	\$ (184,805.49)
Soma	\$ 872,804.36	\$ (240,072.55)	\$ 632,731.81

Tabela 14: Soma das Opções Combinadas Individualmente

No entanto, o modelo binomial das opções combinadas apresenta a seguinte distribuição de valores:

período	1	2	3	4	5
\$ 10,577,464.75	\$ 11,759,497.51	\$ 13,257,094.83	\$ 15,129,102.07	\$ 17,379,618.28	\$ 19,897,508.29
	\$ 9,523,301.27	\$ 10,415,953.70	\$ 11,570,668.92	\$ 13,097,774.40	\$ 15,109,152.34
		\$ 8,734,650.84	\$ 9,386,554.38	\$ 10,198,615.36	\$ 11,280,241.71
			\$ 8,167,321.00	\$ 8,672,608.14	\$ 9,236,513.66
				\$ 7,734,354.09	\$ 8,187,270.74
					\$ 7,348,265.16

MAX (5.580.441,93 ; 0,60 x 5.580.441,93 + 4.000.000,00; 1,40 x 5.580.441,93 - 4.000.000,00; 7.000.000,00)

Figura 25: Opções Combinadas

Que nos dá um prêmio pela opção combinada de **\$ 817.537,30**, menor do que a soma das opções individuais \$ 872.804,36, conforme o esperado pela sobreposição causada entre as diversas opções.

1.4.1. Análise por Monte Carlo

A mesma análise feita através do método binomial para as opções combinadas pode ser feita por Monte Carlo, tomando-se por base o valor presente sem flexibilidade como preço atual da opção.

A seguir, supondo uma simulação por 1000 vezes de um Movimento Browniano Geométrico (MBG) sobre uma variável aleatória (ϵ_t) distribuída normalmente, temos:

$$S_{t+1} = 9.759.927,45 e^{\left[\left(0,88\% - \frac{25\%^2}{2} \right) + 25\% \sqrt{1} \epsilon_t \right]}$$

Sabendo-se que o valor da opção no seu vencimento segue a mesma função de maximização apresentada pelo modelo binomial para as opções combinadas, chegamos aos seguintes valores:

valor final médio	10,631,464.51
valor atual	10,538,846.60

Que nos dá um prêmio pela opção combinada de **\$ 871.537,06**, condizente com a análise pelo método binomial, considerando-se as variações esperadas pela geração de números aleatórios, cujo exemplo segue:

Número Aleatório (ϵ_t)	Preço a vista no vencimento	Valor da opção
-0.154489044	9,181,242.59	9,508,745.56
-0.922254912	7,577,786.11	8,546,671.67
0.328201395	10,358,787.19	10,502,302.07
2.265223884	16,811,964.17	19,536,749.84
-1.164983132	7,131,624.38	8,278,974.63
0.118120624	9,828,781.52	9,897,268.91
1.280457127	13,143,128.79	14,400,380.31
-1.091407285	7,264,017.09	8,358,410.25
-0.003786909	9,533,749.56	9,720,249.73
0.862451088	11,838,981.30	12,574,573.82
-0.317643298	8,814,287.55	9,288,572.53
.	.	.
.	.	.
.	.	.
-1.340008566	6,826,299.14	8,095,779.49
-0.571344572	8,272,598.54	8,963,559.12
-0.281238499	8,894,874.31	9,336,924.58
-0.847346655	7,721,032.91	8,632,619.74
-0.41269459	8,607,304.19	9,164,382.52
1.145747319	12,707,872.01	13,791,020.82
1.276646344	13,130,613.35	14,382,858.69
1.48579602	13,835,445.59	15,369,623.82
-1.715211511	6,215,100.76	7,729,060.46
2.323686203	17,059,485.20	19,883,279.28
-1.407406671	6,712,242.83	8,027,345.70
-0.878203537	7,661,700.30	8,597,020.18
0.560390845	10,977,882.05	11,369,034.88
	valor final médio	10,631,464.51
	valor atual	10,538,846.60

Tabela 15: Resumo das 1000 simulações por Monte Carlo

2. FLEXIBILIDADE X VOLATILIDADE

Os exemplos anteriores mostram claramente a importância de se considerar o valor das opções existentes à gerência quando da análise pela aceitação ou não de um projeto de investimento. No entanto, é possível que a origem do valor das opções reais não esteja clara, e portanto, vale a pena ilustrar graficamente as duas fontes de valor para as opções em investimentos reais:

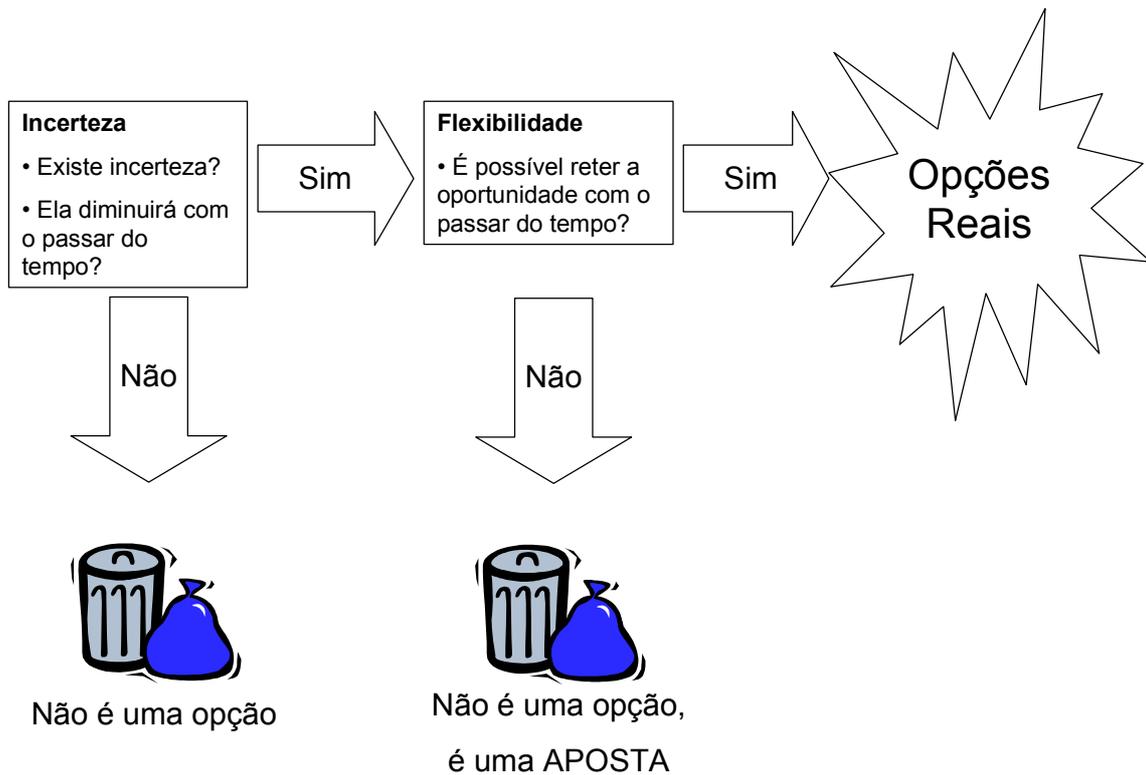


Figura 26: Fontes de Valor de uma Opção Real

Basicamente, o VPL tradicional só é diferente do VPL expandido, ou seja, só existe valor na análise por opções reais, quando existem dois fatores fundamentais em conjunto:

a) Flexibilidade

b) Incerteza

A flexibilidade refere-se à capacidade da administração de interagir em questões-chave do projeto, promovendo alterações que minimizem perdas eminentes, ao "exercer" adequadamente as suas opções. Na maioria dos casos reais, existe algum grau de flexibilidade que normalmente não está capturado nos modelos tradicionais de fluxo de caixa descontado.

O segundo ponto, e talvez tão importante quanto, é a incerteza, ou a volatilidade. Vimos que quanto maior a volatilidade, maior o valor da opção. Por quê?

Porque quanto maior a amplitude dos possíveis resultados para o investimento, maior será a probabilidade de termos retornos e perdas significativos. Aliando esta característica à ativa gestão da administração, que é capaz de minimizar as perdas através de suas atitudes nos momentos adequados, só nos sobra o lado positivo do retorno, enquanto as perdas são minimizadas. Esta visão pode ser ilustrada através da distribuição de freqüências dos VPLs expandidos do exemplo anterior para a volatilidade assumida de 25%:

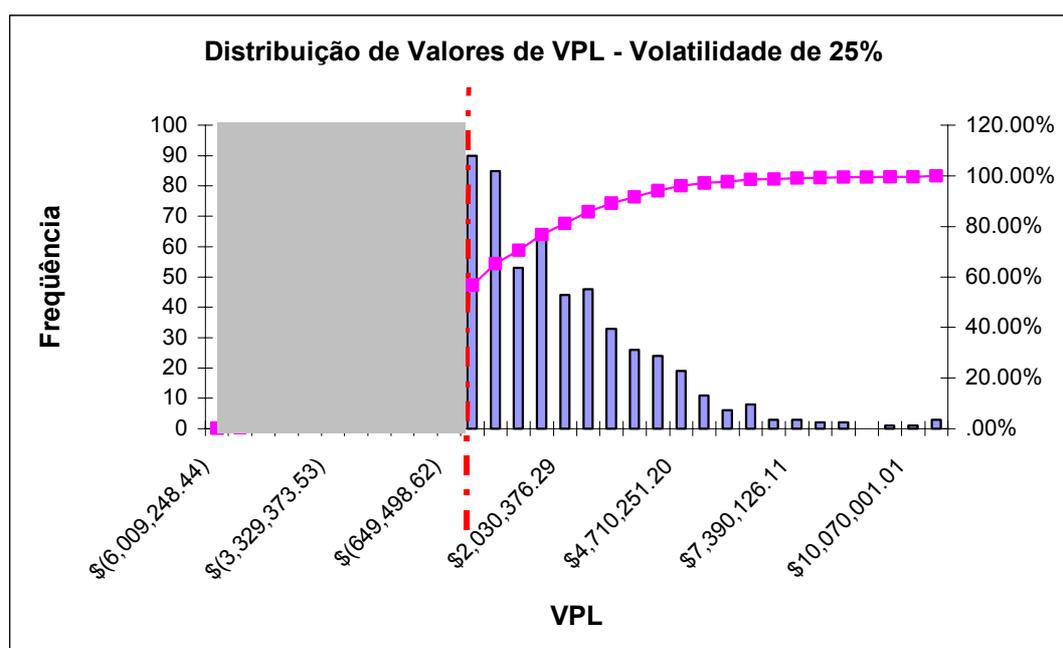


Figura 27: Distribuição de Valores de VPL - $\sigma = 25\%$

O reconhecimento de que o VPL de um projeto não se trata de um único valor dado por um modelo, mas de uma distribuição normal de probabilidades, confere à administração um papel fundamental na gestão de projetos de investimentos, que vai muito além da questão de aceitar ou não um projeto. Na

figura acima, a área acinzentada refere-se aos resultados negativos que a flexibilidade da gerência buscará minimizar.

Falhas em se monitorar efetivamente investimentos avaliados como opções reais podem, contudo, levar à uma ilusão de um valor de VPL maior do que o real, pois tanto a inexistência quanto à não concretização da flexibilidade considerada pelo modelo possuem o mesmo resultado final e portanto podem e devem ser avaliados tradicionalmente.

Uma vez esclarecido que a volatilidade é um componente fundamental para o valor da opção, cabe perguntar-nos como ficaria a análise do exemplo apresentado em diferentes níveis de volatilidade. A resposta pode ser resumizada nos gráficos abaixo:

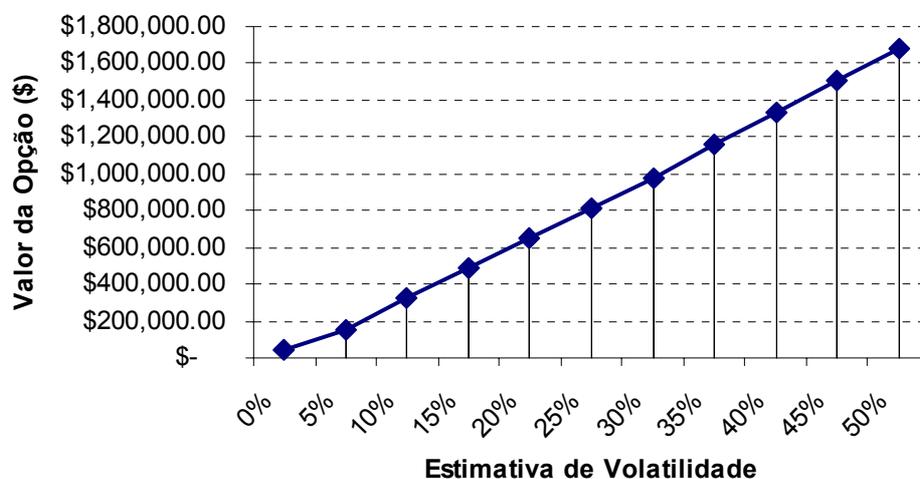


Figura 28: Evolução do Valor da Opção para Diversos perfis de Volatilidade



Figura 29: Evolução do Valor do VPL Expandido para Diversos perfis de Volatilidade

Como se pode notar, o mesmo investimento, com a mesma flexibilidade, porém inserido em um ambiente menos volátil (digamos, 5% ao ano), teria um valor de opção insuficiente para que o projeto de investimento fosse considerado aceitável, mesmo ao ser analisado dentro do critério expandido utilizado pela teoria de opções reais.

Assim, demonstramos que a análise de opções reais, aplicada adequadamente em ambientes de grande volatilidade, pode ser uma alternativa viável e preferencial às metodologias tradicionais, quando inserida num ambiente de grandes incertezas e flexibilidade gerencial, e que a disseminação de sua aplicação entre os praticantes de finanças de regiões com estas características seria de grande valia na condução de análises de investimento sob a ótica favorável da incerteza.

V. A AMÉRICA LATINA COMO AMBIENTE DE ALTA VOLATILIDADE

No exercício apresentado no capítulo anterior, considerou-se uma volatilidade padrão de 25% para representar um suposto investimento no Brasil, equivalente à volatilidade registrada pelo Real no ano de 2002. Este valor reflete apenas uma aproximação do valor da volatilidade de projetos no país ou na região, uma vez que cada projeto deve computar no cálculo da volatilidade itens individuais (tais como preços, quantidade, custos variáveis, variação cambial, etc.), e suas correlações entre si, de forma a obter um valor único de volatilidade que impactará o fluxo de caixa livre do projeto.

No entanto, para fins de comparação geográfica, e da análise da aplicabilidade da teoria de opções reais para a região, intui-se que a América Latina apresenta níveis de volatilidade em seu ambiente empresarial significativamente maiores do que aqueles apresentados por setores semelhantes da indústria em outras regiões como a Europa e a América do Norte. Neste sentido, a região da América Latina poderia, portanto, beneficiar-se especialmente das vantagens oferecidas pela teoria de análise de investimentos através de opções reais.

Desse modo, a fim de caracterizar tecnicamente esta proposição, buscou-se apresentar neste capítulo, além de dados técnicos, uma visão dos aspectos gerais sobre o ambiente econômico nos principais países da região, através de breves narrativas sobre a história recente destes países.

1. CONTEXTO REGIONAL

Historicamente, a América Latina tem sido vista pelos investidores norte-americanos e europeus como um mercado complexo e arriscado, porém com vasto potencial e de amplas oportunidades. Entre as principais dificuldades, figuram as recorrentes crises econômicas e políticas que assolam os principais países, aspectos culturais e burocráticos, crédito reduzido e caro, e leis trabalhistas inadequadas.

Há aproximadamente uma década, no entanto, mudanças significativas na maneira de fazer negócios têm marcado profundamente o ambiente empresarial da América Latina. Em virtude do fenômeno da "globalização" e das necessidades advindas dos diversos acordos de livre comércio que vêm sendo negociados e implementados, a modernização dos processos tem se tornado uma constante nos principais países que constituem esta região geográfica.

Como já era de se esperar, países como o Argentina, Brasil, Chile, México e Venezuela dão boas vindas a investidores estrangeiros, enquanto buscam a estabilidade política e o contínuo crescimento econômico. De acordo com o Relatório de Investimentos Mundiais, publicado pela Conferência da ONU⁶⁶ sobre Comércio e Desenvolvimento em 2001, citado por Vanderveen⁶⁷, o fluxo de investimentos diretos para a América Latina atingiu níveis recordes em 1999, com um volume próximo a 90 bilhões de dólares. Este volume sofreu uma pequena redução em 2000 para 86 bilhões, porém marcou um período de investimentos em toda região, na forma de privatizações, aquisições, fusões e parcerias através de *joint-ventures*.

⁶⁶ Organização das Nações Unidas.

O ambiente empresarial na América Latina, todavia, jamais pôde listar entre as suas características mais marcantes itens como a facilidade e a certeza. Um exemplo disso é que investimentos bem sucedidos na região requerem altos níveis de capital de giro e um amplo conhecimento dos diversos riscos aos quais a região está constantemente exposta.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Apesar da região da América Latina ser constituída por países com características individuais marcantes e até mesmo distintas, ainda são diversos os itens comuns a todos os países presentes na região. Assim, de forma sucinta, buscaremos abordar neste tópico as principais características regionais na América Latina.

2.1. ACESSO AO CRÉDITO

Uma das dificuldades apontadas pelos investidores e empreendedores na região com maior freqüência⁶⁷ é o escasso acesso a um adequado nível de financiamento. As instabilidades políticas, a alta volatilidade nas economias e os altos riscos significam que os empréstimos existentes são poucos, caros, e com vencimentos extremamente curtos. Poucos países possuem um mercado de capitais sólido e estruturado, e os investidores normalmente preferem títulos do governo

⁶⁷ In: VANDERVEEN, J.D., MARTENS, C.M., "Know who you're doing business with", *World Trade*, v.15. n.7. Troy: July, 2002. p. 40-42.

⁶⁸ Conforme apontado em pesquisas junto a executivos de empresas, realizadas pelo Banco Mundial. Nestes estudos, um terço dos entrevistados apontaram que a escassez de financiamentos é de fato o maior problema na região, seguido do complexo regime de impostos e regulamentações, e de regimes políticos instáveis. In: O'BRIEN, M. "Wanted: Entrepreneurial adventures". *LatinFinance - Euromoney Institutional Investor*, Coral Gables: Sep 2002 .p.19.

(virtualmente sem risco e com altos retornos) a títulos de empresas ou investimentos em ações.

A maioria das empresas latino-americanas não tem o tamanho, a coragem ou um mercado de capitais estruturado para tornarem-se empresas públicas e, portanto, necessitam de um "colchão" de lucros retidos para financiar as suas operações ou lidar com o inesperado. Isso significa que os negócios devem ser líquidos e altamente conservadores para que possam sobreviver, crescendo na velocidade em que possam se auto-financiar.

Conforme comenta Casares⁶⁹ em seu artigo sobre a região, o mercado de crédito na América Latina ainda pode ser considerado incipiente e, dada a alta demanda por crédito e a pequena penetração de agentes financiadores, é comum, em toda a região, que empresas ou distribuidores tenham que financiar todo o seu ciclo produtivo ou de distribuição até a chegada de seus produtos aos consumidores finais. O autor acrescenta, no entanto, que esta dificuldade propicia fantásticos resultados em termos de penetração de mercado àqueles com amplo acesso ao crédito.

2.2. INSTABILIDADE POLÍTICA

Constantes mudanças também fazem parte do cenário dos negócios na América Latina. Passadas décadas de desenvolvimento inconsistente, as economias da região como um todo progrediram continuamente com os resultados de importantes mudanças estruturais, melhorias tecnológicas, desregulamentação dos mercados, privatizações e maior integração entre os países da região e destes como

⁶⁹ CASARES, F., "The power of culture: Achieving high A/R performance in Latin America", *Business Credit*. v.104., n.8, New York: Sep, 2002. p.63-64.

o resto do mundo. Apesar dos avanços notáveis, a condução de negócios na região não se tornou necessariamente mais fácil. A criação de um ambiente que propicie a prosperidade de empresas ainda não pode ser considerada exatamente um objetivo central nas políticas governamentais da América Latina, que ainda relutam em aceitar o papel do setor privado como chave no processo de crescimento.

De fato, a questão política tem sido alvo de diversas preocupações pelos investidores estrangeiros com interesse na América Latina. Na última década, enquanto países como o México parecem fortalecer-se no caminho da abertura do mercado, com a eleição do presidente Vicente Fox (um antigo executivo da Coca-Cola), outros países parecem caminhar na direção do socialismo, tal como a Venezuela, onde o presidente Hugo Chávez proclamou recentemente uma revolução contra "os corruptos líderes de negócios".

2.3. FOCO EM COMMODITIES

Uma outra crítica marcante à região está na dificuldade dos países em realizar a mudança de um ambiente caracterizado pela indústria de *commodities*, com baixas margens, para setores tecnologicamente avançados e com maior valor agregado, que têm direcionado o crescimento em outras regiões do mundo, como a Ásia. Adicionalmente, poucas atividades de pesquisa e desenvolvimento são realizadas em empresas do setor privado na região, onde o conhecimento ainda não está diretamente ligado ao crescimento econômico.

Ainda quanto ao crescimento industrial, a competição direta com a mão-de-obra barata de países como a China e o Paquistão tornam o desenvolvimento industrial maciço ainda mais distante. Além das dificuldades impostas pelas

legislações trabalhistas, cujo custo e excesso de rigor fazem da atividade informal uma constante na região, países como o Chile e a Argentina recentemente alteraram as suas leis trabalhistas, de forma a dificultar ainda mais a demissão de empregados pelas empresas.

Em um estudo comparativo entre o ambiente empresarial nos países considerados "emergentes", Lenartowicz e Johnson⁷⁰ mostram que os empreendedores asiáticos usualmente operam predominantemente em setores baseados no conhecimento tecnológico e exportam mais. Segundo este estudo, o tempo para se constituir um negócio em plena marcha em Singapura é de menos de um ano e no Japão, quase três anos. As empresas japonesas obtêm crédito junto ao setor bancário, enquanto as de Taiwan e Singapura baseiam-se em sua maioria no crédito comercial. Na América Latina, em contrapartida, empreendedores tendem a buscar patrocínio na família e entre amigos e conhecidos, e começam seus negócios em escala menor, fazendo um investimento inicial modesto, normalmente com a aquisição de máquinas usadas, em virtude da falta de crédito. No Brasil, todavia, onde há a maior e mais organizada estrutura industrial da região, também é comum às empresas terceirizarem parte de seus negócios.

2.4. EXISTÊNCIA DE "MERCADOS NEGROS"

A falta de rigidez sobre os direitos constituídos por lei na América Latina também é constantemente apontada por empresas que temem pela quebra de contratos nos países da região. Adicionalmente, os chamados "mercados paralelos" ou "mercados negros" são relativamente comuns na região. De acordo com Índice

de Liberdade Econômica⁷¹ de 2002, todos os países da América do Sul, exceto o Chile, foram avaliados com níveis "médio a alto" de atividade no mercado negro, incluindo itens de consumo roubados, pirataria de propriedade intelectual e transporte e negócios agrícolas considerados ilícitos. Segundo o estudo, as atividades no mercado negro podem atingir de 15 a 50 por cento do produto interno bruto, dependendo do país envolvido.

2.5. FORTE DEPENDÊNCIA DO CAPITAL EXTERNO

No que tange à dependência externa, as economias relativamente abertas e com a maior conexão com os Estados Unidos (tais como o México, o Chile, a Venezuela e a Colômbia) são extremamente sensíveis ao desempenho geral da economia norte-americana e sofreram grandes impactos em suas receitas totais de exportação. Da mesma forma, a redução nas taxas de juros nos Estados Unidos favorece a região ao reduzir o custo das dívidas externas indexadas a taxas de juros flutuantes, porém este benefício só se concretiza em novos empréstimos com uma redução equivalente na percepção externa sobre o risco da região.

Apesar dos efeitos adversos causados pela alta dependência externa, sinais de recuperação da economia norte-americana também são fortes indicadores de melhoria no quadro econômico em diversos países da América Latina. Ainda assim, os países menos vulneráveis à recessão dos Estados Unidos e a conflitos externos tendem a liderar o crescimento da região, com a redução consistente de suas taxas de juros sem efeitos adversos sobre as taxas de câmbio ou de inflação.

⁷⁰ LENARTOWICZ, T. JOHNSON, J.P. "Comparing managerial values in twelve Latin American countries: An exploratory study". *Management International Review*. V.42, n.3, p.279-307. Wiesbaden, 3o. trimestre de 2002. p.301.

⁷¹ Índice publicado anualmente pela "The Heritage Foundation and Dow Jones & Company Inc."

2.6. AMBIENTE DE OPORTUNIDADES

Não obstante tal cenário negativo, Contreras⁷² afirma em seu artigo que apesar dos riscos sentidos em toda a região, a América Latina hoje está mais preparada para lidar com uma cenários adversos do que já esteve em 1994-95 e em 1998-99, quando a região foi fortemente atingida por choques externos.

Após o sólido desempenho no ano 2000 a região sofreu, em função da desaceleração mundial e do complexo cenário externo, um forte impacto negativo agravado pelas crises na Argentina e Venezuela e pela alta volatilidade associada às eleições presidenciais no Brasil. Contudo, apesar da região encontrar-se atualmente em meio a diversas crises, investidores em busca de oportunidades de longo prazo e dispostos a gerenciar suas opções ativamente continuam a encontrar na América Latina um ambiente altamente desafiador e promissor para seus negócios.

De fato, é fácil e comum subestimar as possibilidades na América Latina, especialmente em momentos como o atual, quando as perspectivas econômicas estão particularmente difíceis e as pessoas já se encontram cansadas de reformas intermináveis e sem resultados. No entanto, a região já conseguiu muito durante os anos noventa ao reconstruir as suas economias. O Chile, por exemplo, demonstrou que políticas favoráveis ao mercado e estabilidade podem resultar em baixas taxas de juros. O Brasil, por sua vez, tem demonstrado que alianças entre o setor governamental e privado também podem trazer bons resultados.

⁷² CONTRERAS, M. "Risk levels down, opportunities up". *Latin Finance*, Latin Banking Guide & Directory, Coral Gables: Aug 2001. p.8.

3. PRINCIPAIS PAÍSES

O termo "América Latina" engloba todos os países da América do Sul, América Central e o México, e corresponde a uma região geográfica com aproximadamente 450 milhões de habitantes e um PIB total de aproximadamente 1,8 trilhões de dólares, dividido entre os principais países conforme a tabela abaixo⁷³:

País	% PIB da América Latina	% População
México	33.80%	22.00%
Brazil	30.10%	38.50%
Argentina	14.70%	8.40%
Venezuela	7.10%	5.50%
Colômbia	4.60%	9.60%
Chile	3.60%	3.40%
Peru	2.90%	5.80%
Equador	1.20%	2.90%
Uruguai	1.00%	0.70%
Paraguai	0.40%	1.30%
Bolívia	0.40%	1.90%

Tabela 16: Distribuição do PIB e da população na América Latina (%)

Nesta seção, buscaremos abordar aspectos atuais e peculiares a cada um dos sete países com maior participação no PIB da região, e portanto, com maior importância para a economia da América Latina. Um resumo da evolução recente dos principais indicadores econômicos destes países encontra-se no Anexo A para uma consulta detalhada.

3.1. ARGENTINA

A recente decisão do governo argentino de converter as contas e os contratos denominados em dólares para pesos, a chamada "pesificação", resultou numa das maiores crises jamais enfrentadas por este país em toda a sua história

moderna, com um verdadeiro colapso econômico, aliado à uma crise social profunda.

A "pesificação", adotada em janeiro de 2002 pelo presidente Eduardo Duhalde, consistia em um esforço para atenuar a crise econômica que há tempos havia se instaurado e mantido a economia do país estagnada desde 1998, em virtude da inconsistência do regime de "dolarização" (que por lei determinava a paridade do dólar com o peso fixa em um para um).

A instabilidade que há alguns anos esteve associada à fragilidade da economia argentina reduziu em muito a sua cultura empreendedora. Algumas empresas novas surgiram na Argentina nos anos noventa, quando as promessas de reformas macroeconômicas atraíram bilhões de dólares em investimentos externos e culminaram num rápido crescimento econômico. Muitas destas empresas, no entanto, estão ou estiveram beirando a falência após as enormes perdas ocorridas em 2002 com a desvalorização de 70% do peso e a moratória declarada do governo, ainda que a moeda tenha se estabilizado num patamar de 3,50 desde junho de 2002.

Como resultado desta severa depressão econômica, a Argentina precisará de muitos anos para reconstruir a confiança perdida, o que torna o cenário de curto prazo pouco promissor. Muitas empresas lá instaladas trabalham hoje com suas atividades reduzidas, e permanecem na esperança de uma melhora no ambiente econômico. Outras empresas já escolheram retirar-se do país em sua totalidade, enquanto outras interpretam o momento atual de incerteza na Argentina como o momento ideal para uma possível expansão e têm direcionado novos investimentos ao país mesmo em meio ao cenário arriscado.

⁷³ Fontes: Institutos Nacionais de Estatística, Bancos Centrais e cálculos da Latin Focus (www.latin-focus.com)

Entre os exemplos de oportunidades recentes estão a aquisição da Perez Companc pela Petrobrás e de 36% da Quilmes pela Ambev⁷⁴. De fato, as empresas brasileiras têm sido compradoras naturais de empresas argentinas após a eclosão da crise. Ao contrário de investidores norte-americanos e europeus, com uma postura mais conservadora, os grupos brasileiros têm acreditado que podem lidar com a volatilidade e a incerteza na Argentina, tal a sua experiência em situações similares na região.

3.2. BRASIL

O Brasil é a maior economia do Mercosul, sendo responsável por aproximadamente 70% do PIB do bloco⁷⁵. Na sua história recente, na década de noventa, o país abraçou diversas reformas, objetivando a substituição de políticas protecionistas por privatizações e políticas de liberalização do comércio e do investimento. A partir de 2001, o Brasil começou a mover o seu foco da estabilização interna para o mercado externo, e está mais do que nunca dependente de um volume crescente de exportações para que possa atingir crescimento e desenvolvimento contínuos.

O desempenho do Brasil nas exportações permaneceu abaixo das médias mundiais nas duas últimas décadas (especialmente nos anos noventa), por diversos fatores como, por exemplo, a falta de esforço na diversificação dos itens exportados. Em 1999, a lista dos dez itens mais exportados no Brasil era composta

⁷⁴ Fonte: BARHAM, J. "Risky Business all Around". *Latin Finance*. n.139, Coral Gables: July 2002. p.20.

⁷⁵ Fonte: GOUVEA, R. HRANAIOVA, J., Brazil and the FTAA: Strategic trade options, *Multinational Business Review*, v.10, n.2, Detroit: Fall 2002, p.33-41.

basicamente de recursos naturais e agrícolas, com produtos industriais num nível de apenas 27% dos maiores volumes exportados⁷⁶, e 56% do total.

O fraco desempenho brasileiro em adicionar mais itens industrializados e com maior valor agregado à sua estrutura de exportação teve reflexos importantes na declinante parcela de mercado global dominada pelas exportações do Brasil, de 1,06% em 1980 para 0,97% em 1998, de acordo com dados do Banco Central do Brasil.

No cenário político e estrutural, o Brasil avançou em algumas reformas macroeconômicas mas não conseguiu superar sua longa história de gerenciamento fiscal deficiente na comunidade internacional.

Segundo afirma O'Brien⁷⁷, a política industrial no Brasil, ao contrário do Chile, é popular e o país tem demonstrado algum sucesso no desenvolvimento de indústrias baseadas em tecnologia dentro do setor público. Um reflexo desta política é a existência de bancos de desenvolvimento como o BNDES e o Banco do Brasil (banco comercial estatal), que têm ajudado a financiar projetos industriais. Como exemplos de desenvolvimentos tecnológicos recentes estão a empresa nacional de Petróleo, a Petrobrás, que desenvolveu a tecnologia de extração profunda de petróleo em alto mar, e a Embraer, empresa privatizada, que projeta e constrói avançados aviões de passageiros e militares exportados para diversos países do mundo, entre outros.

O'Brien cita ainda em seu artigo estudos que dizem que o ambiente empresarial brasileiro é composto em sua maioria por empresas pequenas e médias, que representam 98% do total das empresas, empregam metade da população economicamente ativa e contribuem para 20% do PIB. Estas empresas sofrem com

⁷⁶ SECEX/DECEX, Balança Comercial, 2001. www.bcb.gov.br

a escassez de crédito, o excesso de burocracia e um sistema jurídico oneroso. Muitas dessas empresas são encerradas nos primeiros dois anos de existência.

Agravando essas dificuldades estão as altas taxas de juros praticadas, que há muito vêm sendo discutidas como uma questão crítica pelo empresariado brasileiro. Nesse sentido, deve-se ressaltar que o passado de instabilidade do Brasil traz consigo uma certa dose de punição do mercado internacional, que considera um histórico de quebras nas linhas governamentais brasileiras a cada dez anos no cálculo do retorno exigido pelo risco, acarretando em um alto nível de taxas de juros.

A vulnerabilidade dos países da região ao humor e às expectativas do mercado financeiro não é diferente no Brasil. Nos últimos quatro anos, duas grandes crises de confiança afetaram o cenário brasileiro. A primeira, em 1999, culminou na desvalorização do Real, após a alteração do regime cambial de bandas para um regime flutuante. Em 2002, após a crise argentina, o Brasil passou a sofrer os efeitos de uma provável "contaminação", agravada pelas incertezas acerca das eleições presidenciais que resultaram na eleição do atual presidente Luiz Inácio Lula da Silva, do Partido dos Trabalhadores.

A onda desfavorável de 2002 baseou-se nas expectativas negativas do mercado a um provável governo de Lula, mas após a sua eleição tais previsões têm sido amenizadas, até o momento, pelos anúncios da equipe de governo a contento do mercado e de uma linha governamental aparentemente comprometida com as necessárias reformas estruturais, aumento nos níveis de exportação e um ambiente livre de choques e rupturas indesejáveis.

Certamente os próximos anos serão uma grande incógnita quanto ao desenrolar do governo Lula, e os passos de seu governo serão atentamente

⁷⁷ O'BRIEN, M. "Wanted: Entrepreneurial adventures". *LatinFinance - Euromoney Institutional Investor*, Coral Gables: Sep 2002.p.20.

monitorados pelos cautelosos investidores mundiais. Porém, aos olhos do mercado e no reflexo de sua percepção nos preços dos ativos financeiros, o país parece rumar para um novo patamar de estabilidade, sem contar, no entanto, com um alto grau de convicção ou consenso quanto a isso.

Ainda assim, a situação de dependência do capital externo brasileiro para o adequado serviço da dívida pública brasileira, cuja razão com o PIB chega a atingir o alarmante nível de 60%, preocupa os mercados internacionais, uma vez que mesmo num cenário de estabilidade política local, outros fatores como uma nova onda de recessão norte-americana, escassez de crédito mundial e cenários de guerra podem afetar dramaticamente a capacidade do país de rolar as suas dívidas, aumentando a possibilidade de uma temida moratória, o que fecharia as portas do capital estrangeiro ao Brasil por alguns anos.

No entanto, o Brasil sempre foi considerado um mercado amplo e atrativo para *Wall Street*. Stephen Cunningham, chefe do banco de investimentos para a América Latina do Morgan Stanley declarou em artigo recente que "devido à sua dinâmica e força, eu continuo a sustentar que o Brasil é diferente"⁷⁸. Ainda neste mesmo artigo, Dan Vallimarescu, chefe de mercados de capitais da Merrill Lynch para a América Latina e o Canadá diz que "o Brasil é um mercado enorme, potente e dinâmico que não vai desaparecer das telas de radar", retratando a opinião de especialistas sobre um potencial futuro promissor do país.

⁷⁸ Autor Anônimo. "When markets take fright", *LatinFinance*, Coral Gables: Sep 2002, p.16-17.

3.3. CHILE

Apesar das turbulências que têm assolado toda a região da América Latina, o Chile tem se consolidado recentemente como um oásis em meio à tempestade. A estabilidade, contudo, é algo novo na história política e econômica do Chile, que traz em seu passado uma série de histórias turbulentas.

Durante os anos setenta, o país sofreu com o presidente de extrema esquerda Salvador Allende e depois com a ditadura militar do general Augusto Pinochet, cujo governo foi cenário de uma crise catastrófica no setor bancário.

Após estas experiências traumáticas, os chilenos embarcaram com a seriedade necessária numa radical, porém, bem planejada série de reformas no contexto do mercado livre, iniciadas ainda no Governo Pinochet pelo ministro das finanças Hernan Buchi e mantidas pelos governos civis, que há vinte anos têm seguido um consenso sobre a política econômica básica, baseada na prudência e no conservadorismo em termos de política monetária, fiscal e financeira, independentemente de sua linha política de direita ou esquerda, barrando-se o avanço de qualquer forma de populismo.

O atual ministro da fazenda, Nicolas Eyzaguirre, recorda que, ainda antes da posse do atual presidente Lagos, o time já havia decidido "mostrar sua credibilidade e mostrar uma política fiscal conservadora no primeiro ano". Esta postura permitiu ao país uma situação de estabilidade face às crises globais em 2001.

O Chile, contudo, não está totalmente isolado dos problemas nos países vizinhos ou da recessão mundial. Após o forte crescimento durante os anos noventa, a economia retraiu em 1999 e apresentou sua primeira recessão em 17 anos. Em

2002, a expectativa de crescimento é de somente 2,6% e o ambiente econômico permanece hostil.

Caracteristicamente, o Chile está estimulando o crescimento através de uma maior pressão para novas reformas, oferecendo benefícios fiscais para atrair investimentos externos diretos e adotando uma legislação para nutrir a indústria de fusões e aquisições.

Um outro problema alarmante que tem sido foco do atual governo é a alta taxa de desemprego (9,5%)⁷⁹ e, para combatê-la, o governo criou uma lei em 2002 que desencoraja as empresas a demitirem os seus funcionários, buscando o equilíbrio entre o aumento da competitividade e os interesses da população trabalhadora.

Mesmo com as dificuldades eminentes, o atual governo não pretende abandonar a política de livre comércio. Em maio de 2002, o presidente Lagos assinou um acordo de livre comércio com a Europa e está negociando outro acordo com os Estados Unidos. Outro, com a Coréia do Sul, acaba de ter as suas negociações concluídas com sucesso, após três anos, marcando o primeiro acordo entre um país da América Latina e a Ásia.

O objetivo é puramente pragmático. Embora as políticas protecionistas dos países desenvolvidos sejam uma barreira e as regras globais não possam ser consideradas exatamente como "justas", o país ainda tem como objetivo principal o estabelecimento de livre comércio.

Após mais de vinte anos de reformas econômicas bem sucedidas e de ter se consolidado como o sistema político mais estável da América Latina, o Chile desenvolveu suas indústrias de vinho, frutas, azeite de oliva e salmão, porém, raramente envolve tecnologias de ponta, e ainda não lançou o país numa era de

taxas de crescimento altas e sustentáveis tais como as existentes nos países asiáticos. Da mesma forma, o Chile ainda não foi bem sucedido em fomentar uma cultura de risco e empreendedorismo. Dentro deste contexto, carreiras como as de médico, advogado ou bancário ainda são consideradas mais interessantes e com maior prestígio do que aventurar-se em um negócio.

Assim, o Chile é marcado por sua estabilidade política e econômica, porém ainda é percebido como um ambiente menos acolhedor a negócios, com limitada disponibilidade e acesso aos mercados e aos recursos necessários.

3.4. COLÔMBIA

A Colômbia, ao contrário do Chile, e tal como o Brasil, é conhecida pelo seu forte espírito empreendedor. Um segundo ponto forte do país são as suas leis regulamentadoras, relativamente diretas e descomplicadas quando comparadas aos complexos conjuntos de leis de outros países da região. Os maiores problemas, todavia, estão no acesso ao crédito e aos investidores, que afastam-se do país com base na imagem extremamente negativa, vinculada à guerrilha e ao tráfico de drogas, tipicamente apresentada pela mídia mundial, conforme afirma Festervand⁸⁰.

Neste sentido, um dos compromissos mais veiculados através da mídia feitos pelo presidente Álvaro Uribe Velez, eleito em maio de 2002, é o combate às Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia, a FARC, que além de causar óbvios problemas sociais, ainda prejudica o crescimento econômico do país com constantes ataques à sua infra-estrutura, particularmente no setor de energia. Entre os seus planos está a eliminação do serviço militar obrigatório, e a criação de um exército

⁷⁹ Fonte: Latin Focus - www.latin-focus.com

⁸⁰ FESTERVAND, T.A., "U.S. foreign direct investment: Executives' perceptions of competing Latin American nations", *American Business Review*, v.20, n.1, West Haven: Jan 2002. p.15-20.

profissional com cem mil soldados. Adicionalmente, Uribe espera contar com a participação de civis através do estabelecimento de uma rede nacional com um milhão de informantes.

Em virtude da necessidade de recursos para tais ações, é possível que o governo da Colômbia esteja disposto a reduzir gastos sociais caso queira cumprir com a disciplina fiscal e tratar do problema da guerrilha ao mesmo tempo.

A agenda do novo presidente é ambiciosa nesta direção, e dependerá de sua habilidade de negociação junto ao Congresso, onde não detém a maioria. No entanto, seus planos incluem uma reforma constitucional, uma reforma econômica (com a manutenção dos atuais subsídios para as indústrias de café e algodão), e uma reorganização governamental, visando a redução de custos.

O aumento nos gastos públicos, particularmente no combate à guerrilha, encontrou o devido apoio no FMI⁸¹, que tem ajudado o país através da renovação do empréstimo de 2,4 bilhões de dólares, vencido em setembro de 2002. Esta situação traz uma certa dose de estabilidade à moeda e às taxas de juros da Colômbia, que variaram ao longo de 2002 com a possibilidade de contágio com as más notícias acerca da região, e com a incerteza quanto à necessária ajuda do FMI.

3.5. MÉXICO

O México destaca-se dos outros países da América Latina como aquele com a melhor relação geopolítica e economicamente estratégica com os Estados Unidos. Recentemente, o abandono de uma política voltada a questões internas para um modelo de mercado aberto, culminou com a passagem do NAFTA ("North America Free Trade Agreement", Acordo de Livre Comércio da América do Norte)

pelo Congresso norte-americano em 1993, e com a difícil e gradual implementação do bloco econômico durante as crises dos anos 1994-96.

A crucial injeção de capital estrangeiro na forma de investimentos diretos no México pode ser atribuída a uma série de fatores, entre os quais estão a ampla implementação de programas de privatização e conversão de dívidas, a liberalização do comércio e a remoção (condicional) de uma legislação restritiva aos investimentos diretos no país (no tocante a repatriação de divisas, autorização prévia para investimentos e restrições setoriais). Além destas políticas, o relativo sucesso na implementação das necessárias reformas macroeconômicas reassegurou a confiança dos investidores externos no comprometimento com a estabilidade e a abertura dos mercados.

Os investimentos diretos no México destinaram-se primariamente ao setor industrial com novas empresas ao longo da fronteira com os Estados Unidos, ao contrário dos outros países da região, que receberam mais investimentos em setores tradicionais como os setores de minas e energia. Outros setores que receberam vultuosos montantes de investimento foram os setores têxteis, bancário e financeiro, eletrônicos e computadores, telecomunicações e turismo. Muitos destes setores trouxeram em seu desenvolvimento uma cadeia de empresas subcontratadas de partes e componentes, que fortalecem ainda mais a contribuição dos investimentos diretos como agente de transferência de tecnologia e conhecimento gerencial.

O ímpeto para a mudança na atitude do governo mexicano em relação ao capital externo remonta à crescente pressão por recursos seguida do enxugamento do crédito após a crise de 1982. As primeiras mudanças foram realizadas no governo de Miguel De La Madrid (1982-1988), e intensificadas pela administração neoliberal de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994). No governo de De La Madrid,

⁸¹ Fundo Monetário Internacional.

alguns setores que estavam fechados ao capital externo, tais como o petroquímico, mineração, financeiro e de telecomunicações foram abertos de forma seletiva, e, em alguns casos, foi possível encontrar capital estrangeiro na maioria acionária de alguns setores. Com Salinas, foi permitida a participação de 100% de capital estrangeiro sem a necessidade de autorização prévia para investimentos menores do que 100 milhões de dólares.

A eminência da adesão ao NAFTA no final de 1993 ajudou na elaboração do ato de promoção do investimento mexicano e regulação do investimento estrangeiro em março daquele ano. Este ato liberalizou o acesso de investidores estrangeiros a setores considerados "estratégicos" e deu ao governo poderes para determinar em quais setores ou projetos o capital estrangeiro seria permitido para controlar os interesses da maioria.

O México também introduziu um programa de conversão de dívidas limitado e seletivo em 1986⁸², que direcionou recursos a setores de alta prioridade, como as montadoras de veículos. Este programa trazia em seu bojo um subsídio implícito aos investidores estrangeiros, uma vez que a dívida mexicana era negociada no mercado secundário numa média de 45 centavos pelo valor de face em dólares, enquanto os investidores recebiam 82 centavos do governo mexicano pelos mesmos títulos da dívida. Desta forma, aproximadamente um quarto dos investimentos externos feitos no México entre os anos de 1986 e 1990 podem ser atribuídos ao programa de conversão de dívida.

Em 1990, o programa foi reduzido, devido ao seu óbvio potencial inflacionário, e limitou-se a investimentos em projetos de infra-estrutura tais como a construção de estradas, rodovias, pontes, portos marítimos e aeroportos. Porém, ao

⁸² Ver detalhes em: RAMIREZ, M.D., " Foreign direct investment in Mexico during the 1990s: An empirical assessment", *Eastern Economic Journal*, v.28, n.13, Bloomsburg: Summer 2002, p.409-423.

contrário da primeira versão, o novo programa estava igualmente aberto a participação tanto do capital nacional quanto externo.

O programa de privatizações, que foi expandido e intensificado durante o governo Salinas, também teve um papel importante na atração do capital estrangeiro para setores como o bancário, mineração e de petroquímicos não-básicos.

Como resultado destas políticas, Ramirez conclui em seu artigo que o México tornou-se uma verdadeira potência comercial mundial, e a primeira na América Latina nos anos recentes, com uma participação de 46% nas exportações totais da região. Segundo dados da Secretaria da Economia do México, o país aumentou as suas importações em mais de 300% e quase quadruplicou suas exportações no período compreendido entre 1990 e 2001. Este total de vendas externas se iguala ao conjunto das vendas do Brasil, da Venezuela e da Argentina.

O crescimento da atividade industrial no México trouxe, contudo, novos problemas, como a acirrada competição dos países asiáticos com a mão-de-obra e custos de transporte mais baratos. O atual governo de Vicente Fox tem buscado lidar com esta questão ao introduzir benefícios fiscais de 30% a empresas americanas que passarem a fazer suas atividades de pesquisa e desenvolvimento em suas subsidiárias mexicanas.

Este tipo de efeito positivo "intangível" tem sido alvo da política mexicana, que tem buscado nos investimentos diretos estrangeiros não apenas uma forma de financiamento, como também a transferência de tecnologia e conhecimento, que no longo prazo pagam os altos custos em subsídios e concessões tributárias generosas, e pressões na balança de pagamentos com remessas de lucros e dividendos ao exterior. O resultado final desta política ainda é desconhecido,

particularmente pelas recentes evidências do aumento substancial das remessas de lucros e dividendos para fora do país nos últimos anos.

3.6. PERU

A história recente do Peru retrata um país com diversas mudanças e transformações, partindo de um período de governos militares (entre 1968 e 1980), seguido de governos populistas (como o de Alan Garcia, entre 1985-90), uma guerra interna declarada pela guerrilha do Sendero Luminoso (com seu auge nos anos oitenta), um governo centralizador liderado por Alberto Fujimori entre 1990 e 2000, ao atual governo de Alejandro Toledo, comprometido com questões sociais e que tem conseguido reverter o cenário negativo e tornado o país na economia em maior crescimento na América Latina em 2002, ainda que fundamentalmente graças à mineração com o projeto Altamina.

Após a renúncia no ano 2000 de Alberto Fujimori, que buscou exílio no Japão, o Peru encerrou um longo período que culminou no agravamento da pobreza, dos fundamentos econômicos e dos valores democráticos.

Recentemente, devido à contribuição positiva das novas operações de mineração de cobre e zinco em Altamina, a economia peruana passou a crescer numa velocidade maior do que qualquer outro país da região. Este fato, contudo, ainda não é encarado como um crescimento sustentável, uma vez que a velocidade de crescimento da economia tende a se reduzir como resultado da esperada exaustão das novas minas. Ainda assim, um crescimento significativo em outros setores da economia, assim como superávits comerciais fortaleceram a moeda

peruana, o Nuevo Sol, impulsionada por novos investimentos diretos externos em setores como o bancário.

No Peru, um estudo do Instituto para a Liberdade e Democracia em Lima, publicado no *web-site* da Latin-Focus⁸³ estima que três milhões de empresas com menos de dez empregados empregam 75% da população economicamente ativa e são responsáveis por 45% do PIB do país.

3.7. VENEZUELA

Talvez a posição mais incomum na América Latina seja a ocupada pela Venezuela. Este país é visto como possuidor de uma grande disponibilidade de acesso aos mercados e recursos, uma vez que encontra-se na favorável posição de quinto maior produtor de petróleo do mundo. No entanto, a delicada e instável situação econômica e política faz com que o mercado esteja virtualmente fechado, com uma natural redução de investimentos e exposições no país.

Como resultado da profunda crise política em que se encontra, a Venezuela encerrou o ano de 2002 com a taxa de inflação mais alta dos últimos cinco anos, em 31,2%⁸⁴, em meio a uma aguda recessão econômica e uma forte depreciação da moeda local. A variação no índice de inflação supera em mais do que o dobro a taxa de 12,3% registrada no ano de 2001, e as expectativas de inflação para 2003 permanecem num alto nível entre 26 e 28%.

Devido à grande dependência do país de importações de bens de consumo e de manufatura, a alta volatilidade, associada à mudança no sistema

⁸³ www.latin-focus.com

⁸⁴ Ver tabela com dados comparativos - Anexo A, pg. 190.

cambial (de fixo para flutuante) e a desvalorização do Bolívar (sua moeda local) impactou fortemente a economia venezuelana em 2002.

A grave situação política da Venezuela, desencadeou ainda uma onda de greves gerais lideradas pelos opositores do presidente Hugo Chávez, que exigem a sua renúncia e novas eleições. Com a economia literalmente estagnada e fechada, até mesmo nas vitais atividades petroleiras (que representam mais da metade dos recursos do estado), a previsão de analistas é que a economia tenha sofrido uma queda ao redor de 7% em 2002. Entre janeiro e setembro desse ano, o PIB da Venezuela caiu 6,4%.

4. A VOLATILIDADE COMPARADA

Como último e importante tópico para a caracterização técnica da alta volatilidade na região da América Latina, utilizou-se a série histórica das taxas de câmbio efetivas diárias dos principais países da região, calculadas e divulgadas pelo Banco J.P. Morgan⁸⁵, para fins de comparação com países ou regiões considerados "estáveis": os Estados Unidos, o Canadá e a Europa (através do Euro).

Com base nos dados históricos (dados diários de 1998 a 2002), calculou-se a volatilidade diária e anual do referido índice para todos os países, total e a cada ano, além da média e do desvio-padrão das volatilidades anuais, visando analisar possíveis "saltos" e outros sinais de instabilidade pontual que pudessem ser suavizados pelo tamanho da amostra. Os resultados são apresentados a seguir.

⁸⁵ O índice de taxas de câmbio "efetivas" ("*Effective*" *Exchange Rates*) vem sendo calculado e publicado diariamente pelo Banco J.P. Morgan desde 1994 para as principais moedas do mundo. Este índice ajusta as taxas de câmbio nominais aos efeitos da inflação e aos fluxos internacionais, e o seu objetivo é calcular a variação de uma moeda em especial comparada a uma cesta de moedas, e não somente a sua paridade com o dólar. Desta forma, é uma medida bastante significativa, apesar de não se tratar da única, sobre as variações de fluxos de capitais internacionais e aumento de percepção de risco, taxa de juros e inflação. Jornais como o *Wall Street Journal* e *Financial Times* também divulgam estes índices diariamente.

4.1. CATEGORIA I - ALTA VOLATILIDADE (> 10% a.a.)

	Argentina	Equador	Brasil	Venezuela
Volatilidade Diária Total	0.018904928	0.018532577	0.012798581	0.012403107
Volatilidade Anual Total	30.01%	29.42%	20.32%	19.69%
Volatilidade Diária 1998	0.00270353	0.010702925	0.003130501	0.003720102
Volatilidade Anual 1998	4.29%	16.99%	4.97%	5.91%
Volatilidade Diária 1999	0.003892929	0.038661587	0.019428027	0.002728766
Volatilidade Anual 1999	6.18%	61.37%	30.84%	4.33%
Volatilidade Diária 2000	0.002761172	0.009012387	0.005907495	0.002467363
Volatilidade Anual 2000	4.38%	14.31%	9.38%	3.92%
Volatilidade Diária 2001	0.00315824	0.002697729	0.0115416	0.00291928
Volatilidade Anual 2001	5.01%	4.28%	18.32%	4.63%
Volatilidade Diária 2002	0.041869336	0.002822537	0.016278761	0.027108278
Volatilidade Anual 2002	66.47%	4.48%	25.84%	43.03%
Desvio-padrão	0.017331717	0.014909468	0.006832312	0.010810069
	27.51%	23.67%	10.85%	17.16%
Média	0.010877042	0.012779433	0.011257277	0.007788758
	17.27%	20.29%	17.87%	12.36%

Tabela 17: Categoria I - Países de Alta Volatilidade (> 10% a.a.)

A primeira categoria encontrada é a dos países classificados como de "alta volatilidade": Argentina, Equador, Brasil e Venezuela (nenhum país considerado inicialmente como "estável" foi classificado nessa categoria). Há uma coerência clara entre os resultados numéricos e as discussões detalhadas de cada um destes países. O elevado nível de incerteza remonta não somente à taxa de câmbio, como também a crises políticas, econômicas e até mesmo sociais, cujo reflexo é capturado pelo índice em questão.

4.2. CATEGORIA II - MÉDIA VOLATILIDADE (8% a.a. < σ < 10% a.a.)

	Colombia	México	Chile
Volatilidade Diária Total	0.005997451	0.00590619	0.00566016
Volatilidade Anual Total	9.52%	9.38%	8.99%
Volatilidade Diária 1998	0.006932879	0.007113932	0.004779793
Volatilidade Anual 1998	11.01%	11.29%	7.59%
Volatilidade Diária 1999	0.006918382	0.005870289	0.004706047
Volatilidade Anual 1999	10.98%	9.32%	7.47%
Volatilidade Diária 2000	0.004888729	0.005019816	0.004796112
Volatilidade Anual 2000	7.76%	7.97%	7.61%
Volatilidade Diária 2001	0.004595539	0.005823437	0.006947034
Volatilidade Anual 2001	7.30%	9.24%	11.03%
Volatilidade Diária 2002	0.00623779	0.005483522	0.006653654
Volatilidade Anual 2002	9.90%	8.70%	10.56%
Desvio-padrão	0.001111447	0.000778044	0.001122504
	1.76%	1.24%	1.78%
Média	0.005914664	0.005862199	0.005576528
	9.39%	9.31%	8.85%

Tabela 18: Categoria II - Países de Média Volatilidade (8% a.a. < σ < 10% a.a.)

Na segunda categoria encontram-se os países da América Latina com maior estabilidade, como México e Chile, e também a Colômbia, que apesar de todas as dificuldades externas e de imagem negativa perante a mídia mundial, tem conseguido manter um nível razoável de estabilidade nos últimos anos, sem os grandes choques econômicos e desvalorizações cambiais sofridos pelos países da primeira categoria.

Nenhum país considerado "estável" foi classificado nesta categoria.

4.3. CATEGORIA III: BAIXA VOLATILIDADE (< 8% a.a.)

	Euro	Peru	Canadá	EUA
Volatilidade Diária Total	0.004630196	0.003784917	0.003768713	0.003172641
Volatilidade Anual Total	7.35%	6.01%	5.98%	5.04%
Volatilidade Diária 1998	0.003699308	0.004239828	0.003931194	0.004042818
Volatilidade Anual 1998	5.87%	6.73%	6.24%	6.42%
Volatilidade Diária 1999	0.004501389	0.004335394	0.003763871	0.003039707
Volatilidade Anual 1999	7.15%	6.88%	5.97%	4.83%
Volatilidade Diária 2000	0.005532776	0.003503744	0.003239892	0.002635999
Volatilidade Anual 2000	8.78%	5.56%	5.14%	4.18%
Volatilidade Diária 2001	0.005233358	0.002876201	0.003532873	0.002792361
Volatilidade Anual 2001	8.31%	4.57%	5.61%	4.43%
Volatilidade Diária 2002	0.003859797	0.003761516	0.004298205	0.003153098
Volatilidade Anual 2002	6.13%	5.97%	6.82%	5.01%
Desvio-padrão	0.000811491	0.000593021	0.000400267	0.000547704
	1.29%	0.94%	0.64%	0.87%
Média	0.004565326	0.003743336	0.003753207	0.003132796
	7.25%	5.94%	5.96%	4.97%

Tabela 19: Categoria III - Países de Baixa Volatilidade (< 8% a.a.)

Nesta última categoria, encontram-se os países intuitivamente considerados "estáveis", dentre os quais os Estados Unidos, o Canadá, e a zona do Euro. Dentre esses, o Euro merece destaque como o mais volátil dos três, porém com níveis pouco alarmantes.

O único país da América Latina a ser classificado nessa categoria foi o Peru, que apesar do histórico de guerrilhas e crises políticas, têm se destacado, nos últimos anos, como o país de maior crescimento da região, em função, basicamente, do projeto Altamina.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Nos últimos anos, diversos trabalhos e pesquisas sobre a teoria de opções reais vêm sendo publicados, chamando a atenção de praticantes e acadêmicos que, em função de um ambiente cada vez mais incerto, têm buscado na teoria de precificação de opções uma metodologia consistente para a análise de investimentos reais nas mais diversas áreas, cujo valor não é totalmente capturado através das metodologias tradicionais de desconto de fluxos de caixa.

Durante este trabalho, buscou-se apresentar sucintamente os chamados métodos tradicionais de avaliação, focando em suas limitações e dificuldades para mensurar e reconhecer, como estrutura formal de avaliação e auxiliar no processo decisório, a flexibilidade gerencial e a incerteza que permeiam a tomada de decisões de investimento.

Em seguida, procurou-se apresentar os conceitos mais relevantes relacionados às opções financeiras, e os principais modelos de avaliação de opções (binomial e Black-Scholes), de forma a propiciar melhor compreensão da metodologia de avaliação de investimentos reais através da teoria de opções reais.

Comparativamente, a análise do VPL e a teoria de opções reais poderiam ser vistas da seguinte forma⁸⁶:

⁸⁶ Adaptado da apresentação preparada pela Accenture: "Managerial Application of Real Options", por Raul Guerrero. UCLA. Real Options Group: 5th International Conference on Real Options: 11 de julho de 2001. p.8.

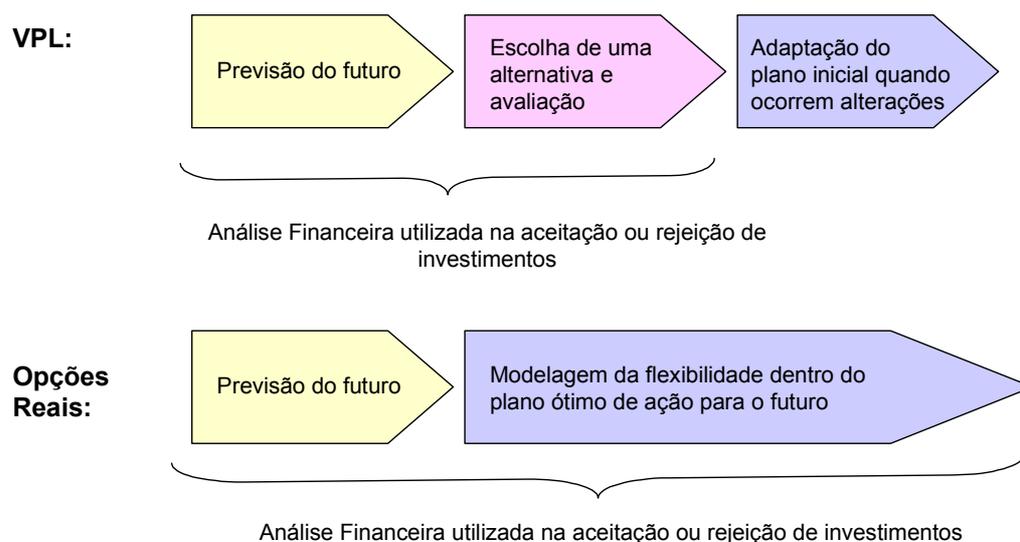


Figura 30: Processo de decisão comparado: VPL X Opções Reais

A pesquisa também buscou apresentar e discutir a volatilidade como questão chave, tomando por base um exercício teórico, sugerindo que o reconhecimento da alta incerteza como uma característica marcante de alguns ambientes empresariais (refletida nas altas taxas de volatilidade no retorno de ativos financeiros e reais), pode representar investimentos com maior potencial de valor para o acionista quando direcionados a regiões consideradas de alta volatilidade ao serem comparados com investimentos equivalentes em regiões com ambientes mais "estáveis". Este valor não é reconhecido pelos métodos de avaliação tradicionais, que vêem em ambientes de maior incerteza riscos que deveriam ser evitados, traduzidos em taxas de desconto mais altas e valores de VPL menores.

No entanto, o reconhecimento da habilidade da gerência em exercer as suas "opções", ou alterar o caminho de investimentos, caso resultados insatisfatórios sejam obtidos, traduz-se no aumento da amplitude de resultados positivos e a limitação de resultados negativos. Esta descoberta condiz com o objetivo financeiro

da empresa de maximização do valor do acionista e com o conceito de lucro econômico, uma vez que retrata mais fielmente os possíveis fluxos de caixa futuros da empresa.

Neste contexto, buscamos caracterizar a região da América Latina como um ambiente de alta volatilidade, através da sua comparação direta com regiões ou países considerados economicamente "estáveis". Acredita-se que a divulgação e o maior uso da teoria de opções reais por subsidiárias latino-americanas, governos ou empresas da região que possam fazer uso da flexibilidade gerencial em seus projetos de investimento, é capaz de capturar, através de um modelo estatisticamente consistente, no qual a modelagem da incerteza é traduzida em uma distribuição de VPLs possíveis (ao invés de um único e estático número, cuja probabilidade de representar a verdadeira natureza do investimento é muito pequena), as oportunidades advindas do maior grau de incerteza.

Esta dissertação buscou tecer considerações sobre a teoria de opções reais, seus principais conceitos e utilizações e pesquisar sua aplicação como metodologia de análise de investimentos em ambientes de grande volatilidade, visando capturar o valor advindo da incerteza que permeia tais ambientes. A metodologia e os objetivos deste trabalho estão refletidos no capítulo 1, junto a uma breve revisão do tema.

No decorrer deste trabalho, pode-se verificar no capítulo 2 as principais metodologias utilizadas na análise tradicional de investimentos, sob a ótica da incerteza e da flexibilidade, dando maior ênfase ao fluxo de caixa descontado e às suas premissas principais, como o modelo CAPM para a estimativa da taxa de desconto e os métodos de análise por árvores de decisão, uma extensão da teoria do valor presente líquido sob um cenário de probabilidades.

Devido à rápida velocidade de mudanças e do alto grau de incertezas que permeiam os diversos ambientes de negócios no mundo, vimos que o amplo desenvolvimento da teoria de precificação de opções financeiras possibilita uma valiosa analogia entre as opções financeiras e os investimentos reais, através da utilização dos consagrados métodos de avaliação de opções, como o método binomial e Black-Scholes.

Um passo importante no sentido da compreensão do funcionamento destes modelos de precificação advém do bom entendimento de suas premissas e conceitos matemáticos básicos, como os processos estocásticos sobre os quais estes se baseiam. Neste sentido, são apresentadas no capítulo 4 as opções financeiras, seus aspectos principais e a sua relação com os investimentos reais, sob a perspectiva da teoria de opções reais.

No que tange à volatilidade, buscamos rever a sua importância e algumas das diversas classificações e mensurações possíveis, tal como a metodologia de Monte Carlo, que busca na simulação de cenários aleatórios por repetidas vezes uma distribuição de probabilidades dos possíveis resultados assumidos pelo investimento sob incerteza e flexibilidade.

Com base nestes aspectos, apresentamos no capítulo 4 um exercício teórico, simulando a realidade de investimentos em ambientes de alta volatilidade, cujo reconhecimento e avaliação demonstram matematicamente o valor de investimentos sob ambientes de grande incerteza.

No capítulo 5, verificamos as características principais, que são genéricas à região da América Latina, caracterizando-a como um ambiente de alta volatilidade econômica, através de narrativas atuais sobre o ambiente de negócios em cada um dos sete países mais importantes (em termos de participação no PIB regional) da

América Latina, enfatizando aspectos de incerteza e mudanças políticas, econômicas e sociais; e posteriormente através da comparação de dados históricos de índices financeiros da região com outros países ou regiões consideradas mais "estáveis", dividindo, como resultado, os países em três categorias: Alta, Média e Baixa Volatilidade.

Este trabalho pretende ter contribuído para a compreensão dos mecanismos de avaliação de projetos de investimento e de opções financeiras aplicadas a investimentos reais, com ênfase no caso latino-americano, e descrever as principais modalidades de opções reais utilizadas na maioria dos investimentos sob incerteza.

Espera-se, sem esgotar o assunto que é extremamente amplo e passível de muitas outras pesquisas, ter chamado a atenção para estes aspectos específicos e sua importância para as finanças corporativas.

Observa-se, também, que apesar da complexidade matemática percebida nos modelos de opções reais, tanto na formulação quanto na solução de equações diferenciais, isso não significa que o usuário necessite ter qualquer conhecimento matemático sofisticado. No entanto, esse pode ser um fator de resistência para a adoção mais ampla dessas metodologias. Sendo assim, uma sugestão de pesquisa futura é o desenvolvimento e a disseminação da teoria através de pacotes computacionais com interfaces simples amigáveis, que permitissem ao usuário criar simulações facilmente, de forma a popularizar a teoria das opções reais.

Adicionalmente, a teoria carece de testes e divulgação de pesquisas com exemplos práticos no Brasil e na região da América Latina, pois, devido ao caráter altamente estratégico que costuma cercar este tipo de análise, tais esforços dificilmente são divulgados ao público.

ANEXO A - ÍNDICES COMPARATIVOS - PAÍSES AMÉRICA LATINA

Fonte: Latin-Focus - www.latin-focus.com

ARGENTINA

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	8.1	3.9	-3.4	-0.8	-4.4	-6.7	Oct-02
Inflação (IPC, var. anual em %)	0.3	0.7	-1.8	-0.7	-1.5	40.6	Nov-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.390	Dec-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-12,333	-14,624	-12,001	-8,878	-4,444	7,023	Q3 2002

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	Ba3	B1	B1	Ca	Ca	Dec-02
Risco Soberano S & P	-	BB	BB	BB	SD	SD	Dec-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	BB	BB	DDD	DDD	DDD	Dec-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	8.1	3.9	-3.4	-0.8	-4.4	-6.7	Oct-02
Consumo (variação anual real %)	8.1	3.5	-1.3	-0.5	-5.2	-12.0	Q3 2002
Investimento (variação anual real %)	17.7	6.5	-12.6	-6.8	-15.7	-37.5	Q3 2002
Agricultura (variação anual real %)	0.5	8.7	2.5	-1.8	1.1	-4.4	Q3 2002
Indústria (variação anual real %)	9.9	3.4	-6.6	-3.4	-6.5	-12.1	Q3 2002
Serviços (variação anual real %)	7.7	4.7	-1.6	0.5	-4.0	-8.1	Q3 2002
Manufatura (variação anual real %)	9.0	2.1	-6.5	-0.3	-7.6	0.9	Nov-02
Vendas Automóveis (variação anual real %)	5.3	-7.8	-6.7	-14.9	-51.4	-37.9	Nov-02
Vendas Supermercados (variação anual real %)	6.1	9.1	-1.4	-0.3	-5.8	10.0	Nov-02
Desemprego (%)	14.9	12.9	14.3	14.7	18.3	22.0	May-02
Balança Fiscal (% PIB)	-1.5	-1.4	-2.6	-2.4	-3.2	-2.3	Q2 2002

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Inflação (IPC, var. anual em %)	0.3	0.7	-1.8	-0.7	-1.5	40.6	Nov-02
Inflação (IPA, var. anual em %)	0.1	-3.2	-3.8	4.0	-2.3	118.3	Nov-02
Base monetária (var. anual da MB em %)	13.8	2.5	0.7	-8.6	-20.5	139.3	Nov-02
Base monetária (var. anual da M1 em %)	17.6	1.5	-1.0	-2.4	-5.0	82.8	Nov-02
Base monetária (var. anual da M2 em %)	19.9	4.6	-2.4	-2.4	-13.1	86.4	Nov-02
Base monetária (var. anual da M3 em %)	26.9	10.3	2.3	4.4	-22.6	-0.7	Nov-02
Taxa de juros (CDB, 30-59d %)	7.0	7.6	10.3	12.3	7.4	21.6	Nov-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.390	Dec-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	17.2	-28.5	33.4	-25.1	-52.3	-52.3	Nov-02
Bolsa Valores (MERVAL rentab. %)	5.9	-37.4	26.7	-23.5	-48.8	146.2	Dec-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	461	709	527	777	4,301	6,303	Dec-02
Mercado de Títulos (FRB sobre UST)	423	701	544	667	13,068	27,892	Dec-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Conta Corrente (US\$ milhões)	-12,333	-14,624	-12,001	-8,878	-4,444	7,023	Q3 2002
Conta Capital (US\$ milhões)	16,819	18,418	14,009	9,634	-4,671	-16,542	Q3 2002
Balança Comercial (US\$ milhões)	-4,020	-4,962	-2,176	1,167	6,290	16,229	Nov-02
Exportações (US\$ milhões)	26,430	26,441	23,333	26,409	26,611	25,368	Nov-02
Importações (US\$ milhões)	30,450	31,404	25,508	25,243	20,321	9,139	Nov-02
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	23,402	26,660	26,351	25,308	19,373	10,500	Dec-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	9.2	10.2	12.4	12.0	11.4	-	Dec-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	109,359	141,929	145,289	146,351	140,298	132,920	Q2 2002

BRASIL

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	3.3	0.1	0.8	4.4	1.4	2.4	Q3 2002
Inflação (IPC, var. anual em %)	5.2	1.7	8.9	6.0	7.7	10.9	Nov-02
Taxa de câmbio (Real/US\$)	1.116	1.208	1.789	1.955	2.320	3.533	Dec-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-30,452	-33,416	-25,336	-24,225	-23,212	-9,281	Nov-02

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	B2	B2	B2	B1	B1	Dec-02
Risco Soberano S & P	-	BB-	B+	B+	B+	B+	Dec-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	BB-	BB-	B	B	B	Dec-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	3.3	0.1	0.8	4.4	1.4	2.4	Q3 2002
Consumo (variação anual real %)	2.9	0.0	0.3	3.2	0.8	-	2001
Investimento (variação anual real %)	9.3	-0.3	-7.2	4.5	1.1	-	2001
Agricultura (variação anual real %)	-0.8	1.9	7.4	3.0	5.7	7.3	Q3 2002
Indústria (variação anual real %)	4.7	-1.5	-1.6	5.0	-0.3	-1.5	Q3 2002
Serviços (variação anual real %)	2.6	1.1	1.9	3.9	1.9	1.4	Q3 2002
PIB São Paulo (variação anual real %)	4.8	0.6	-2.3	12.9	4.4	-1.0	Oct-02
Manufatura (variação anual real %)	3.9	-2.0	-0.7	6.6	1.5	8.9	Oct-02
Vendas Automóveis (variação anual real %)	9.2	-29.0	-7.1	16.5	9.4	-5.5	Sep-02
Vendas Varejo São Paulo (variação anual real %)	-2.1	3.5	-0.6	10.4	-5.5	4.1	Oct-02
Vendas São Paulo (variação anual real %)	-	-	-	-	-1.6	0.6	Oct-02
Desemprego (%)	4.8	6.3	6.3	4.8	5.6	7.1	Nov-02
Balança Fiscal (% PIB)	-6.1	-7.9	-10.0	-4.5	-5.2	-6.3	Oct-02

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Base monetária (var. anual da M1 em %)	58.9	7.1	23.7	18.5	12.6	31.1	Nov-02
Base monetária (var. anual da M2 em %)	21.4	26.0	7.8	3.3	13.3	27.7	Nov-02
Base monetária (var. anual da M3 em %)	25.5	25.5	24.7	18.7	12.3	10.4	Nov-02
Base monetária (var. anual da M4 em %)	21.8	17.1	20.0	18.3	16.0	5.2	Nov-02
Inflação (IPC, var. anual em %)	5.2	1.7	8.9	6.0	7.7	10.9	Nov-02
Inflação (FIPE, var. anual em %)	4.8	-1.8	8.6	4.4	7.1	8.2	Nov-02
Inflação (FGV, var. anual em %)	7.2	1.7	8.9	6.2	7.9	10.8	Nov-02
Inflação (PPI, var. anual em %)	7.8	0.6	28.9	12.1	11.9	31.2	Nov-02
Taxa de Juros (Taxa SELIC em %)	42.0	33.0	21.0	15.4	18.1	25.0	Dec-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	20.2	-43.0	66.9	-10.3	-52.3	-52.3	Nov-02
Bolsa Valores (Bovespa rentab. %)	44.8	-33.5	151.9	-10.7	-11.0	-17.0	Dec-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	548	1,695	1,328	812	644	490	Dec-02
Mercado de Títulos (C-Bond sobre UST)	539	1,124	640	721	880	1,519	Dec-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Taxa de câmbio (Real/US\$)	1.116	1.208	1.789	1.955	2.320	3.533	Dec-02
Conta Capital (US\$ milhões)	25,798	29,701	17,319	19,326	27,924	7,796	Nov-02
Conta Corrente (US\$ milhões)	-30,452	-33,416	-25,336	-24,225	-23,212	-9,281	Nov-02
Balança Comercial (US\$ milhões)	-6,755	-6,606	-1,252	-756	2,650	12,180	Nov-02
Exportações (US\$ milhões)	52,994	51,140	48,011	55,086	58,223	59,465	Nov-02
Importações (US\$ milhões)	59,749	57,746	49,263	55,842	55,573	47,285	Nov-02
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	52,173	44,556	36,342	33,011	35,866	38,376	Dec-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	10.5	9.3	8.9	7.1	7.7	-	Dec-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	200,613	235,082	241,468	236,151	226,036	230,005	Aug-02

CHILE

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.6	3.2	-1.0	4.4	2.8	2.4	Oct-02
Inflação (IPC, var. anual em %)	6.0	4.7	2.3	4.5	2.6	3.0	Nov-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	438.3	473.8	527.7	572.7	656.2	705.1	29-Nov-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-3,671	-4,014	-302	-1,073	-1,241	-912	Q3 2002

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	Baa1	Baa1	Baa1	Baa1	Baa1	29-Nov-02
Risco Soberano S & P	-	A-	A-	A-	A-	A-	1-Oct-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	A-	A-	A-	A-	A-	1-Oct-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.6	3.2	-1.0	4.4	2.8	2.4	Oct-02
Consumo (variação anual real %)	6.5	4.3	-0.5	3.4	1.6	3.8	Q3 2002
Investimento (variação anual real %)	10.5	1.9	-18.4	8.5	2.0	-1.2	Q3 2002
Agricultura (variação anual real %)	3.4	2.3	0.0	6.7	6.5	3.8	Q3 2002
Indústria (variação anual real %)	6.6	1.3	-1.0	4.2	2.2	1.2	Q3 2002
Serviços (variação anual real %)	6.6	4.3	-0.3	3.8	3.0	2.0	Q3 2002
Vendas Supermercados (variação anual real %)	8.6	7.1	6.2	7.7	7.8	9.0	Oct-02
Manufatura Ind. (variação anual real %)	4.0	-1.1	-1.3	4.2	0.8	7.1	Oct-02
Vendas Industriais (variação anual real %)	4.5	-1.5	-1.1	2.9	4.1	-0.3	Oct-02
Desemprego (%)	5.3	7.2	8.9	8.3	9.6	0.0	Oct-02
Balança Fiscal (% PIB)	1.8	0.4	-1.4	0.1	-0.3	-	2001

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Inflação (IPC, var. anual em %)	6.0	4.7	2.3	4.5	2.6	3.0	Nov-02
Inflação (IPA, var. anual em %)	1.9	0.3	13.5	7.9	3.1	9.6	Nov-02
Inflação (Core, var. anual em %)	-	6.2	2.1	3.4	3.2	1.8	Nov-02
Taxa de Juros (PDDBC, 90 dias em %)	10.6	13.5	11.1	9.3	6.5	3.1	Oct-02
Base monetária (var. anual da M1A em %)	20.0	-8.3	20.2	2.7	16.9	17.3	Oct-02
Base monetária (var. anual da M2A em %)	22.2	12.1	10.6	8.4	7.7	9.2	Oct-02
Base monetária (var. anual da M7 em %)	21.5	7.5	10.2	9.6	8.4	4.5	Oct-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	438.3	473.8	527.7	572.7	656.2	705.1	29-Nov-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	2.3	-29.8	35.8	-15.2	-24.9	-24.9	29-Nov-02
Bolsa Valores (IGPA rentab. %)	-	-28.4	43.8	-5.8	10.9	-10.8	29-Nov-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	-	-	139	221	184	163	29-Nov-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-3,671	-4,014	-302	-1,073	-1,241	-912	Q3 2002
Conta Corrente (% PIB)	-4.4	-5.1	-0.4	-1.4	-1.9	-1.4	Q3 2002
Conta Capital (US\$ milhões)	6,742	1,966	237	827	1,760	102	Q3 2002
Conta Capital (% PIB)	8.1	2.5	0.3	1.1	2.6	0.2	Q3 2002
Balança Comercial (US\$ milhões)	-1,396	-2,010	2,458	2,154	2,094	2,550	Nov-02
Exportações (US\$ milhões)	17,902	16,353	17,193	19,246	18,505	18,155	Nov-02
Importações (US\$ milhões)	19,298	18,363	14,735	17,091	16,412	15,605	Nov-02
Exportações (var. anual em %)	8.2	-8.7	5.1	11.9	-3.8	-2.8	Nov-02
Importações (var. anual em %)	10.5	-4.8	-19.8	16.0	-4.0	-5.7	Nov-02
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	17,841	15,992	14,710	14,741	14,226	15,178	30-Nov-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	11.1	10.5	12.0	10.4	10.4	11.7	30-Nov-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	26,775	31,691	34,167	36,849	37,790	39,204	30-Sep-02
Dívida Externa (% PIB)	32.2	39.9	46.8	49.2	56.9	57.4	30-Sep-02

COLÔMBIA

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	3.4	0.6	-4.2	2.7	1.4	1.9	Q3 2002
Inflação (IPC, var. anual em %)	17.7	16.7	9.2	8.8	7.6	7.1	Nov-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	1,286.9	1,535.6	1,873.8	2,229.2	2,291.2	2,867.0	Dec-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-5,885	-5,225	510	424	-1,538	-1,316	Q2 2002

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	Baa3	Ba2	Ba2	Ba2	Ba2	Dec-02
Risco Soberano S & P	-	BBB-	BB+	BB	BB	BB	Dec-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	BBB	BBB	BB	BB	BB	Dec-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	3.4	0.6	-4.2	2.7	1.4	1.9	Q3 2002
Consumo (variação anual real %)	5.3	-0.1	-3.2	2.5	1.3	2.2	Q3 2002
Investimento (variação anual real %)	-0.6	-6.3	-38.6	11.8	10.1	10.6	Q3 2002
Agricultura (variação anual real %)	0.7	0.0	0.0	5.0	0.1	1.7	Q3 2002
Indústria (variação anual real %)	1.4	0.7	-7.3	2.4	-0.1	0.9	Q3 2002
Serviços (variação anual real %)	4.9	-0.5	-5.2	2.0	0.9	0.7	Q3 2002
Manufatura (variação anual real %)	2.4	-1.5	-13.5	9.7	1.2	-0.8	May-02
Desemprego (%)	12.4	15.7	18.0	19.5	16.4	15.5	Nov-02
Balança Fiscal (% PIB)	-2.8	-3.6	-5.1	-4.1	-3.4	-	2001

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Inflação (IPC, var. anual em %)	17.7	16.7	9.2	8.8	7.6	7.1	Nov-02
Inflação (PPI, var. anual em %)	17.5	13.5	12.8	11.0	6.9	9.0	Nov-02
Base monetária (var. anual da M1 em %)	21.5	-5.4	22.1	30.1	12.1	21.4	Nov-02
Base monetária (var. anual da M2 em %)	22.5	12.7	10.6	4.6	7.9	10.4	Nov-02
Base monetária (var. anual da M3 em %)	25.4	8.9	6.4	3.8	9.9	8.0	Nov-02
Taxa de Juros (DTF, 90 dias em %)	24.4	36.3	15.8	13.4	11.5	7.7	Dec-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	1,286.9	1,535.6	1,873.8	2,229.2	2,291.2	2,867.0	Dec-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	26.2	-46.8	-19.7	-43.8	-52.3	-	Nov-02
Bolsa Valores (IGBC rentab. %)	62.3	-22.3	-8.4	-26.4	32.8	52.5	Dec-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	-	-	424	756	532	638	Dec-02
Mercado de Títulos ('27 Bond sobre UST)	310	701	500	721	618	598	Dec-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Conta Corrente (US\$ milhões)	-5,885	-5,225	510	424	-1,538	-1,316	Q2 2002
Conta Capital (US\$ milhões)	6,733	3,724	-612	348	2,594	1,565	Q2 2002
Balança Comercial (US\$ milhões)	-3,748	-3,744	917	1,583	-524	-709	Oct-02
Exportações (US\$ milhões)	11,630	10,890	11,575	13,121	12,309	11,870	Oct-02
Importações (US\$ milhões)	15,378	14,634	10,658	11,538	12,834	12,579	Oct-02
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	9,905	8,740	8,102	9,004	10,192	10,652	Oct-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	7.7	7.2	9.1	9.4	9.5	10.2	Oct-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	32,078	33,678	33,403	33,439	36,175	35,802	Q2 2002

MÉXICO

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.8	4.9	3.7	6.6	-0.3	2.5	Sep-02
Inflação (IPC, var. anual em %)	15.7	18.6	12.3	9.0	4.4	5.4	Nov-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	8.08	9.87	9.50	9.65	9.16	10.15	29-Nov-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-7,665	-15,786	-14,000	-18,160	-18,002	-15,663	Q3 2002

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	Ba2	Ba1	Baa3	Baa3	Baa2	29-Nov-02
Risco Soberano S & P	-	BB	BB	BB+	BB+	BBB-	29-Nov-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	BB+	BB+	BB+	BB+	BBB-	29-Nov-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.8	4.9	3.7	6.6	-0.3	2.5	Sep-02
Consumo (variação anual real %)	6.0	5.0	4.2	8.7	1.8	1.7	Q3 2002
Investimento (variação anual real %)	21.0	10.3	7.7	10.0	-4.7	-0.8	Q3 2002
Agricultura (variação anual real %)	0.2	0.8	3.6	0.6	2.5	1.6	Q3 2002
Indústria (variação anual real %)	9.3	6.3	4.2	6.1	-3.5	0.6	Q3 2002
Serviços (variação anual real %)	6.6	4.7	3.6	7.4	1.1	2.6	Q3 2002
Ind. Automobilística (var. anual real %)	13.6	11.3	12.8	12.8	-9.1	1.0	Oct-02
Vendas Varejo (variação anual real %)	8.9	5.5	4.3	10.0	2.7	0.2	Oct-02
Investimento (variação anual real %)	21.0	10.3	7.7	11.4	-5.9	-0.9	Sep-02
Desemprego (%)	2.8	2.6	2.0	1.9	2.5	2.6	Nov-02
Balança Fiscal (% PIB)	-0.7	-1.3	-1.1	-1.1	-0.7	-	2001

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Inflação (IPC, var. anual em %)	15.7	18.6	12.3	9.0	4.4	5.4	Nov-02
Inflação (PPI, var. anual em %)	13.7	19.4	8.7	7.4	2.6	5.6	Nov-02
Inflação (Core, var. anual em %)	15.9	17.7	14.2	7.5	5.1	3.8	Nov-02
Inflação (Básica, var. anual em %)	14.9	19.0	13.1	8.7	3.8	6.1	Nov-02
Taxa de Juros (CETES, 28 dias em %)	19.0	31.2	16.3	17.6	6.8	6.8	28-Nov-02
Base monetária (var. anual da M1 em %)	32.5	19.8	26.3	15.7	21.4	13.1	Oct-02
Base monetária (var. anual da M2 em %)	33.3	26.0	21.8	13.1	16.3	11.7	Oct-02
Base monetária (var. anual da M3 em %)	32.4	25.2	20.9	13.5	16.0	11.7	Oct-02
Base monetária (var. anual da M4 em %)	29.0	24.2	19.4	12.3	15.4	11.2	Oct-02
Taxa de câmbio (Peso/US\$)	8.08	9.87	9.50	9.65	9.16	10.15	29-Nov-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	46.7	-39.2	79.3	-21.5	-2.0	-2.0	29-Nov-02
Bolsa Valores (IPC rentab. %)	55.6	-24.3	80.1	-20.7	12.7	-3.4	29-Nov-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	400	732	360	390	312	311	29-Nov-02
Mercado de Títulos (Par A Bond sobre UST)	449	925	380	376	430	502	29-Nov-02
Petróleo (US\$ por barril)	13.4	7.7	22.1	18.8	14.3	20.2	Nov-02
Petróleo (US\$ por barril - média anual)	16.5	10.1	15.7	24.6	18.7	20.8	Nov-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Conta Corrente (US\$ milhões)	-7,665	-15,786	-14,000	-18,160	-18,002	-15,663	Q3 2002
Conta Corrente (% PIB)	-1.9	-3.7	-2.9	-3.3	-3.1	-2.4	Q3 2002
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	16,639	18,419	13,480	17,194	24,522	23,039	Q3 2002
Balança Comercial (US\$ milhões)	624	-7,914	-5,584	-8,003	-9,729	-8,153	Nov-02
Exportações (US\$ milhões)	110,431	117,459	136,391	166,455	158,547	159,445	Nov-02
Importações (US\$ milhões)	109,808	125,373	141,975	174,458	168,276	167,598	Nov-02
Exportações (var. anual em %)	15.0	6.4	16.1	22.0	-4.8	-0.3	Nov-02
Importações (var. anual em %)	22.7	14.2	13.2	22.9	-3.5	-1.4	Nov-02
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	28,003	30,140	30,733	33,555	40,091	45,239	29-Nov-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	3.1	2.9	2.6	2.3	2.9	3.2	29-Nov-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	139,940	151,878	161,912	157,898	152,319	144,634	31-Mar-02
Dívida Externa (% PIB)	34.9	36.1	33.7	28.5	26.3	-	31-Mar-02

PERU

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.7	-0.4	0.9	3.1	0.2	7.5	Sep-02
Inflação (IPC, var. anual em %)	6.5	6.0	3.7	3.7	-0.1	1.5	Nov-02
Taxa de câmbio (Nuevo Sol/US\$)	2.720	3.149	3.512	3.527	3.446	3.510	29-Nov-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	-3,059	-3,634	-1,919	-1,568	-1,094	-1,005	Q3 2002

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	Ba3	Ba3	Ba3	Ba3	Ba3	29-Nov-02
Risco Soberano S & P	-	NR	BB	BB	BB-	B	29-Nov-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	BB	BB	BB	BB-	BB-	29-Nov-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.7	-0.4	0.9	3.1	0.2	7.5	Sep-02
Consumo (variação anual real %)	4.6	-0.6	1.0	4.0	1.1	4.3	Q3 2002
Investimento (variação anual real %)	15.3	-1.0	-11.5	-5.0	-8.3	3.0	Q3 2002
PIB - Setores Primários (variação anual real %)	5.5	0.0	14.2	5.6	1.9	1.8	Q3 2002
PIB - Setores Não Prim. (variação anual real %)	7.0	-0.5	-1.6	2.6	-0.2	5.9	Q3 2002
Manufatura (var. anual real %)	5.3	-3.2	-0.5	6.7	-1.1	-0.8	Q1 2002
Vendas Varejo (variação anual real %)	7.8	-3.2	-1.9	5.1	0.0	3.1	Q3 2002
Desemprego (%)	7.5	7.6	7.2	6.5	8.9	8.1	Oct-02
Balança Fiscal (% PIB)	0.2	-0.8	-3.1	-3.2	-2.5	-1.9	Q2 2002

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Inflação (IPC, var. anual em %)	6.5	6.0	3.7	3.7	-0.1	1.5	Nov-02
Inflação (IPA, var. anual em %)	5.0	6.5	5.5	3.8	-2.2	1.6	Nov-02
Taxa de juros (CDB, 90d %)	13.9	16.9	16.8	13.5	7.5	4.4	Oct-02
Base monetária (var. anual da MB em %)	19.1	5.5	17.0	-4.0	7.9	18.3	Sep-02
Base monetária (var. anual da M1 em %)	25.6	-2.4	11.6	3.5	12.8	20.2	Sep-02
Taxa de câmbio (Nuevo Sol/US\$)	2.720	3.149	3.512	3.527	3.446	3.510	29-Nov-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	11.5	-39.3	19.6	-28.1	43.7	43.7	29-Nov-02
Bolsa Valores (IGBVL rentab. %)	25.5	-25.5	37.4	-34.2	-2.6	16.7	29-Nov-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	424	619	443	692	523	634	29-Nov-02
Mercado de Títulos (PDI Bond sobre UST)	411	591	446	669	497	674	29-Nov-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Conta Corrente (US\$ milhões)	-3,059	-3,634	-1,919	-1,568	-1,094	-1,005	Q3 2002
Conta Corrente (% PIB)	-5.2	-6.4	-3.7	-2.9	-2.0	-	Q3 2002
Conta Capital (US\$ milhões)	4,876	2,083	1,134	831	1,090	2,104	Q3 2002
Conta Capital (% PIB)	-2.9	-4.3	-1.2	-0.6	-0.2	-	Q3 2002
Balança Comercial (US\$ milhões)	-964	-1,671	-640	-319	-101	278	Sep-02
Exportações (US\$ milhões)	6,753	5,722	6,087	7,026	7,100	7,483	Sep-02
Importações (US\$ milhões)	7,717	7,393	6,727	7,346	7,201	7,205	Sep-02
Exportações (var. anual em %)	14.5	-15.3	6.4	15.4	1.1	4.4	Sep-02
Importações (var. anual em %)	8.0	-4.2	-9.0	9.2	-2.0	-2.7	Sep-02
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	10,169	9,184	8,669	8,180	8,613	9,962	30-Oct-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	15.8	14.9	15.5	13.4	14.4	16.6	30-Oct-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	28,279	29,477	27,966	28,150	27,508	28,037	30-Jun-02
Dívida Externa (% PIB)	48.6	51.7	54.2	52.6	51.1	50.1	30-Jun-02

VENEZUELA

Resumo Indicadores Econômicos, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.4	0.2	-6.1	3.2	2.7	-5.5	Q3 2002
Inflação (IPC, var. anual em %)	37.6	29.9	20.0	13.4	12.3	31.2	Dec-02
Taxa de câmbio (Bolívar/US\$)	504.3	564.5	648.3	699.8	763.0	1,401.3	Dec-02
Saldo Conta Corrente (US\$ milhões)	3,467	-3,253	3,557	13,030	1,761	4,934	Q3 2002

Ratings Externos - Risco Soberano, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Risco Soberano Moody's	-	B2	B2	B2	B3	B3	Dec-02
Risco Soberano S & P	-	B+	B	B	CCC+	CCC+	Dec-02
Risco Soberano Fitch IBCA, Duff & Phelps	-	B+	B+	B	B	B	Dec-02

Índices do Setor Real, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
PIB (variação anual real %)	6.4	0.2	-6.1	3.2	2.7	-5.5	Q3 2002
Consumo (variação anual real %)	5.0	0.1	-3.2	3.9	-	-	2001
Investimento (variação anual real %)	23.9	-2.5	-16.4	1.1	-	-	2001
PIB Petróleo (variação anual real %)	9.4	2.0	-7.4	3.2	-5.0	-1.3	Q3 2002
PIB Não-Petróleo (variação anual real %)	4.2	-0.9	-5.4	3.0	3.1	-5.5	Q3 2002
Manufatura (var. anual real %)	4.4	-5.6	-9.2	3.9	0.1	-5.4	Q3 2002
Desemprego (%)	10.6	11.0	13.5	10.2	11.0	16.2	Aug-02
Balança Fiscal (% PIB)	2.3	-6.6	-2.6	-1.7	-4.0	-	2000

Indicadores Setor Monetário, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Inflação (IPC, var. anual em %)	37.6	29.9	20.0	13.4	12.3	31.2	Dec-02
Inflação (IPA, var. anual em %)	15.8	24.8	13.6	15.8	10.2	52.1	Nov-02
Base monetária (var. anual da M1 em %)	83.5	6.6	23.4	31.5	13.2	8.0	Oct-02
Base monetária (var. anual da M2 em %)	62.5	18.6	19.9	27.8	4.2	6.2	Oct-02
Base monetária (var. anual da M3 em %)	63.0	18.9	20.1	27.7	4.2	5.9	Oct-02
Taxa de Juros (CDB, 90 dias em %)	14.6	38.0	18.9	14.8	14.1	27.6	Nov-02
Taxa de câmbio (Bolívar/US\$)	504.3	564.5	648.3	699.8	763.0	1,401.3	Dec-02

Índices de Mercado, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Bolsa de Valores (rentab. em US\$ %)	26.4	-50.5	-12.4	18.7	-52.3	-16.2	Nov-02
Bolsa Valores (IBC rentab. %)	29.4	-44.7	13.1	26.0	-3.7	22.0	Nov-02
Mercado de Títulos (EMBI sobre UST)	434	1,274	838	956	1,152	1,131	Dec-02
Mercado de Títulos (DCB Bond sobre UST)	399	1,496	839	903	1,337	1,304	Dec-02
Preço Petróleo (US\$ por barril)	16.32	10.57	16.04	25.91	20.18	23.50	Nov-02

Indicadores do Setor Externo, 1997-2002

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Conta Corrente (US\$ milhões)	3,467	-3,253	3,557	13,030	1,761	4,934	Q3 2002
Conta Capital (US\$ milhões)	1,523	1,780	-1,004	-2,961	-2,295	-5,969	Q3 2002
Balança Comercial (US\$ milhões)	10,025	2,471	7,606	17,507	9,335	11,455	Q3 2002
Exportações (US\$ milhões)	23,703	17,576	20,819	32,998	26,726	25,491	Q3 2002
Importações (US\$ milhões)	13,678	15,105	13,213	15,491	17,391	14,036	Q3 2002
Reservas Internacionais (US\$ milhões)	17,377	14,849	15,380	20,445	18,516	14,786	Dec-02
Reservas Internacionais (meses de import.)	15.2	11.8	14.0	15.8	12.8	10.2	Dec-02
Dívida Externa (US\$ milhões)	35,265	37,003	35,900	34,400	34,400	-	1999

ANEXO B - FÓRMULAS DETALHADAS DO MODELO BINOMIAL

BIBLIOGRAFIA

- ADELMAN, J. "Tequila Hangover: Latin America's Debt Crisis". *Studies in Political Economy*. n. 55, p. 5-35, 1998.
- AMRAM, M., KULATILAKA, N., "Strategy and Shareholder Value Creation: The Real Options Frontier". *Journal of Applied Corporate Finance*. v.13, n.2, Summer 2000.
- AMRAM, M., KULATILAKA, N., *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Boston: Harvard Business School Press, 1999.
- ARNOLD, D., QUELCH, J. A., "New Strategies in Emerging Markets", *Sloan Management Review*, v.40, n.1, p. 7-20, 1998.
- ASSAF NETO, A., *Estrutura e Análise Balanços: Um Enfoque Econômico-Financeiro*, 5.ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- ASSAF NETO, A., *Mercado Financeiro*, São Paulo: Atlas, 1999.
- BACHELIER, Louis. "Théorie de la Spéculation". Tese de Ph.D. l'Ecole Normale Supérieure, 1900.;Tradução para o inglês em COOTNER. Paul H. *The random character of stock market prices*. Cambridge, MA: MIT Press, 1964.
- BAER, W. *A Economia Brasileira*; tradução Edite Sciulli. São Paulo: Nobel, 1996.
- BARHAM, J. "Risky Business all Around". *Latin Finance*. n.139, Coral Gables: July 2002. p.20
- BESSADA, O., *O Mercado de Derivativos Financeiros*, Rio de Janeiro: Record, 2000.
- BLACK F., SCHOLES M. S. , "The Pricing of Options and Corporate Liabilities". *Journal of Political Economy*, May-June 1973. p.637-54.
- BLACK F., SCHOLES M. S., "The Valuation of Option Contracts and a Test of Market Efficiency". *Journal of Finance*, May 1972.
- BORISON, A., *Decision Analysis (DA) and Real Option Valuation (ROV)*. PricewaterhouseCoopers, March, 1999.
- CASARES, F., "The power of culture: Achieving high A/R performance in Latin America", *Business Credit*, v.104., n.8, New York: Sep, 2002. p.63-64..
- CONTRERAS, M. "Risk levels down, opportunities up". *Latin Finance*, Latin Banking Guide & Directory, Coral Gables: Aug 2001.
- COPELAND, T.E., ANTIKAROV, V., *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York: Texere, 2001.
- COPELAND, T.E., KEENAN, P.T., "How Much Flexibility is Worth?". *McKinsey Quarterly*, n.2, New York: McKinsey & Company, 1998.
- COPELAND, T.E., KEENAN, P.T., "Making Real Options Real". *McKinsey Quarterly*, n.3, New York: McKinsey & Company, 1998.
- COPELAND, T.E., KOLLER T., MURRIN, J., *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, 2.ed. New York, NY: John Wiley & Sons, 1994.

- COX, J., ROSS, S., RUBINSTEIN, M., "Option pricing: a simplified approach", *Journal of Financial Economics*, 7, October, 1979.
- DAMODARAN, A. "The Promise of Real Options". *Journal of Applied Corporate Finance*. v.13, n.2, Summer 2000.
- DAMODARAN, A. *Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo*; tradução de Bazán Tecnologia e Linguística; supervisão de Eduardo Fortuna. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- DIAS, M.A.G., *Investimento sob Incerteza em Exploração & Produção de Petróleo*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado submetida ao Depto. de Engenharia Industrial da PUC/RJ, 1996.
- DIXIT, A. K., PINDYCK, R. S., *Investment under Uncertainty*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- DORNBUSCH, R., *A Primer on Emerging Market Crises*. Working Paper 8326. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, Junho, 2001.
- EHRBAR, A., *EVA: Valor Econômico Agregado: A Verdadeira Chave para a Criação de Riqueza* - Stern Stewart; tradução de Bazán Tecnologia e Linguística. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- ELTON, E. J., GRUBER, M.J., *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 5.ed., John Wiley & Sons, Inc., 1995.
- FAIZ, S. "Real Options Application: From Successes in Asset Valuation to Challenges for an Enterprise-Wide Approach". *Society of Petroleum Engineers Technical Conference and Exhibition*, Dallas, Texas, Oct, 2000.
- FAMA, E. "Risk-adjusted discount rates and capital budgeting under uncertainty". *Journal of Financial Economics*. v. 5, n. 1:3-24, 1977.
- FESTERVAND, T. A., "U.S. foreign direct investment: Executives' perceptions of competing Latin American nations", *American Business Review*, v.20, n.1, West Haven: Jan 2002. p.15-20.
- FINK, R. "Reality Check for Real Options". *CFO Magazine*. Sep, 2001.
- FREZATTI, F. "Valor da Empresa: Avaliação de Ativos pela Abordagem do Resultado Econômico Residual". *Caderno de Estudos*. v.10, n.19. São Paulo: FIECAFI, 1998.
- GITMAN, L.J., *Princípios de Administração Financeira*. 7.ed. Tradução de Jean Jacques Salim e João Carlos Douat. São Paulo: Harbra, 1997.
- GORDON, M.J., SHAPIRO, E. "Capital Equipment Analysis: *The Required Rate of Profit*", *Management Science*, Vol. 3. Oct/1953, p.102-110.
- GOUVEA, R. HRANAILOVA, J., Brazil and the FTAA: Strategic trade options, *Multinational Business Review*, v.10, n.2, Detroit: Fall 2002, p.33-41.
- GROPPELLI, A.A., NIKBAKHT, E. *Administração Financeira*; tradução André Olímpio Mosselman Du Chenoy Castro. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1999.
- HARVEY, C.R., "Identifying Real Options". *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, MA, 1999.

- HENDRIKSEN, E.S., VAN BREDA, M.F., *Teoria da Contabilidade*; tradução de Antonio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1999.
- HERNANDEZ, J.G.V., "The dilemma of governance in Latin America". *Journal of American Academy of Business*. Cambridge: Hollywood, Sep 2002.
- HUBERMAN, L., *História da Riqueza do Homem*, 21.ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.
- HULL, J. C., *Introduction to Futures & Options Markets*. 2.ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995.
- ITÔ Kiyoshi. *Kiyoshi Itô selected papers*. New York: Springer-Verlag, 1987.
- JORION, P., *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk*; tradução da Bolsa de Mercadorias & Futuros. São Paulo: BM&F, 1998.
- KAPLAN, W. *Cálculo Avançado*; tradução Frederic Tsu, coordenação: Elza F. Gomide. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1972.
- KEENAN, P. *Real Option Thinking - Strategy Under Uncertainty*. McKinsey & Company, Inc., 1999.
- LENARTOWICZ, T. JOHNSON, J.P. "Comparing managerial values in twelve Latin American countries: An exploratory study". *Management International Review*. V.42, n.3, p.279-307. Wiesbaden, 3o. trimestre de 2002.
- LUEHRMAN, T. "Investment Opportunities as Real Options". *Harvard Business Review*. July-August, 1998.
- MAIA, J.M., *Economia Internacional e Comércio Exterior*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MARTINEZ, A.L., *Buscando o Valor Intrínseco de Uma Empresa: Revisão das Metodologias para Avaliação de Negócios*, Anais da Enanpad, 1999.
- MARTINS, E., *Avaliando a empresa (I) e (II)*, Temática Contábil, Bol. 10 e 11, 1998.
- MAUBOUSSIN, M. "Get Real - Using Real Options in Security Analysis". *Frontiers of Finance -Credit Suisse First Boston*. v.10, June, 1999.
- MCGRATH, R.G., MAC MILLAN, I., *The Entrepreneurial Mindset Strategies for Continuously Creating Opportunity in an Age of Uncertainty*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2000.
- MERTON, R. C., "Applications of Option-Pricing Theory: Twenty-Five Years Later". *The American Economic Review*. June 1998.
- MILANO, G. V., "EVA[®] and the 'New Economy'" - Stern & Stewart, *Journal of Applied Corporate Finance*. v.13, n.2, Summer 2000.
- MILLER, M. H., "The History of Finance: An Eyewitness Account". *Journal of Applied Corporate Finance*. v.13, n.2, Summer 2000.
- MINARDI, A.M.A.F., SANVICENTE, A.Z., *Determinação do Custo de Capital do Acionista no Brasil*, Working paper, IBMEC, 1999.
- MINARDI, A.M.A.F., SANVICENTE, A.Z., *Qual é a Taxa de Desconto Adequada para Avaliar as Ações da Telebrás?*, Working paper, IBMEC, 1998.

- MODIGLIANI, F., MILLER, M. H. "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment". *American Economic Review*, XLVII, p.655-69, junho, 1958.
- NATENBERG, S., *Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques*, McGraw-Hill, 1994.
- O'BRIEN, M. "Wanted: Entrepreneurial adventures". *LatinFinance - Euromoney Institutional Investor*, Coral Gables: Sep 2002.
- O'BRIEN, M. "Prudence as a national consensus". *LatinFinance - Euromoney Institutional Investor*, Coral Gables: Sep 2002.
- RAGSDALE, C.T., *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science*. Cambridge, MA: Course Technology Inc., 1995.
- RAMIREZ, M.D., " Foreign direct investment in Mexico during the 1990s: An empirical assessment", *Eastern Economic Journal*, v.28, n.13, Bloomsburg: Summer 2002, p.409-423.
- RAPPAPORT, A., *Creating Shareholder Value: The New Standard for Business Performance*. New York: The Free Press, 1996.
- ROSS, S.A., WESTERFIELD, R.W., JAFFE, J.F., *Administração Financeira*; tradução Antonio Zorato Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1995.
- ROSS, S.A., WESTERFIELD, R.W., JORDAN, B.D., *Princípios de Administração Financeira*; tradução Antonio Zorato Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1998.
- SAMUELSON, Paul A. "Rational Theory of Warrant Pricing". *Industrial Management Review*, Spring 1965.
- SANDRONI, P., *Dicionário de Economia*. 5.ed. São Paulo: Editora Best Seller, 1989.
- SANVICENTE, A.Z., *Administração Financeira*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1977.
- SANVICENTE, A.Z., *Avaliação de opções de compra de ações em condições de incerteza sobre a taxa de juros de mercado aberto*. Tese (Livre Docência). 77p. FEA/USP. São Paulo, 1983.
- SILVA NETO, L. A., *Opções: Do Tradicional ao Exótico*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- SILVA, L.M., *Mercado de Opções: Conceitos e Estratégias*, 2.ed. Rio de Janeiro: HALIP, 1999.
- SMITH, J., *Much Ado About Options?*, Duke University, July, 1999.
- STEWART, G., *The Quest for Value*. New York: Harper Business, 1991.
- TRIAANTIS, A., "Real Options and Corporate Risk Management". *Journal of Applied Corporate Finance*. v.13, n.2, Summer 2000.
- TRIAANTIS, A., BORISON, A., "Real Options: State of the Practice". *Price WaterhouseCoopers*, 2000.
- TRIGEORGIS, L., "The Nature of Option Interactions and the Valuation of Investments with Multiple Real Options". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v.26, n. 3, 1993.

TRIGEORGIS, L., *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.

VAN HORNE, J., *Financial Management and Policy*. 11.ed., Prentice Hall (NJ), 1997.

VANDERVEEN, J.D., MARTENS, C.M., "Know who you're doing business with", *World Trade*, v.15. n.7. Troy: July, 2002. p. 40-42.

VARGA, G., *Aplicação do Modelo Black-Scholes ao Mercado Brasileiro de Opções de Compra, Utilizando-se Metodologias Diferenciadas para o Cálculo da Volatilidade*. São Paulo: Dissertação de Mestrado submetida à EPGE/FGV, 1990.