

JOSÉ CARLOS GOMES FERREIRA

**ABORDAGEM SOBRE O USO DAS
OPÇÕES REAIS
NA ANÁLISE DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Emilio Araújo Menezes, Dr.

Florianópolis

2003

Ficha catalográfica

FERREIRA, José Carlos Gomes. Abordagem sobre o uso das Opções Reais na análise de projetos de investimentos. Florianópolis: UFSC, 2003. 168 p. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Palavras-Chaves: Opções Reais. Investimento. Flexibilidade Gerencial.

JOSÉ CARLOS GOMES FERREIRA

**ABORDAGEM SOBRE O USO DAS
OPÇÕES REAIS
NA ANÁLISE DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS**

Dissertação julgada adequada para a obtenção do título de “Mestre” em Engenharia de Produção, na área de concentração Gestão de Negócios com ênfase em Controle de Gestão, aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Florianópolis, 12 de dezembro de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof. Emilio Araújo Menezes, Dr.
Orientador

Prof^a. Rosilene Marcon, Dra.
UNIVALI /SC – Universidade do Vale do Itajaí

Prof^a. Anete Alberton, Dra.
UNIVALI /SC – Universidade do Vale do Itajaí

Dedico, sensibilizado, esse trabalho a Todos os meus Ex-Professores: do Ensino Fundamental (ex-Primário e ex-Ginásial); do Ensino Médio (ex-Científico); do Curso de Graduação em Economia; do Curso de Pós Graduação em Administração; do Mestrado em Engenharia de Produção. Os conhecimentos emanados por Eles permitiram-me a conclusão de mais uma etapa.

Agradecimentos

Meus mais efusivos agradecimentos:

- ❑ Ao Professor Emilio Araújo Menezes, pela dedicação, pela orientação segura, pelo embasamento técnico e pelo incitamento entusiástico;
- ❑ Ao Professor Francisco de Resende Baima, pelos ensinamentos ministrados;
- ❑ Ao Prof. Antonio Diomário de Queiroz pela Coordenação segura do Mestrado;
- ❑ A todos os Professores do Mestrado pelos ensinamentos e pelos exemplos de dedicação;
- ❑ A toda a Equipe do Oriente, brilhantemente, liderada pela Professora Édis Maфра Lapolli;
- ❑ Às Autoras de “Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação” – Edna Lúcia da Silva e Estera Muszkat Menezes – obra de constantes consultas;
- ❑ Ao Prof. Eurico Manuel Ferreira Pereira Lopes, autor do livro “Opções reais – a nova análise de investimentos, por ter enviado de Portugal esta preciosa obra editada pelas Edições Sílabo.
- ❑ A Deus pela inspiração e por me permitir tentar fazer algo útil para aos meus semelhantes.

A todas as pessoas que me permitiram e me deram condições de chegar até aqui. Nomeá-las seria uma tarefa difícil, tal a extensão.

Ao olhar para trás ainda consigo ver o terreno molhado pelo suor derramado nas inúmeras tentativas que empreendi para acertar.

Todo o esforço ainda me permite ânimo para prosseguir na vereda da vida, disseminando o bem e cultuando os valores mais nobres.

José Carlos Gomes Ferreira (17/03/2002).

FERREIRA, José Carlos Gomes. Abordagem sobre o uso das opções reais na análise de projetos de investimentos. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis.

A abordagem teórica realizada neste trabalho tem por finalidade evidenciar que os métodos tradicionais de análise de investimentos, baseados em fluxo de caixa descontado e valor presente líquido, não garantem os liames que devem unir estratégia e finanças para que os projetos não venham a ser subestimados. A teoria das Opções Reais é apresentada como a técnica capaz de atingir a pretendida união e gerar flexibilidade em cenários de incerteza. As aplicações da teoria foram colhidas em autores que detêm conhecimentos adquiridos na vivência profissional constante, em empresas de elevado porte, e que dispõem de equipes altamente credenciadas. Espelhando-se neles e na difusão da idéia nos meios acadêmicos será possível pretender que no Brasil a teoria das opções reais venha a substituir os métodos tradicionais de análise de projetos. Sendo assim, este trabalho aborda teoricamente questões de tomada de decisão no momento de investir, considerando fatores de influência tais como: risco, retorno, métodos e técnicas de análise, inovação no processo de análise e vantagens de se utilizar uma ferramenta mais sofisticada como o caso da Teoria da Análise de Opções Reais.

Palavras-chave: Opções Reais – Investimento – Flexibilidade Gerencial

ABSTRACT

FERREIRA, José Carlos Gomes. Abordagem sobre o uso das opções reais na análise de projetos de investimentos. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis.

The theory approach used on this research aim to show that the investments analysis traditional methods, based on discounted cash flow and net present value don't guarantee the union between which strategies and finances in order to not underestimate the projects. The Real Option Theory is presented as a tecnic able to reach the intended union and generate flexibility in an unsure setting. The theory applications were gathered from authors whom have gained their knowledge from professional experience in great size interprises that have highly experienced teams. Based on those authours and on the literature avaiable it will be possible to imagine that in Brazil the Real Option Theory will replace the traditional methods of project analysis. Therefore, this research discuss in a theoretical level the issues on investiments decision making, considering influence factors such as: risk, return on investiments, analysis methods and tecnics, inovation on analysis process and advantages on using a more sofisticated tool as the Real Option Analysis Theory.

Key words: Real Options – Investment – Management Flexibility

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Formulação do Problema	22
1.2	Objetivo Geral	23
1.2.1	Objetivos Especificos	23
1.3	Justificativa	24
1.4	Hipótese	26
1.5	Estrutura do Trabalho	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	Analisando o processo de investimento	28
2.2	Entendendo o Processo Decisório de Investimento	35
2.2.1	Da criação de valor	36
2.3	Risco e Incerteza	39
2.3.1	Diferença entre risco e incerteza	43
2.3.2	Mensuração do Risco	44
2.3.3	Risco Isolado	45
2.3.4	Risco de uma Carteira	47
2.3.5	Redução da margem de risco	48
2.3.6	Coefficiente Beta	49
3	INOVAÇÕES NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO	51
3.1	Avaliação por direitos contingentes	54
3.2	Uma nova tendência de análise	55
3.3	Opções	57
3.4	Volatilidade	58
3.5	Precificação das Opções	59
3.5.1	O Modelo CAPM	60
3.5.1.1	Estimativa do coeficiente beta	61
3.5.2	Modelo Black e Sholes	63
3.5.3	Modelo Binomial	65
3.5.4	Simulação Montecarlo	69
3.5.4.1	Processo de Markov	71
3.5.4.2	Processo de Wiener	71
4	PANORAMA GERAL DA ANÁLISE DE OPÇÕES REAIS	72
4.1	Aspectos Históricos	72
4.2	Analogia entre opções reais e opções financeiras	73
4.2.1	Similaridades com mercado de opções em termos de análise	77
4.3	Razões que justificam a utilização da análise de opções reais	80
4.4	Aspectos de aplicações praticas da Análise de Opções Reais	87

4.5	Taxionomia das Opções Reais	91
4.6	Alguns exemplos de aplicação prática	95
4.6.1	Opção de Abandono	95
4.6.2	Opção de diferimento	99
4.6.3	Opção de troca	101
4.6.4	Opção de Saída (<i>Exit option</i>)	106
4.6.5	Opção de Expansão	110
4.7	Avaliação realizada por Santos (2001, p. 115)	111
4.7.1	Descrição do produto	111
4.7.2	Dados obtidos através da análise tradicional	111
4.7.3	Avaliação do projeto através da teoria das opções reais	113
4.7.4	Aplicando a teoria das opções reais	114
4.7.4.1	O valor presente líquido tradicional da opção de compra	115
4.7.4.2	O valor presente líquido tradicional da opção de venda	115
4.7.4.3	O valor do projeto obtido pela árvore de decisão	116
4.7.5	Cálculo da Time-to-Build	118
4.7.6	Cálculo da opção de comercialização	121
4.7.7	Venda do direito de comercialização para terceiros	123
4.7.8	Valor total do projeto	125
4.7.9	Venda dos direitos de comercialização para terceiros	126
4.7.10	Valores obtidos pelo modelo da Kallberg e Laurin	128
5	ESTUDO DE CASO	129
5.1	Introdução	129
5.2	A oportunidade do negócio	130
5.3	A empresa	130
5.4	O mercado	130
5.5	Recursos tecnológicos	133
5.6	Avaliação da oportunidade de investimento	133
5.6.1	Cenários	134
5.6.2	Análise pelos métodos tradicionais	134
5.6.3	Definição das variáveis	135
5.6.4	A abordagem tradicional	135
5.6.5	Opção de diferimento	136
5.6.6	Planilhas	139
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO A OUTROS ESTUDOS	142
	ANEXO A	145
	ANEXO B	153
	REFERÊNCIAS	163

Lista de Figuras

Figura 1 – Estrutura de um projeto de investimento	30
Figura 2 – Formação de Carteira de investimento	38
Figura 3 – Árvore de três períodos de uma opção de compra	66
Figura 4 – Árvore de uma opção de compra	67
Figura 5 – Quando a flexibilidade gerencial tem valor	77
Figura 6 – Fluxograma de aplicação da AOR	90
Figura 7 – Opção de Abandono	108
Figura 8 – Esquema do produto XPTO	111
Figura 9 – Fluxo de Caixa obtido pela análise tradicional e distribuição beta	113
Figura 10 – Estrutura Básica do Modelo	115
Figura 11 – Árvore de Decisão do Projeto de P&D	116
Figura 12 – Modelo de precificação de opção binomial para um período	118
Figura 13 – Árvore Binomial do Projeto de P&D	118
Figura 14 – Árvore Binomial do Projeto XPTO	120
Figura 15 – Fórmulas de Black e Scholes para opção de compra e de venda	122
Figura 16 – Analogia de P&D com opções financeiras – opção de venda	124
Figura 17 – Fórmulas de Black e Scholes para opção de compra e de venda	124
Figura 18 – Árvore de decisão – Atender.com	134
Figura 19 – Árvore de decisão do projeto e projeto gêmeo	136
Figura 20 – Estrutura da opção de diferimento do projeto	137

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Retorno dos ativos A e B	46
Gráfico 2 – Combinação das ações W e M	49
Gráfico 3 – Volatilidade das ações A e L	50
Gráfico 4 – Perfil do internauta no Brasil – Mar 2003	132
Gráfico 5 – Classes sociais – Dez de 2000	132
Gráfico 6 – Idade dos Usuários domésticos – Brasil – Set 2000	132
Gráfico 7 – Perfil do VPL	155
Gráfico 8 – Perfil da TIR	157
Gráfico 9 – Payback Descontado	159
Gráfico 10 – Payback Descontado	160

Abreviaturas

AOR	Análise de Opções Reais
APM	Arbitrage Pricing model (Modelo de precificação por arbitragem)
B&S	Modelo Black & Sholes
CAPM	Capital Asset Pricing Model (Modelo de precificação de ativos de capital)
DCF	Discounted Cash Flows
FCD	Fluxo de caixa descontado
DTA	Decision Tree Analysis
AAD	Análise da Árvore de Decisão
VP	Valor Presente do Custo do Investimento do Projeto
NPV	Net Present Value (valor presente líquido)
ROA	Real Options Analysis (Análise de opções reais)
TIR	Taxa Interna de Retorno
TOR	Teoria Opções Reais
VLA	Valor Atual Líquido
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	Weighted Average Cost of Capital

Lista de Quadros

Quadro 1 – Componentes do risco	43
Quadro 2 – Comparação: opção de uma ação e uma real sobre um projeto	75
Quadro 3 – Seis variáveis que determinam a análise do valor das opções reais	76
Quadro 4 – Classificação das opções	80
Quadro 5 – Analogia entre opções financeiras e opção de P&D (Compra)	122
Quadro 6 – Quantidade de pessoas conectadas a web no Brasil	131

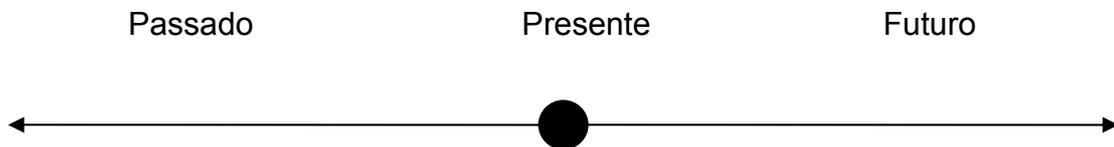
Lista de Tabelas

Tabela 1 – Retornos dos ativos A e B	45
Tabela 2 – Retorno das ações W e M	48
Tabela 3 – Volatilidade das ações H, A e L	50
Tabela 4 – Custo Afundado e Investimentos para Produção	112
Tabela 5 – Resultados da Análise Tradicional do Projeto de P&D do XPTO	112
Tabela 6 – Resultados da AAD do XPTO	112
Tabela 7 – Fluxo de caixa para o cenário mais provável de vendas	114
Tabela 8 – Dados do Projeto Real – Opção de compra	115
Tabela 9 – Dados do Projeto Real – Opção de venda	116
Tabela 10 – Equivalente certo do fluxo de caixa do projeto de P&D	119
Tabela 11 – Exercício de aplicação	150
Tabela 12 – Investimento no Projeto (X)	153
Tabela 13 – Exemplo - Perfil do VPL	154
Tabela 14 – Estimativa de Investimento	156
Tabela 15 – Variação da TIR	157
Tabela 16 – Exemplo de Payback Simples	158
Tabela 17 – Exemplo de Payback Descontado	159
Tabela 18 – Exemplo de I. L.	160
Tabela 19 – Exemplo de V. A. E.	161

1 INTRODUÇÃO

Perscrutar o futuro querendo antever ações fundamentadas em experiências passadas e ocorrências do presente, que deverão ser empreendidas num mundo de acirrada concorrência, onde predominam incertezas: quanto à aceitação de produtos pelos consumidores; quanto aos movimentos que serão encetados pelos fornecedores; quanto aos entrantes e falsificadores que poderão penetrar no mercado explorando nichos que não foram previstos; quanto às políticas governamentais que se modificam a todo instante; quanto aos efeitos nocivos advindos do fenômeno da globalização; impele os dirigentes a uma procura incessante por novas técnicas de produção e administração que possam direcioná-los ao sucesso.

Securato (1993, p. 16) conta que se empolgou com o desenho abaixo que o Professor Ruy Aguiar de Souza Lemos apresentou em uma de suas aulas. No desenho simbolizou com um ponto o instante presente, o passado como sendo a semi-reta da esquerda e o futuro como sendo a semi-reta da direita.



O autor, baseado no desenho estabeleceu a seguinte analogia. Na reta do tempo “o **presente** é um ponto, um instante de tempo que, **quando nele pensamos, já terá passado**”.

A partir deste ponto que não conseguimos fixar “as nossas vidas, as de nossas famílias e as das organizações estão sempre voltadas para o futuro... é para o futuro que caminhamos”.

Prossegue o autor em sua analogia “o **presente**, um instante de tempo, pode ser entendido com o **instante da tomada de decisão**”. Finaliza de forma magistral:

Do ponto de vista de um administrador, uma de suas funções mais importantes é exatamente a de decidir. Esta decisão que ocorre no presente não é um ato isolado, repentino, “ela é tanto um fim, quanto o início de uma ação”, fim do passado e início do futuro.

Um imenso caudal de informações resultante de um mundo cada vez mais globalizado circula numa velocidade extraordinária provocando mudanças repentinas e inesperadas, exigindo do dirigente flexibilidade nas tomadas de decisão.

Lemos e Cunha (2003, p.1) corroboram ao afirmar:

Observa-se que no mundo atual as empresas precisam estar muito atentas, diga-se até vigilantes, para identificar novos caminhos/opportunidades, em ambientes onde a quebra de paradigmas é apenas mais um componente das incertezas deste ambiente. No momento que a empresa busca a quebra de paradigmas e tenta conhecer o ambiente onde está inserida, aumentam suas chances de obter um diferencial em relação às concorrentes, ou seja, está mais propícia a alcançar uma assimetria no mercado. A identificação de novos paradigmas e a busca de assimetria, podem estabelecer a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma organização. A identificação de outras oportunidades, como àquelas relacionadas às questões ambientais, pode ser feita através da informação.

No contexto de uma análise de investimentos subestimar o valor de um projeto com base no fluxo de caixa descontado resulta apreciação não precisa num cenário altamente mutável. Para acompanhar estas mudanças urge que o dirigente tenha ferramentas de análise que permitam mudanças capazes de manter a empresa em sintonia com o mercado.

Esta é a proposta da Análise de Opções Reais, uma metodologia aplicável a projetos de investimento em ativos reais baseada no mercado de futuros onde as opções que surgem podem garantir o sucesso do investimento.

Copeland (2002, p. 132), admite que o fascínio por essa nova ferramenta gerencial reside no fato de as empresas, em seus projetos de financiamento, considerarem a possibilidade de ampliá-los, reduzi-los, abandoná-los ou atrasá-los, para se precaverem de possíveis eventualidades.

Uma das principais razões que contribuem diretamente para que as empresas adotem esta metodologia, é o ambiente de incerteza que assola o mundo das finanças corporativas e principalmente, a análise do que apregoa Minardi (2000, p. 3)

A teoria de opções, quando aplicada a projetos de investimento, integra estratégia e finanças, pois considera, analiticamente, as flexibilidades gerenciais e as opções de crescimento, que são o cerne da estratégia empresarial. (...) as técnicas quantitativas de avaliação de projetos, sendo a principal delas o fluxo de caixa descontado ou o método do valor presente líquido, nem sempre conduzem à melhor solução estratégica.

Ao observar a economia mundial, percebe-se que a instabilidade é um traço marcante no século XXI, o que denota a importância da gestão estratégica que centra a importância de suas atividades nas tomadas de decisão.

Esse fato faz com que os investimentos devam ser cada vez mais seguros, e conseqüentemente analisados à luz de ferramentas cada vez mais eficientes.

A Análise de Opções Reais – (AOR) – é um tema que exige um estudo sistemático que permita conhecer intrínseca e extrinsecamente o assunto, permitindo a formulação de concepções diante do universo explicativo e conceitual que envolve esta nova ferramenta.

Não basta afirmar que a AOR é a mais eficiente ferramenta de análise de projetos de investimentos da atualidade. É preciso saber onde, quando e como esta ferramenta funciona, até porque sua forma devidamente instituída como válida não é nacional. É fundamental traçar um perfil da aplicabilidade deste instrumento, tarefa que no âmbito acadêmico tem melhor possibilidade de ser desempenhada.

A Teoria de Análise de Opções Reais tem como espinha dorsal a descoberta de que uma analogia entre o mercado de futuros e o mercado financeiro era viável e eficaz, vez que as análises realizadas nesse primeiro tendem a ser extremamente cautelosas com relação ao grau de mutabilidade do panorama em que operam.

A partir do momento em que um investimento pode ser analisado como uma opção e não apenas como uma obrigação, os parâmetros analíticos se alargam permitindo que haja uma valoração (precificação) para cada etapa do processo decisório não mais regido por imposições e sim por conjecturas.

Nasceram modelos matemáticos especificamente desenvolvidos para atender a nova tendência que despontava como uma solução ideal, principalmente a questões da instabilidade das variáveis envolvidas num investimento, que podiam então ser apuradas por modelos binomiais. Nomes como Markowitz, Breweiner, Black, Sholes,

foram amplamente cogitados como precursores do movimento que na realidade só fez dar forma a uma maneira de investir existente desde os tempos aristotélicos, quando Tales baseando-se em uma previsão dedicou-se a aquisição do direito de uso de prensas de oliva, antes da data da colheita, o que lhe proporcionou fortuna.

A Teoria da Análise de Opções Reais foi ganhando adeptos por todo o mundo e as tecnologias envolvidas na questão foram se aperfeiçoando. Com o surgimento dos microcomputadores, os cálculos realizados na elaboração e execução dos modelos matemáticos ganharam complexidade e agilidade, prova disso é a Simulação Montecarlo, um método que pode ser utilizado para precificação de opções baseado em simulações realizadas com o uso de planilhas eletrônicas.

É importante frisar que apesar de possuir uma estrutura complexa de cálculos a Análise de Opções Reais nada mais faz do que analisar um investimento em ativo real como se fosse uma opção financeira, o que permite ao investidor valorar as diversas opções que possui em todo e qualquer investimento: parar o projeto, abandoná-lo, ou vender o ativo subjacente. Essas opções sempre existiram e agora podem ser valoradas permitindo uma visão mais ampla, assegurando ao investidor a flexibilidade em suas decisões.

A importância de ser flexível nas tomadas de decisão relativas a investimento se mostra evidente a partir do momento em que o mundo corporativo mudou, ou seja, se antigamente os bens tangíveis de uma empresa tais como ativos reais e patrimônio líquido eram o centro das atenções, especialmente no século XXI esta realidade é bem diferente. Atualmente, valores como qualidade dos recursos humanos, capital intelectual, imagem da empresa, desempenho social são essenciais na precisa avaliação de uma empresa.

Não bastasse esta abstração dos valores que antigamente eram relativamente simples de serem gerados ou aumentados, acrescenta-se a isto a questão da mudança repentina de cenários provocada pela velocidade na troca de informações. Um projeto que esteja sendo elaborado neste momento corre o risco de não ser levado a cabo por conta de uma lei que será colocada em vigor amanhã ou depois. Do mesmo modo um projeto que esteja sendo elaborado com uma determinada taxa de juros ou variação cambial pode ser bruscamente inviabilizado por mudanças

expressivas e inesperadas, fruto da facilidade de se trocar informações existentes hoje no mundo.

Sendo assim, para que o investidor esteja “seguro” com relação ao seu investimento, é fundamental que busque se precaver de todas as formas possíveis contra as eventualidades provenientes do mercado financeiro, que são muito mais velozes nos tempos atuais.

O mercado de futuros, como o próprio nome já diz requer do analista mais do que um simples conhecimento em análise de projetos de investimentos, requer que tenha quase que uma intuição com relação aos eventos econômicos que irão influenciar no preço das ações. Não se trata de um método divinatório e sim da aplicação de índices e modelos que permitam uma simulação acertada envolvendo as possibilidades de compra e venda.

Não é difícil compreender porque a Análise de Opções Reais foi buscar no mercado de futuros a analogia que fundamenta sua estrutura. Segundo Bessada (2000, p. 41):

Em qualquer negócio ou investimento, os agentes econômicos alocam recursos no presente com base em ganhos esperados para o futuro. Contudo, na vida real as expectativas não são certas, pois existem riscos de preços ou de retorno, os quais são diretamente dependentes da variação de preços de determinado mercado físico.

A afirmação de Bessada ilustra bem os reflexos da presença do risco como fator de influência na análise de investimentos, quer seja em ativos reais ou em ativos financeiros.

Existem muitos métodos capazes de avaliar um projeto de investimento, no entanto, a maioria dos modelos utilizados até então, baseiam-se no fluxo de caixa descontado, indicando basicamente se o projeto é ou não viável. Segundo Copeland (2001, p.6), o mais utilizado desses métodos o VPL – Valor Presente Líquido, subestima sistematicamente o projeto.

Para Brasil (2002, p. 129), existem algumas limitações com relação aos métodos de fluxo de caixa descontado que podem ser trabalhadas por um modelo complementar, no entanto, não excludente. O autor justifica sua posição informando

que em geral os projetos possuem oportunidades embutidas, que se avaliadas pelos métodos tradicionais podem ser subavaliadas.

Com esses argumentos empreende-se pesquisa através desta dissertação a fim de apurar em sentido teórico que as aplicações práticas da Teoria da Análise de Opções Reais são mais completas e eficientes do que os métodos tradicionais já conhecidos e **devidamente disseminados, em termos de análise de projetos de investimento.**

1.1 Formulação do Problema

Na busca por um método ideal de análise de investimentos, surgem ferramentas de análise que possuem características distintas, porém a maioria delas pode ser utilizada em quase todos os tipos de projeto, indicando a viabilidade ou a inviabilidade do mesmo. As tradicionais ferramentas de análise de projetos de investimentos não definem procedimentos e nem ações ligadas à gestão do investimento, somente definem um valor com base nos dados e informações ali inseridas, deixando a cargo do investidor a tomada de decisão que inevitavelmente deverá suceder a indicação técnica, numérica e analítica então definida.

Seriam essas ferramentas eficazes no auxílio do processo decisório que tenha como objetivo realizar o investimento?

Se os conhecidos modelos tradicionais adotam uma metodologia de escolha excludente, não é evidente a probabilidade de erros, condenando um projeto que pode vir a salvar uma empresa, ou provocar seu desenvolvimento? O Valor Presente Líquido – VPL, a Taxa Interna de Retorno – TIR, o Período de Recuperação de Capital – (*payback*), o Índice de Lucratividade – IL, o Valor Anual Equivalente – VAE e muitas outras ferramentas de análise de investimentos consistem em modelos matemáticos relativamente precisos, no entanto, estes modelos apenas indicam e não orientam. Sendo assim, tais metodologias auxiliam no processo decisório somente até certo ponto, quando indicam a probabilidade (comprovada pela margem de erro) de um projeto de investimento ser economicamente desaconselhável. Saber que o VPL é menor que zero, que a taxa mínima de atratividade é menor que a taxa interna de retorno, que o tempo para retorno do capital investido é inadequado, que a relação entre o VPL e o módulo do valor presente dos desembolsos é uma relação

incompatível, e assim por diante, somente exclui a realização do projeto, no entanto, conforme afirmado anteriormente, caso haja algum erro no processo de análise, o projeto será abandonado por não satisfazer as especificações técnicas ditadas pelos métodos tradicionais, o que pode prejudicar ao invés de auxiliar.

Diante da relativa fragilidade no grau de confiabilidade dos métodos tradicionais de análise de investimentos, considerando ainda a ausência de orientação em casos de exclusão, surge uma pergunta:

Quais as vantagens de se aplicar a Teoria da Análise de Opções Reais na análise de projeto de investimento.

Tomando por base o conhecimento prévio da Teoria de Análise de Opções Reais, uma ferramenta que favorece a flexibilidade do projeto num cenário de incertezas, valorando as opções mediante possíveis acontecimentos, é importante investigar as características deste método, sua mecânica de aplicação, grau de eficácia, viabilidade, limites, estabelecendo para tanto um estudo sistemático que ofereça um comparativo entre os métodos tradicionais e a Análise de Opções Reais, levando em conta o perfil contemporâneo da mencionada ferramenta.

1. 2 Objetivo Geral

Identificar, após o confronto dos Métodos Tradicionais de Análise de Investimentos com a Análise de Opções Reais, a ferramenta mais indicada para gerar flexibilidade nos projetos de investimentos.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Produzir uma revisão bibliográfica e webbibliográfica sobre investimento, com foco nos métodos tradicionais de análise, enfatizando o que se tem escrito sobre a utilização das Opções Reais.
- Selecionar e apresentar aplicações práticas recentes do uso das Opções Reais desenvolvidas no Brasil.
- Propor um roteiro que forneça os subsídios teóricos necessários à aplicação da Teoria de Opções Reais na análise de projetos de investimento.

- Ilustrar a utilização da AOR tomando por base estudos já realizados.

Elaborar um estudo de caso contendo um plano de negócio de uma empresa que deseja efetuar vendas utilizando a Internet, aplicando os conhecimentos da Análise de Opções Reais supondo a ampliação dos negócios desta empresa.

1.3 Justificativa

A presente abordagem justifica-se no fato de que indicar através de estudo sistemático, qual a ferramenta é capaz de não subestimar o projeto e valorar as ações de flexibilidade é uma importante contribuição teórica para análise de investimentos.

Segundo DEZEN (2001, p. 3) a Análise das Opções Reais (AOR), é recomendada por vários autores como sendo a ferramenta ideal no processo decisório de análise de projetos de investimento por apresentar um modelo que oferece vantagens tais como:

Engloba as incertezas quanto ao valor do projeto;

Deixa transparecer a flexibilidade e o gerenciamento do Ativo;

Aproxima-se da realidade empresarial em que o projeto se insere;

Os resultados produzidos incorporam o valor da flexibilidade de cada alternativa de investimento, permitindo a comparação dos projetos de maneira direta.

Na indústria do petróleo, por exemplo, o autor aponta outras características que fazem com que a AOR seja usada:

Durante a análise do montante a ser pago pelo bloco de exploração, isto porque as ferramentas de análise econômica comumente utilizadas (como o FCD) não produzem os resultados adequados (PADOCK et al, 1988, apud DEZEN, 2001, p. 3).

No processo de valoração de blocos de exploração, em virtude da sinergia com técnicas de aplicação em outros processos de investimento de capital e tomada de decisão, garantido homogeneidade do processo de tomada de decisão da companhia.

Para produzir resultados numéricos diretos, que incluem no valor total do projeto o valor da flexibilidade gerencial, facilitando a comparação entre diferentes projetos com um único resultado numérico representativo do valor total do projeto.

Na interpretação do valor de cada decisão explicitando nos projetos os pontos de decisão gerencial, a flexibilidade que possuem e as implicações, aumentando o entendimento por parte da empresa dos valores que cada decisão possui.

Na maximização do valor da Companhia, proporcionando o máximo retorno durante as fases de implementação e execução do projeto, da exploração até o abandono do campo de petróleo, permitindo o gerenciamento do ativo.

KENSINGER (1987), apud FÉLIX (2001), afirma que na decisão de investimentos os projetos não devem ser considerados caixas negras que contêm fluxos financeiros sem qualquer envolvimento humano. A flexibilidade pode resultar de novas informações relevantes que alteram os cenários imaginados. Os gestores exercem um papel ativo orientando a execução dos projetos ao longo da sua vida útil.

Este novo método integra a modernização das finanças e, também privilegia investimentos em cenários de incertezas, pois, o ambiente econômico no qual a maioria das companhias estão operando atualmente é muito mais volátil e imprevisível do que a tempos passados. Em parte, motivado pela abertura de mercado, pelo aumento da flutuação das taxas de câmbio, e pela prática de novas tecnologias. Com isso, os investimentos passaram a ser analisados de maneira a compor a estratégia competitiva das empresas. GIOVANI (2003, p.14)

As Opções Reais surgem em oposição às Opções Financeiras criadas artificialmente pelos respectivos atuantes nas negociações de títulos. (KENSINGER, 1997, apud FÉLIX, 2001). Uma empresa que detenha opções que lhe permitam interromper a exploração para posteriormente a relançar ou simplesmente abandonar, não só se torna mais flexível como aumenta o seu valor relativamente à situação alternativa de ausência dessas opções. (SOARES, 1995 apud FÉLIX, 2001).

Segundo Lopes (2001, p. 22) a nova abordagem à análise de investimentos através da teoria das opções reais dá ao administrador a oportunidade de quantificar aspectos do valor adicional da viabilidade econômica de um projeto que foram

omitidos numa análise tradicional. O valor adicional, ou seja, a flexibilidade operacional resulta da possibilidade de rever decisões em virtude das alterações ocorridas no mercado.

1.4 Hipótese

A hipótese desta dissertação está fundamentada no fato de ser a Análise de Opções Reais a ferramenta ideal para análise de projetos de investimentos, considerando sua metodologia precisa e sua capacidade de flexibilização no processo decisório, através da oferta de opções devidamente valoradas, o que permite um melhor desempenho dos investidores quando atuando em cenários de grande incerteza.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação tem como objetivo principal indicar qual a ferramenta utilizada na análise de projetos de investimentos que oferece maior redução de risco, não subestimando o projeto e ainda valorando as opções de flexibilidade geradas pelos cenários onde predomina a incerteza.

Para alcançar este objetivo é necessário o desenvolvimento de um estudo que envolva além dos aspectos conceituais e práticos de um investimento, uma análise do que se encontra a disposição em termos de ferramentas de análise de investimentos. Deve-se entender que o termo investimento abriga um ponto importante passível de ser explorado cientificamente, ou seja, o projeto que na verdade representa o próprio investimento.

Há na literatura específicas afirmações de que os métodos tradicionais de análise de investimento tornaram-se obsoletos por conta das mudanças globais envolvendo principalmente o avanço tecnológico e por essa razão propõe-se o desenvolvimento de um estudo organizado em capítulos da seguinte maneira:

No primeiro, são consideradas questões introdutórias destinadas a contextualização e problematização do tema a fim de possibilitar o desenvolvimento das linhas gerais e específicas de pesquisa.

O segundo e terceiro capítulos apresentam uma Revisão Teórica visando inserir o problema num quadro de referências, fundamentando as proposições que objetivaram esta dissertação na forma como está sendo proposta. Mais especificamente, o segundo capítulo destina-se a investigar o processo decisório de investimento, o projeto em si, os conceitos de risco e retorno, sua mensuração, a analogia existente entre a análise de opções financeiras e opções reais, expondo para tanto os parâmetros de definição e técnicas utilizadas na precificação e valoração de ativos.

O terceiro capítulo isola a teoria da análise de opções reais, explorando as peculiaridades da técnica, tais como: aspectos conceituais, breve exposição da operacionalidade da analogia com as opções financeiras, comparativo da AOR com os métodos tradicionais.

O quarto capítulo se refere à metodologia utilizada na obtenção dos resultados, explicando de que maneira o estudo foi desenvolvido.

O quinto capítulo apresenta um estudo de caso para a Atender.com. Trata-se de uma empresa que está sendo constituída para explorar uma loja virtual. O estudo de caso utiliza os conhecimentos da Teoria das Opções Reais para fornecer aos empresárias condições de decidirem se o empreendimento deve ser imediatamente implantado, ou se deve aguardar um possível crescimento do mercado com a utilização de maior aporte financeiro.

O sexto capítulo conclui verificando a satisfação dos objetivos propostos, indicando técnica e objetivamente qual a ferramenta mais indicada para análise de projetos de investimento e as razões da indicação. São apresentadas, também algumas sugestões para trabalhos que deverão ser realizados futuramente.

Nos anexos estão os documentos que esclarecem e ilustram os modelos matemáticos e técnicas utilizadas no decorrer do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Analisando o processo de investimento

Investimento na visão de Bodie, Kane e Marcus (2000, p.23) é: “o comprometimento atual de dinheiro ou outros recursos na expectativa de colher benefícios futuros”.

Na de Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999, p. 15) o investimento em uma empresa é o comprometimento de capital, sob diversas formas, de modo durável, realizado na esperança de manter ou melhorar sua situação econômica. Nota-se na definição destes autores uma abrangência maior no conceito de investimento, permitindo interpretar o comprometimento sob duas óticas: o comprometimento de capital visando benefício e o comprometimento visando manter a saúde financeira da empresa. Apesar desse duplo enfoque os autores definem duas categorias distintas para classificar os dispêndios de uma empresa: uma versando sobre capital imobilizado por um período superior ao exercício e outra versando sobre despesa corrente com imobilização inferior ao mesmo período.

Entende-se a expressão “investimento em ativos reais”, como todo o tipo de investimento em bem tangível (concreto), imóveis, carro, avião, jóias etc. Por “investimento em ativos financeiros” entende-se todo tipo de aplicação financeira, como títulos de renda fixa (públicos e privados), caderneta de poupança, ações, ouro, moedas estrangeiras, fundos de investimento etc.

Para Bodie, Kane e Marcus (2000, p. 24), os ativos reais representam a capacidade produtiva da economia de uma sociedade, ou seja, os bens e serviços que seus membros conseguem criar. Os ativos reais (terra, bens, máquinas, conhecimento) podem ser utilizados para gerar os bens e serviços colocados a disposição da sociedade. Em contraposição está a categoria de investimentos em ativos financeiros, basicamente compostos por títulos.

No decorrer da existência de uma empresa os investimentos se alternam entre investimentos em ativos reais e em ativos financeiros, e podem ocorrer concomitantemente.

Constatada a oportunidade de investir, surge a necessidade de se realizar um projeto contendo as diretrizes e informações relativas às características do que se pretende realizar. O projeto de investimento assemelha-se ao projeto de criação de uma empresa, incluindo planos, perspectivas, cenários, previsões e muitas outras considerações que variam de acordo com a natureza do projeto.

Para Woiler e Mathias (1996, p. 27) projeto de investimento é “o conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas com o objetivo de propiciar a análise (e, eventualmente, a implantação) de uma decisão de investimento”. É um modelo que incorpora informações qualitativas e quantitativas, que permitem simular decisões de investimento e suas implicações, visando a exeqüibilidade e viabilidade econômica. Basicamente, os projetos classificam-se em função do setor econômico: agrícola; industrial; de serviços. Podem ser observados através do ponto de vista microeconômico como sendo: de implantação; de expansão ou de ampliação; de modernização; de realocização; de diversificação.

Para Hochheim (2003, p. 1.2) os projetos podem ser usados ao longo do processo decisório, sendo estes: de identificação da idéia; de pré-viabilidade; de viabilidade; final; de financiamento. O projeto de investimento contempla estudos econômicos, técnicos, financeiros, administrativos, do meio ambiente, jurídicos, contábeis e segue as seguintes etapas descritas na Figura 1.

1) **estudo de mercado**: visa caracterizar o produto (tipo e características), a quantidade demandada, o preço de venda, políticas de marketing, etc;

2) **determinação da localização geográfica**, dimensionamento da escala (tamanho) do empreendimento e especificação dos aspectos técnicos. Estes estudos estão intimamente relacionados, pois a localização vai influir na escala e esta por sua vez nas especificações do processo a ser utilizado (e vice-versa);

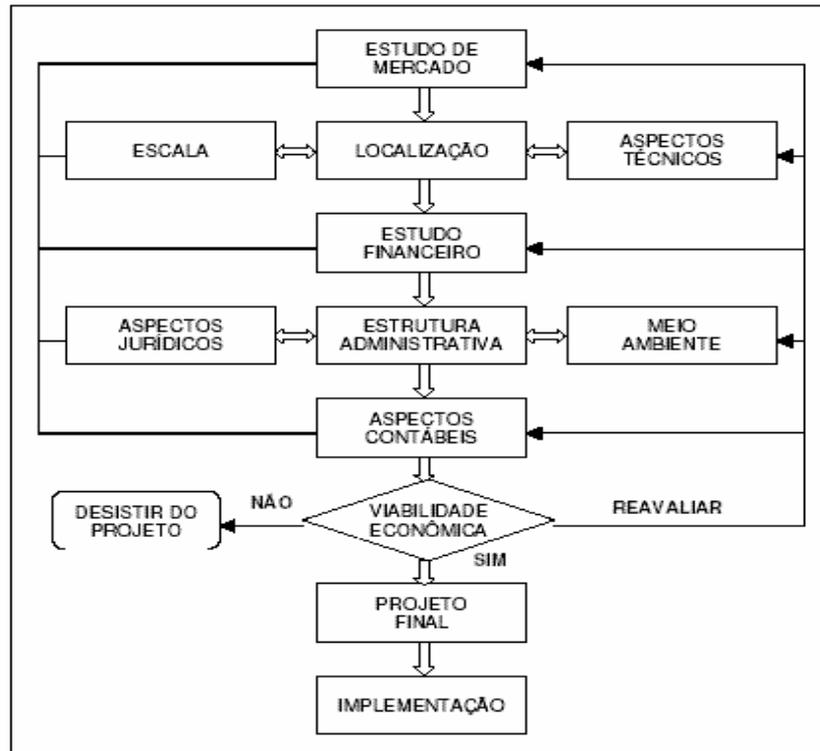
3) estudo **financeiro**: cálculo dos investimentos necessários e estabelecimento da composição do capital necessário;

4) **determinação da estrutura administrativa**: necessidades de pessoal, de treinamento, de assessoria externa, etc. Os aspectos jurídicos e os relativos ao meio ambiente também são tratados nesta fase;

5) **aspectos contábeis**: elaboração das projeções de custos e receitas e dos respectivos cronogramas (saídas e entradas de dinheiro);

6) **análise de viabilidade econômica**, que permitirá verificar se os resultados esperados atendem as expectativas dos investidores. Neste ponto faz-se uma avaliação global do projeto proposto, podendo-se parar a análise ou reavaliar alguns (ou todos) pontos do projeto. Se o projeto é satisfatório, passa-se a elaborar o projeto final;

7) **produção do projeto final**, detalhado, visando a implantação.



Fonte: Hochhein, p. 10

Figura 1: Estrutura de um projeto de investimento

De acordo com Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999, p.19) os projetos de investimentos podem ser caracterizados de acordo com a sua forma física em investimentos materiais e investimentos imateriais. Salientam que até os anos 60, eram considerados como investimentos apenas os investimentos materiais, ou seja, aquisição de máquinas, equipamentos e construções para o setor produtivo. Evoluindo, foram acrescentados os investimentos de suporte: estoques e contas a receber. Ao novo conjunto correspondem os investimentos materiais. Aos investimentos imateriais, correspondem todos os dispêndios de longo prazo, não relativos à aquisição de ativos fixos, que a empresa realiza com a intenção de

manter ou melhorar seus resultados. Constituem investimentos imateriais os investimentos em pesquisa, desenvolvimento, formação e treinamento, informação na organização da produção, nas relações de trabalho, nas relações comerciais e tecnológicas, na estrutura de gestão, na pesquisa de mercado e na imagem e outros que somente poderão ser definidos de acordo com as necessidades da empresa.

Os autores destacam que os investimentos imateriais cresceram em importância nos últimos anos, aumentando sua participação percentual no investimento total.

Buscando um sentido mais específico, Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999, p. 22) ancorados em Lorie e Savage (1955), e Weingartner (1967) que classificaram os projetos com base no grau de dependência, definem três tipos clássicos de projetos de investimento: os independentes, os mutuamente exclusivos e os contingentes. Projetos independentes são os que uma vez inseridos em um programa de investimento a sua rentabilidade não é influenciada pela realização de outros projetos. Os mutuamente exclusivos são os que, em se realizando, impedem a realização de outros. Já os projetos contingentes são os que se realizam desde que outros tenham se realizado anteriormente.

Abstraindo-se do tipo de projeto que integre um programa de investimento ou mesmo da natureza desse programa, o fato é que no momento em que a empresa decide investir, esta decisão implica execução de inúmeros procedimentos de planejamento, gerando um ou mais projetos.

Para Damodaran (2002, p.23) as empresas têm recursos escassos que devem ser distribuídos entre si, logo a primeira e mais importante função das finanças corporativas, como teoria é proporcionar um quadro para que as empresas tomem suas decisões sabiamente. Neste sentido, o autor define decisões de investimentos incluindo não apenas aquelas que criam receita e lucros, mas também aquelas que poupam recursos.

Para o autor as finanças corporativas tentam mensurar o retorno fornecido por um investimento planejado, comparando-o à menor taxa aceitável no mercado para um dado nível de risco, com o objetivo de decidir se o projeto é ou não viável. Esta taxa tem que ser maior para projetos de investimento de maior risco e deve refletir o mix de financiamento utilizado, isto é, os recursos do proprietário ou os recursos tomados emprestados (dívida).

Tomando por base as considerações do autor, quando mostra a bilateralidade da mensuração que deve ser produzida pelas finanças corporativas, isto é, a necessidade de uma análise que verse tanto sobre retorno quanto sobre administração de recursos, se faz necessário que os projetos de investimento considerem os fluxos de caixa, instrumento que fornecerá um “raio X” da situação econômica da empresa trazendo informações relativas a tempo presente, passado ou futuro. A análise dos fluxos de caixa anteriores permite diagnosticar a situação da empresa e favorece as previsões, norteadas não apenas os procedimentos de gestão como também os processos de decisão.

Qualquer projeto de investimento de uma empresa agregará a ela custos e benefícios. Esses incrementos em custos e benefícios são relevantes para determinação do valor do projeto. Na montagem do fluxo de caixa, deve-se, portanto, considerar a situação da empresa com ou sem o projeto. Essa tarefa pode tornar-se complexa em projetos que envolvam relações com as atividades correntes na empresa ou que possuam certo grau de sinergia com elas. Todos os efeitos decorrentes do projeto ao longo de sua vida útil devem ser estimados, sejam eles tangíveis ou intangíveis, e incluídos em seu fluxo de caixa.

Com relação a análise dos fluxos de caixa, Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999, p. 24) advertem que:

Ao analisar projetos de investimento somente nos interessamos por entradas e saídas de caixa, ou seja, *movimentos de dinheiro*. Com isso, é necessária atenção para os conceitos que possam ter uma interpretação contábil, como *receitas* e *despesas*. Um dos princípios da contabilidade é o do regime de competência, isto é, receitas e despesas são registradas no período em que ocorre seu fato gerador, o que geralmente nada tem haver com o respectivo efeito no caixa da empresa.

Considerando em escala a interdependência necessária que liga os projetos e sua classificação aos fluxos de caixa formando uma visão microeconômica dos aspectos relativos à análise de investimento, pode-se inserir estas premissas num quadro maior e mais amplo onde poderão ser levadas em conta, variáveis externas alheias a estas questões, mas que também exercem sua influência nos resultados dos projetos, especialmente os que se destinam a investimento em ativos reais.

Damodaran (1997, p. 21) admite três abordagens para a avaliação:

- Avaliação por fluxo de caixa descontado – relaciona o valor de um ativo com o valor presente dos fluxos de caixa descontados a uma taxa ajustada de risco;
- Avaliação relativa – estima o valor do patrimônio líquido comparando-o com o de uma empresa obtido com a precificação de variáveis comuns, tais como, lucros, fluxos de caixa, valor contábil ou vendas;
- Avaliação de direitos contingentes – utiliza modelos de precificação de opções para ativos que possuam estas características.

Analisar um investimento é antes de tudo valorar as circunstâncias diversas que o envolvem qualquer que seja sua natureza. Sendo assim, a previsão mostra-se como uma das mais importantes formas de se analisar os riscos que envolvem um projeto. Schwarts (1995, p. 23) fala da diversidade na construção de cenários para pequena e grandes empresas, destacando a similaridade existente com relação a incerteza. Segundo o autor, tanto nos pequenos empreendimentos quanto nas iniciativas de grandes empresas as dúvidas mais recorrentes são: O que desejarão os futuros clientes? O que acontecerá em relação a custos, tecnologia, sistemas de distribuição, e outras?

Schwarts (1995, p. 32) destaca a importância dos processos de construção dos cenários, afirmando que geralmente (mas nem sempre) estes parecem dividir-se em três grupos: quase igual, porém melhor; pior (decadência e recessão); diferente, porém melhor (mudança fundamental). Com base nesta tipologia é possível iniciar a construção de cenários levantando e reunindo elementos relevantes para realização do projeto de investimento.

De um modo geral, a avaliação não é a ciência que alguns de seus proponentes dizem ser, nem a busca objetiva por valor verdadeiro que os idealistas gostariam que se tornasse. Os modelos utilizados numa avaliação podem ser quantitativos, mas os dados de entrada deixam margem suficiente para julgamentos subjetivos. Portanto o valor final que se obtém através da utilização sofrerá a influência de tudo que for inserido no processo de análise. (DAMODARAN, 1997, p. 2).

Atendendo a explanação sobre o processo de investimento, a seguir é apresentada uma relação dos métodos tradicionais de análise de projetos de

investimentos, mais comumente utilizados nos procedimentos de análise, os quais serão oportunamente detalhados.

- Valor Presente Líquido (VPL)

É a soma de uma série de fluxos de caixa desde a data final da série à data zero. Indica o potencial de criação de valor de um investimento. Se o valor presente líquido for maior que zero, significa que o investimento deve fornecer um valor adicional ao investidor. Em síntese, se o VPL for maior que zero significa que o projeto deve ser aceito, portanto, se o VPL for menor que zero, isto significa que o investidor deve perder valor com o investimento. (BRASIL, 2002, p. 8).

- Taxa interna de retorno (TIR)

Quando aplicada aos fluxos faz com que o VPL de um projeto seja igual a zero. Representa o ponto de reversão da decisão de investir. Projetos com taxa de desconto (taxa mínima de atratividade) superior a TIR devem ser rejeitados. Projetos cujos valores de taxa de desconto são inferiores aos seus valores de TIR devem ser aceitos.

- Período de recuperação do capital (*payback*)

Calcula o tempo necessário para se ter de volta o capital investido. Indica o risco de investimento. Quanto maior é o *payback* de um investimento mais tempo deverá ser necessário para obter o capital investido de volta e, portanto, maior é seu risco.

- Índice de lucratividade (IL)

Representa a relação entre o VPL do projeto e o módulo do valor presente dos desembolsos desse projeto. Nada mais é do que o “valor presente líquido por unidade de investimento”.

- Taxa interna de retorno modificada (TIRM)

Considera as deficiências da TIR quando analisando os fluxos de caixa não convencionais. Por esta razão os administradores muitas vezes preferem analisar o VPL através de percentual e não por unidade monetária.

- Valor Anual Equivalente (VAE)

Avalia a aquisição de ativos reais semelhantes em diferentes períodos, indicando a melhor opção de investimento de acordo com a durabilidade ou vida útil da aquisição. Um exemplo de aplicação do VAE é a substituição de equipamentos numa empresa.

Ainda no campo da avaliação é importante destacar que o valor obtido a partir de qualquer modelo é afetado por informações específicas sobre a empresa e o mercado. Como consequência, o valor se modificará à medida que novas informações sejam reveladas.

Mesmo ao final de uma avaliação minuciosa e detalhada, haverá ainda incertezas quanto aos números finais, distorcidos pelas pressuposições feitas com relação ao futuro da empresa e da economia. Não é realista esperar ou exigir certeza absoluta em uma avaliação, já que tanto os fluxos de caixa bem como as taxas de desconto são passíveis de estimativas erradas. Isso também significa que os analistas devem considerar uma margem de erro nos resultados das avaliações. Não bastasse esse fato, o cenário de incertezas composto por fatores externos e alheios a um projeto dificulta o processo de análise dado a sua constante mutabilidade e grande possibilidade de eventos não previstos.

Em uma avaliação de investimentos é necessário uma ferramenta de análise que possibilite a maior precisão possível no exame e formação dos fluxos de caixa. A ferramenta deve dar condições para a montagem de cenários e que ao mesmo tempo forneça alternativas adequadas para se lidar com circunstâncias inusitadas. Estas circunstâncias podem influenciar um projeto de investimento por não foram previstas, valoradas e mensuradas. Trata-se da flexibilidade que figura como componente de análise.

2.2 Entendendo o Processo Decisório de Investimento

Decidir investir implica criar valor, para tanto é fundamental que no ato de investir seja analisado, o mercado, os objetivos do investimento, o projeto em si e principalmente o par risco e retorno, que irá revelar o grau qualitativo da ou das metodologias utilizadas. Ocorre que uma decisão de investimento é cercada de incertezas, tanto com relação ao mercado, quanto ao projeto e principalmente no que diz respeito ao risco. Quanto ao retorno as previsões e simulações são definíveis, pois uma vez que o risco esteja controlado o retorno nada mais é do que o próprio objetivo do investimento.

O risco pode ser definido como a incerteza presente no contexto das variáveis envolvidas num projeto de investimento, e por esta razão serão tratadas, neste estudo de maneira a buscar sua definição ou tecnicamente sua valoração. Em outras

palavras, para que um projeto de investimento, normalmente de longo prazo realize seus objetivos este fato requer do analista financeiro conhecimento dos meios necessários para prever e até mesmo controlar os eventos futuros. Ele deve saber usar as ferramentas que o auxiliarão na execução dessa tarefa.

Schwartz (1991, p. 41) afirma que as pessoas têm uma capacidade inata de construir cenários e prever o futuro. Para o autor, essa capacidade aliada à informação e conhecimentos específicos e adequados pode gerar bons resultados no mercado financeiro que é um ambiente altamente instável e repleto de incertezas.

A finalidade deste capítulo é justamente analisar algumas das variáveis que interferem na realização dos objetivos de um investimento e expor os métodos disponíveis capazes de proporcionar com melhor desempenho a redução dos riscos considerando um ambiente de incertezas. Em alguns casos os riscos são mensuráveis e podem ser perfeitamente definidos. É o caso da análise de projetos excludentes, no entanto, veremos que atualmente no mundo das finanças corporativas, nem sempre o que está definido é plenamente seguro.

Antes de considerar as variáveis de interferência que influenciam os resultados de um projeto de investimento, vale expor alguns itens do processo de investimento a fim de fornecer os subsídios necessários à realização de qualquer análise.

2.2.1 Da criação de valor

De acordo com Lapponi (2000, p. 7), para manter uma empresa operando de forma saudável e crescendo, os executivos devem investir em projetos que criem valor. O autor expõe que existem diversas maneiras de se mensurar o valor de um ativo. Segundo ele um ativo pode ter valores diferentes conforme o tipo de avaliação aplicada, mencionando alguns exemplos, tais como:

- *Preço Apregoadado* – O valor que um interessado possa oferecer para comprar um ativo;
- *Custo de Oportunidade* – O valor de substituir um ativo por outro ativo que forneça a mesma utilidade;
- *Valor Agregado* – a soma dos valores de todas as partes de um ativo;
- *Valor Pessoal* – Valor estimado pelo dono incluindo o lado afetivo;

- *Valor de Mercado* – A média do valor de negociação de ativos equivalentes no mercado, considerando que existe um intenso mercado negociando ativos equivalentes;

- *Valor de Leilão* – o valor obtido num leilão, considerando que o preço do ativo foi obtido como resultado de forte disputa de lances.

Resumindo, o valor do ativo é igual ao retorno que gerará sua venda.

Nesse contexto, Lapponi (2000, p. 8) ensina que uma das decisões das estratégias que definirão o futuro desejado da empresa é a decisão de investir que, em geral, imobiliza o capital da empresa durante um longo prazo. Como regra, qualquer que seja o tipo de investimento, do desembolso realizado num investimento a empresa espera receber benefícios futuros. O autor também esclarece, que inicialmente pode ocorrer três tipos distintos de investimentos:

- *Investimentos em ativos fixos* – os investimentos mais tradicionais são em terrenos, plantas fabris, equipamentos, instalações, a compra de computadores, concessões para construções e operações de estradas, etc. Neste caso as empresas imobilizam capital e são responsáveis pela sua operação, esperando obter benefícios no futuro, conforme o fluxo de caixa do projeto de investimento.

- *Investimento em ativos financeiros* – a empresa compra o direito de receber retorno de um terceiro, por exemplo, ações, *bonds* etc. Esses produtos conhecidos como ativos financeiros geram, também um fluxo de caixa, que pode ser determinado com diferentes graus de risco.

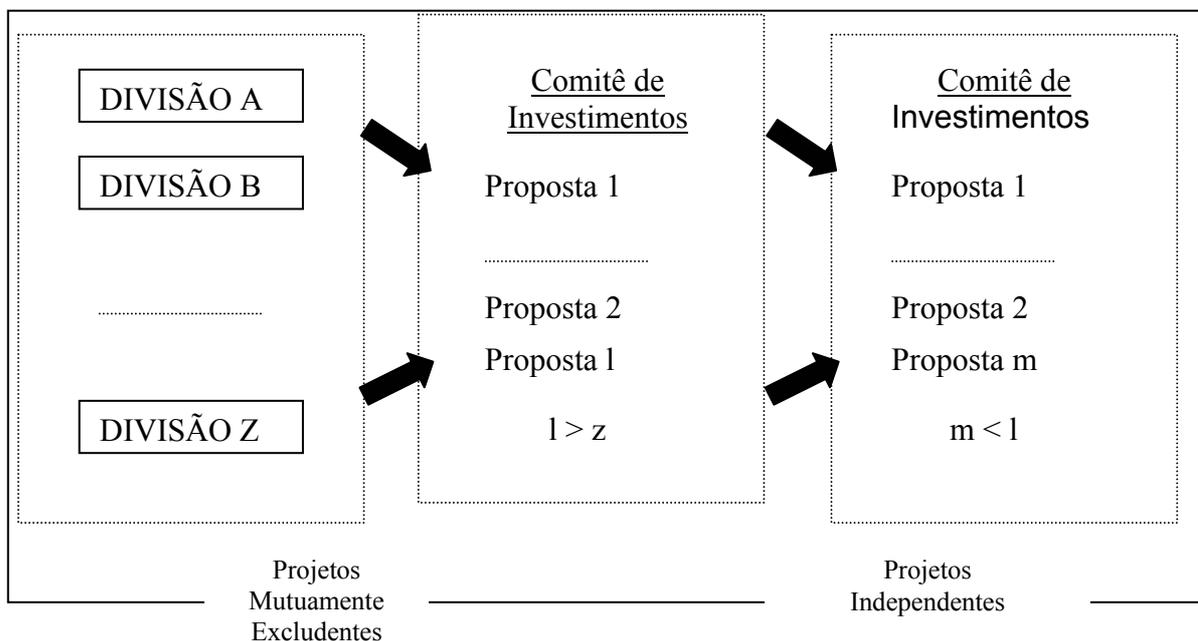
- *Investimentos em Intangíveis* – Embora não sejam de natureza física nem financeira, pois não existe nenhum direito de receber retornos monetários futuros, espera-se que estes investimentos gerem benefícios futuros. Um exemplo é investir no treinamento de representantes de vendas.

Em se tratando de uma classificação orientada para a criação de valor, Lapponi (2000, p. 20) afirma que os projetos podem ser divididos em dois grupos:

a) Projetos para criação de valor – expansão de produtos existentes, aumento de demanda natural, aumento de demanda provocada, lançamentos de novos produtos, inovação de produtos existentes e muitos outros.

b) Projetos para manter o valor – substituição de equipamentos ou instalações, projetos de informatização, atendimento de acordos ou leis;

Tratando de decisão de investimento, Lapponi (2000, p. 21) afirma que qualquer que seja o tipo de investimento, o processo de decisão deve ser o mesmo. O autor informa que em empresas organizadas, o processo de decisão de investimento está formalizado na política de investimento. Essa política estabelece o procedimento de apresentação de uma proposta de investimento, incluindo os níveis de aprovação da proposta de acordo com a estimativa de desembolsos do investimento. Antes de ser aprovado, o investimento é apenas um projeto e os valores monetários de seu fluxo de caixa são estimativas.



Fonte: Lapponi (2000, p. 21)

Figura 2: Formação de carteira de investimento

A figura 2 mostra a formação de uma carteira de investimentos a partir da análise excedente das propostas apresentadas em uma empresa.

Constituem importante aspecto da elaboração de projetos de investimento alguns fatores que podem ser definidos como essenciais, tal como o orçamento de capital que na visão de Machado (2002, p. 184) é “a previsão de gastos e receitas envolvendo projetos de capital (investimento em ativos imobilizados), cujos fluxos de caixa se darão em um prazo superior a 1 ano”.

O autor esclarece que os planos de longo prazo (mais de um exercício social) são de responsabilidade dos altos escalões da empresa que estabelecem premissas e traçam as estratégias. Depois de aprovado o estudo de viabilidade do projeto torna-se difícil qualquer modificação, em virtude da magnitude dos custos fixos, “uma vez incorridos, só poderão ser recuperados através da utilização do ativo”. Aborda, também os riscos de um mau dimensionamento das necessidades de capital.

Se a empresa somente implementa seus projetos de investimento de capital quando atinge o limite de sua capacidade produtiva, corre o risco de perder parte do mercado para empresas concorrentes.

Nos casos em que a empresa retarda seus investimentos, pode ocorrer também a obsolescência ou desgaste dos equipamentos produtivos, trazendo como conseqüência, perda da qualidade e competitividade.

Por outro lado, se o investimento for em um montante superior as reais necessidades, em função das projeções de vendas estarem superavaliadas, a empresa terá que arcar com os custos adicionais da capacidade ociosa, o que implicará em gastos que podem até inviabilizar o negócio.

Prosseguindo sugere que para evitar riscos as empresas ao elaborarem seus investimentos de longo prazo observem:

Quais as oportunidades de investimento disponíveis e apropriadas à empresa. De que forma a empresa pretende financiar esses investimentos, ou seja, qual o nível de endividamento a ser adotado. Qual o retorno esperado pela empresa.

Uma das variáveis e talvez a que exerça maior influência no processo de elaboração de um projeto de investimento é o risco. Este deve ser mensurado com a máxima precisão que se possa alcançar, não apenas para que os resultados sejam satisfatórios, mas para que não sejam desastrosos.

2.3 Risco e Incerteza

Segundo Securato (1993, p. 21) o risco, a certeza e a incerteza são conceitos que estão presentes em toda nossa vida, pois estamos sempre perscrutando o futuro. No mundo dos negócios a avaliação dos riscos é fundamental para a tomada de decisão.

Na análise de investimento a incerteza surge como conseqüência da falta de controle sobre a realização dos eventos futuros. Não se pode quantificar com precisão a intensidade de eventos tais como vendas futuras de determinado produto,

o desgaste e custo de manutenção de máquinas e equipamentos etc. (SOUZA E CLEMENTE, 1999, p. 97).

Para Souza e Clemente (1999, p.97) o termo incerteza tem sido utilizado quando nada se sabe sobre o futuro do evento e o termo risco quando se tem a distribuição de probabilidade da ocorrência futura. Para os autores as técnicas recomendadas para se lidar com incerteza e risco são: análise de sensibilidade, geração analítica e geração numérica da distribuição de probabilidade do Valor Presente Líquido do projeto.

De acordo com Leite (1986, p.352) a quantificação da variável risco é um assunto bastante amplo e polêmico. Certamente este não é um tema que possa ser considerado satisfatoriamente definido pelo atual estágio da Teoria das Finanças.

Atualmente, dependendo de várias análises como a de Casarotto Filho e Kopittke (2000, p. 338), que dissertando sobre risco em análise de investimentos afirmam:

Na prática, podem ocorrer casos em que não se tenha certeza dos dados de entrada, como por exemplo, uma análise baseada em previsão de vendas ou a estimativa do custo de manutenção de um equipamento em função da probabilidade de quebra. Portanto, quando é conhecida a distribuição da probabilidade dos dados de entrada, é possível uma análise sob condições de risco, valendo-se de métodos probabilísticos. Tem-se então configurado o ambiente de incerteza.

Para Duarte Junior (2003, p. 2) risco é um conceito multidimensional que cobre quatro grandes grupos: risco de mercado, risco operacional, risco de crédito e risco legal. O autor relata que o termo “risco” não é um conceito novo no mundo das finanças. Há menção na moderna teoria das carteiras que se originou do trabalho pioneiro de Markowitz. Esta teoria está baseada nos conceitos de retorno e risco. O termo ganhou força nas operações relacionadas ao mercado de capitais, em especial ligadas aos derivativos que tanto servem para alavancagem quanto para fins de *hedge*.

O risco de um investimento está diretamente relacionado com os objetivos que se pretende alcançar ao investir. Se uma empresa prefere aumentar sua riqueza o mais rápido possível, não se importando com o risco decorrente de estratégias de investimento agressivas, ou se prefere acumular riqueza gradualmente, na certeza de que suas poupanças estarão protegidas contra os mercados voláteis, a questão carece de definição de metas absolutas, ou de termos de comportamento baseados em uma referência, sendo assim, o risco apresenta-se de maneira diferente segundo a característica definida do investimento.

Para que haja adequada definição dos objetivos do investimento, é fundamental a estimativa de um valor futuro, para proporcionar uma visão parcial do resultado das ações (quer seja em programa ou em projetos de investimento) que serão empreendidas durante o processo de investimento. Para obter resultados no campo da obtenção de valores futuros há que se lançar mão das médias aritméticas e geométricas as quais fornecerão um quadro de relativa confiabilidade de acordo com as informações ali inseridas. Exatamente neste ponto o risco é fator determinante na formulação dos objetivos e também pode ser interpretado como incerteza, pois provoca uma inexatidão nos resultados, gerando um cenário incerto inviabilizando a mensuração de determinadas variáveis.

O risco enfrentado por uma empresa quando faz um novo investimento tem diversas origens: o próprio projeto, a competição, considerações internacionais e fatores macroeconômicos.

Damodaran (2000, p. 66) aponta que o risco específico do projeto ocorre quando em um projeto os fluxos de caixa diferem dos que eram esperados, ou porque o analista subestimou os fluxos de caixa ou devido a fatores peculiares ao projeto. Por esta razão é fundamental que a análise de projetos de investimento seja da mais alta qualidade, o que implica na utilização da melhor ou das melhores ferramentas disponíveis para o auxílio nesta tarefa.

Martins (2001, p. 312) dissertando sobre risco afirma que na sociedade moderna, agitada e multifacetada, convive-se cotidianamente com o risco em suas mais variadas formas. Todas as decisões tomadas envolvem alguma incerteza. O autor conclui que o risco é indesejável e, portanto somente é aceito quando existe um prêmio associado. Em circunstâncias normais se um negócio é arriscado, para compensar exige-se um retorno elevado. Desta forma, a relação entre risco e retorno é fundamental para a tomada de decisão.

Segundo Damodaram (2000, p. 55), o risco é tradicionalmente tido como um fator negativo no investimento. Segundo autor, os chineses expõem uma visão mais adequada do que seja risco, isto é, para representar risco eles combinam dois símbolos, “o perigo” e “a oportunidade”, cada investidor tem que fazer uma análise do custo-benefício entre as recompensas que potencialmente vêm com as oportunidades e riscos decorrentes do perigo. Prosseguindo diz que o objetivo chave

em finanças é assegurar que, quando exposto ao risco o investidor tenha uma recompensa apropriada, por enfrentá-lo.

Praticamente não há como se falar em risco sem se falar em retorno, dado o grau de interdependência dos termos, vez que o primeiro só ocorre por conta do segundo.

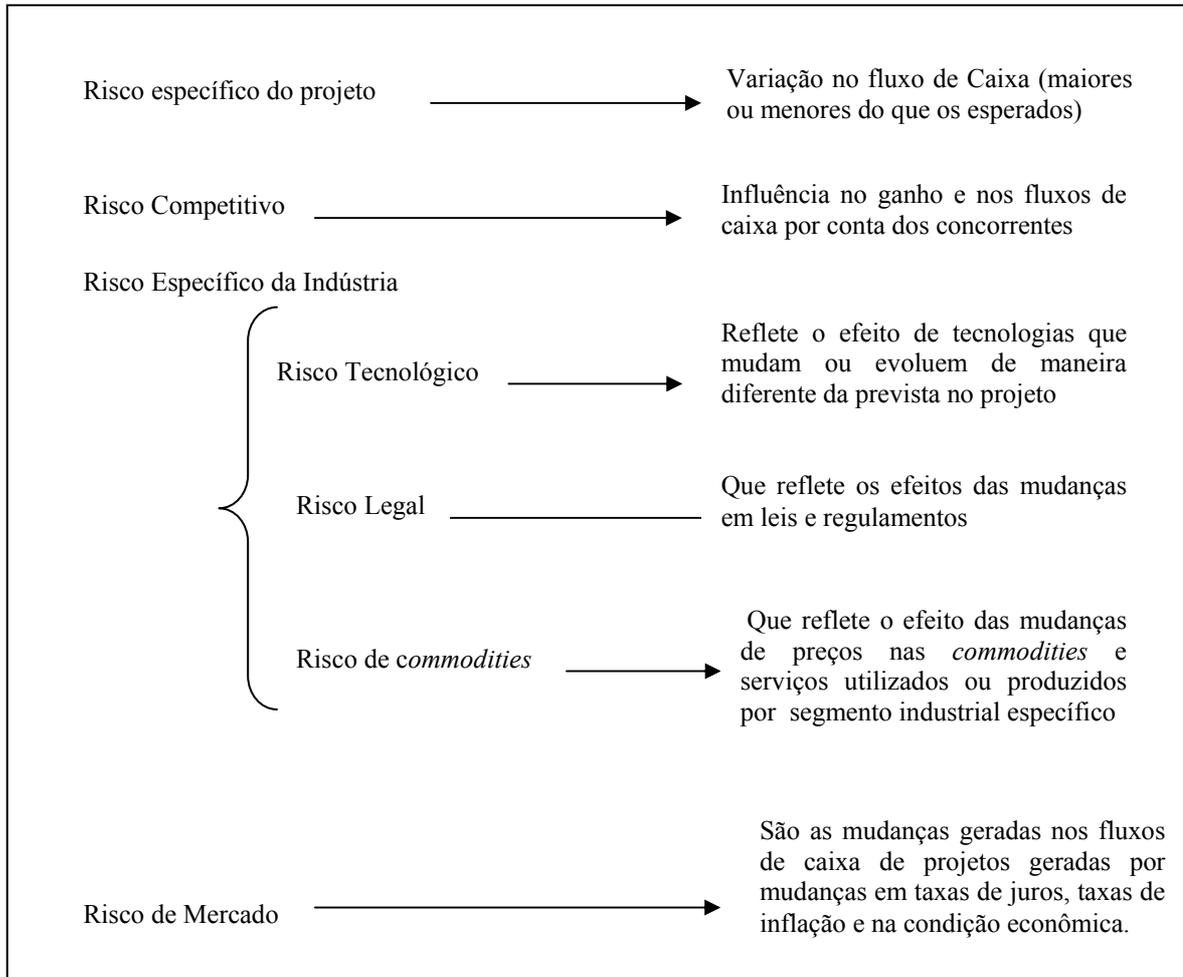
Para Damodaram (2000, p. 63), um bom modelo de risco e retorno deve conter:

- 1 Ele deve fornecer uma medida de risco que se aplique a todos os ativos e não apenas a um ativo específico
- 2 Ele deve claramente descrever os tipos de risco que são recompensados e os que não são, bem como deve fundamentar tal descrição.
- 3 Ele deve estar baseado em medidas de risco-padrão (isto é, um investidor, diante de uma medida de risco de um ativo, deveria ser capaz de concluir sobre se esse ativo envolve riscos acima ou abaixo da média)
- 4 Ele deve traduzir a medida de risco em taxa de retorno que o investidor pode esperar ou procurar como compensação por correr o risco.
- 5 Ele deve funcionar bem não só como explicação dos retornos passados, mas também como previsão de retornos futuros esperados.

Damodaram (2000, p. 60) ensina que o risco enfrentado por uma empresa quando faz novos investimentos tem diversas origens: o próprio projeto, a competição, mudanças no segmento industrial, considerações internacionais e fatores macroeconômicos, alguns desses riscos serão eliminados pela empresa num conjunto de investimentos múltiplos e alguns serão absorvidos por investidores que detém carteira diversificada. O entendimento dos componentes do risco é fundamental na formação de uma boa análise. Maior volume de informação dá ao analista uma visão mais ampla dos aspectos internos e externos do projeto.

Entender como os vários tipos de risco devem ser cuidadosamente mencionados na análise de um projeto implica em saber entender as probabilidades de sucesso ou de insucesso de um projeto, ou seja, quanto maior o grau de conhecimento acerca do que pode influenciar um projeto melhor qualidade de análise é obtida.

No quadro a seguir melhor se visualiza a classificação dos componentes do risco apontados por Damodaram (2000, p. 66).



Fonte: Damodaram, 2000, p. 66-67/2002

Quadro 1 – Componentes do risco

2.3.1 Diferença entre risco e incerteza

Para Martins (2001, p. 310) a avaliação econômica está diretamente associada aos eventos futuros que afetarão o empreendimento. Segundo o autor estes eventos podem ser caracterizados por um resultado final (estado) praticamente certo. Um exemplo de investimento sob condição de certeza seria uma aplicação num título prefixado do governo norte-americano que estabeleça uma receita financeira de US\$ 1.000.

O autor exemplifica citando uma operação realizada num ambiente de incerteza como no lançamento de novos produtos, operação na qual não se conhece os resultados financeiros futuros, onde há necessidade, portanto de previsões.

Kassai et al (1999, p.100), distingue os termos risco e incerteza da seguinte maneira:

Em geral, é feita uma distinção quase semântica entre os termos **risco** e **incerteza**, cuja conceituação depende do grau de imprecisão associado às estimativas. Quando todas as ocorrências possíveis, ou estados futuros, de certa variável são conhecidas e encontram-se sujeitas a uma distribuição de probabilidade também conhecida, ou que pode ser calculada com algum grau de precisão, diz-se que existe risco. Quando essa distribuição de probabilidade não pode ser avaliada, diz-se que há incerteza. A incerteza de um modo geral envolve situações de ocorrência não repetitiva ou pouco comuns na prática, cujas possibilidades não podem ser determinadas.

A probabilidade mencionada na citação acima pode ser segundo Martins, citando Gitman (1984)

Distribuições probabilísticas objetivas baseiam-se normalmente em dados históricos. Por exemplo, se um indivíduo desejar determinar as probabilidades relativas aos retornos de um dado ativo, poderá desenvolver uma distribuição probabilística baseado nos dados históricos de retornos de outros ativos do mesmo tipo. A incerteza existe quando quem toma decisões não tem nenhum dado histórico e não precisa fazer estimativas aceitáveis, a fim de provocar uma distribuição probabilística subjetiva. Por exemplo, se o projeto proposto for completamente novo para a empresa, quem toma decisões poderá atribuir subjetivamente probabilidades a vários resultados, através de pesquisa e consulta com outros. (GITMAN, 1984 *apud* MARTINS, 2001, p. 311)

2.3.2 Mensuração do Risco

Em recente edição intitulada *Finanças Corporativas Aplicadas: Manual do usuário*, Damodaram (2002, 56) escreve que investidores que compram ativos têm o retorno que eles esperam obter no horizonte de tempo em que detêm o ativo. O autor afirma que os retornos reais obtidos nesse período podem ser muito diferentes dos retornos esperados, e é nesse ponto que o risco aparece. O autor alerta o investidor para não se ater só ao retornos esperados em suas análises. A distribuição dos retornos fica caracterizada pela variância ou pelo desvio padrão, ou seja, maior desvio em relação ao retorno esperado maior variância e desvio padrão. A variância nada mais é senão uma média da soma dos quadrados das diferenças entre os retornos reais e os retornos esperados de um investimento. O desvio padrão, que é a medida do risco, é a raiz quadrada da variância. É importante que um analista conheça os tipos de risco, sua formação e principalmente metodologias de mensuração a fim de que possa escolher as ferramentas adequadas a elaboração de uma análise que reduza ao máximo os riscos envolvidos em um

projeto. Desta forma devem ser mensurados: o risco isolado, o risco de mercado (CAPM), o risco em uma carteira.

2.3.3 Risco Isolado

Admitindo-se que o investidor disponha de um único ativo A. Esta suposição é válida para a simplificação do raciocínio, facilitando a compreensão do risco quando os ativos diversos estiverem integrados em uma carteira.

A medida do risco é dada pelo desvio padrão.

Para obter o retorno esperado e a variância são usadas as seguintes fórmulas.

$$E(R) = \sum R \cdot P(R)$$

$$\text{Var}(R) = \sum R^2 P(R) - \left[\sum R \cdot P(R) \right]^2$$

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(R)}$$

Onde:

R = retorno; E(R) = Esperança matemática do retorno; P(R) = Probabilidade do retorno; Var(R) = Variância do Retorno; σ = Desvio Padrão.

Exemplo: Supondo os retornos de dois ativos (A e B), tem-se que:

Tabela 1 – Retornos dos ativos A e B

Probabilidade (Px) %	Retorno A (%)	Retorno B (%)
10	4	8
15	7	10
40	12	14
25	15	16
10	18	17

$$E(R_A) = (4 \times 0,10) + (7 \times 0,15) + (12 \times 0,40) + (15 \times 0,25) + (18 \times 0,10) = 11,80$$

$$\sum R_A^2 \cdot P(R) = (4^2 \times 0,10) + (7^2 \times 0,15) + (12^2 \times 0,40) + (15^2 \times 0,25) + (18^2 \times 0,10) = 155,20$$

$$\text{Var}(R_A) = \sum R_A^2 \cdot P(R_A) - \left[\sum R_A \cdot P(R_A) \right]^2 = 155,20 - 11,80^2 = 15,96$$

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(R)} = \sqrt{15,96} = 3,99$$

$$E(R_B) = (8 \times 0,10) + (10 \times 0,15) + (14 \times 0,40) + (16 \times 0,25) + (17 \times 0,10) = 13,60$$

$$\sum R_B^2 \cdot P(R) = (8^2 \times 0,10) + (10^2 \times 0,15) + (14^2 \times 0,40) + (16^2 \times 0,25) + (17^2 \times 0,10) = 192,70$$

$$\text{Var}(R) = \sum R^2 P(R) - \left[\sum R \cdot P(R) \right]^2 = 192,70 - 13,60^2 = 7,74$$

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(R)} = \sqrt{7,74} = 2,78$$

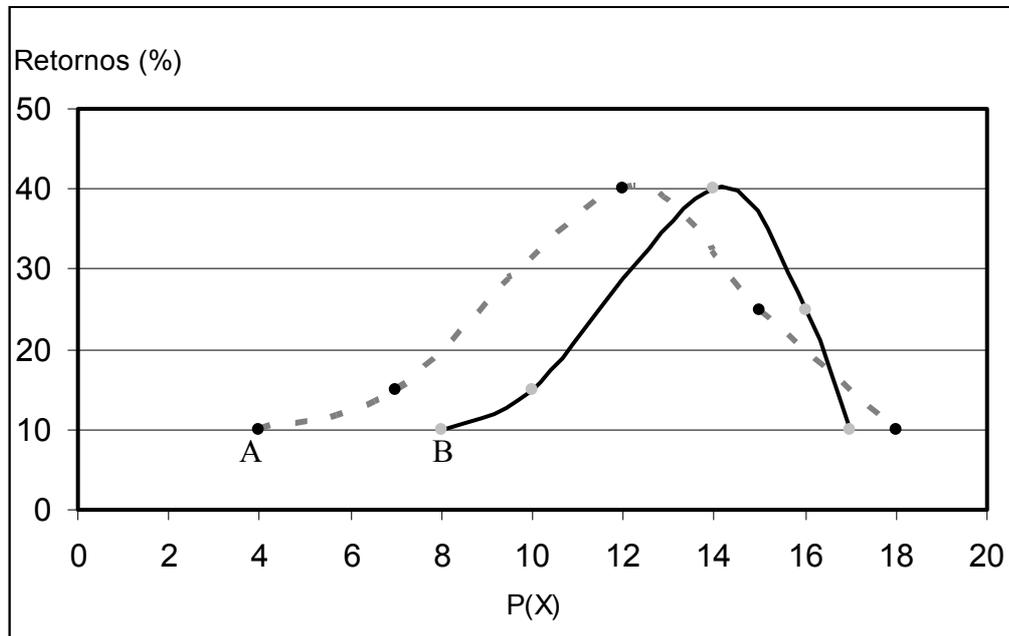


Gráfico 1: Retornos dos ativos A e B

O Anexo A contém um Programa, para ser inserido na HP-12C, com o objetivo de calcular a Variância e o Retorno.

Os dois Ativos da Tabela 1 diferem quanto ao retorno esperado e têm, também, riscos diferentes. Segundo Brigham e Houston (1999, p. 165):

Como, porém, escolher entre dois investimentos quando um deles tem o retorno esperado mais alto e o outro tem o desvio padrão mais baixo? Para auxiliar a responder a esta questão, precisamos de outra medida de risco, o **coeficiente de variação (CV)**, que é o desvio padrão dividido pelo retorno esperado.

$$\text{Coeficiente de Variação} = CV = \frac{\sigma}{k}$$

Segundo os autores, este coeficiente apresenta o risco por unidade de retorno e proporciona uma comparação quando o retorno esperado de duas alternativas não é o mesmo. Em casos como esses se adota a dispersão relativa – coeficiente de variação – para verificar qual apresenta maior risco. No exemplo o Ativo A apresenta maior risco.

$$CV = \frac{\sigma}{E(R)} \cdot 100$$

$$CV_A = \frac{\sigma}{E(R_A)} \cdot 100 = \frac{3,99}{11,80} \cdot 100 = 33,81\%;$$

$$CV_B = \frac{\sigma}{E(R_B)} \cdot 100 = \frac{2,78}{13,60} \cdot 100 = 20,44\%$$

2.3.4 Risco de Carteira

Segundo Brigham e Houston (1999) um ativo isolado tem maior grau de risco que se mantido como parte de uma carteira contendo outros ativos. Para o investidor a oscilação no valor de uma determinada ação não é tão importante. O que importa é o retorno e o risco da carteira. O risco resulta da divergência entre os retornos reais e os retornos esperados. A divergência ocorre por diversas razões que podem ser agrupadas em duas categorias, as que são peculiares de um investimento específico (risco específico de uma empresa) e as que ocorrem em qualquer investimento. A parte do risco de uma ação que pode ser eliminada é o risco diversificável a parte que não pode ser eliminada é o risco de mercado.

O risco diversificável ocorre nos eventos aleatórios como processos judiciais, greves, sucesso ou insucesso de um plano de marketing, resultados positivos ou negativos em contratos significativos e outros eventos específicos da empresa.

O risco de mercado tem suas origens em eventos que atingem a economia como um todo: guerra, inflação, recessões e taxas de juros altas. Esse tipo de risco não é eliminado pela diversificação.

Damodaram (2002), afirma que os modelos de risco e retorno mais utilizados nas finanças corporativas admitem que o risco vem da distribuição de retornos reais em relação ao retorno esperado e que deve ser mensurado considerando as perspectivas de um investidor bem diversificado. O modelo de precificação de ativos de capital (Capital Asset Pricing Model) – CAPM – que rendeu a William Sharpe e Harry Markowitz o prêmio Nobel de 1990 é o modelo de risco e retorno padrão na maior parte das análises financeiras.

$$\text{Risco de um Ativo} = (\text{Risco não-diversificado}) + (\text{Risco diversificado})$$

Para calcular o CAPM são necessários três dados:

Ativo sem risco – O investidor sabe a priori o retorno esperado num determinado período de tempo;

Prêmio de risco – Na prática é estimado utilizando-se dados históricos sobre retornos de ativos de risco e ativos sem risco.

Beta – Covariância do ativo dividido pela variância da carteira de investimentos. Obtido com a regressão dos retornos históricos.

2.3.5 Redução da margem de risco

O procedimento adotado para reduzir a margem de risco é a aquisição de Ativos reunindo-os em uma carteira. Esta carteira deve ser composta de Ativos diversificados para que haja uma compensação entre ganhos e perdas que venham a ocorrer, em cada um dos papéis.

A mensuração do retorno é feita com o auxílio da média ponderada na qual os pesos são as quantias, destinadas a cada componente (k), em que foi repartido o recurso total da carteira.

$$k_C = \sum_{i=1}^n w_i \cdot k_i$$

Brigham (1999, p. 169), ilustra o risco de carteira, apresentando o retorno de duas ações W e M que integram uma carteira absorvendo, cada uma, 50% do recurso investido. A tabela seguinte adapta o exemplo mencionado.

Tabela 2 – Retorno das ações W e M

Anos	Ações		Carteira W M (%)
	W (%)	M (%)	
1	40	-10	15
2	-10	40	15
3	30	0	15
4	-10	40	15
5	40	-10	15
Retorno Médio	18	12	15
Desvio Padrão	25,88	25,88	0

Para o cálculo do Retorno Médio e do Desvio Padrão, foram utilizadas as rotinas que constam do Anexo A.

A combinação das duas ações dilui o alto risco que apresentavam, isoladamente.

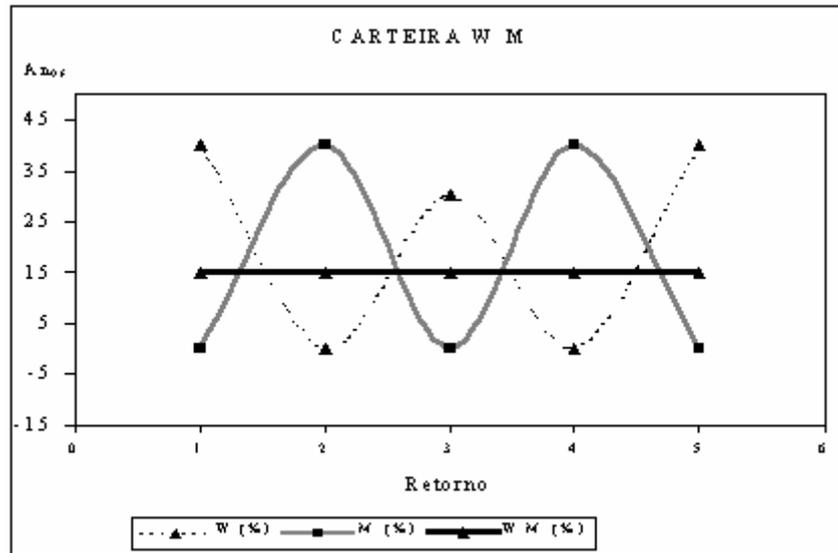


Gráfico 2: Combinação das ações W e M

Se duas variáveis variam num mesmo sentido elas têm Covariância Positiva e se variam em sentidos opostos elas têm Covariância Negativa.

A razão por que as ações W e M podem ser combinadas para formar uma carteira sem risco é que seus retornos variam em ciclos opostos – quando duas variáveis variam num mesmo sentido elas têm covariância positiva e se variam em sentidos opostos elas têm covariância negativa.

O grau de relacionamento entre as variáveis é medido pelo coeficiente de correlação que varia de -1 a 1 .

No Anexo A foi incluída a fórmula para cálculo da covariância e o desenvolvimento dela para permitir o cálculo de uma forma mais rápida.

No Anexo A foi incluído um programa para ser instalado na HP-12C para calcular a covariância.

No Anexo A são apresentadas rotinas para a HP-12C, que permitem calcular: a média aritmética simples, a média aritmética ponderada, o desvio padrão e o coeficiente de correlação.

2.3.6 Coeficiente Beta

Sua finalidade é medir o risco não-diversificado.

Para Gitman (1997, 222) “é um índice do grau de movimento do retorno de um ativo em resposta à mudança no *retorno de mercado*”.

Brigham e Houston (1999) ilustram a volatilidade de três ações representando graficamente a seguinte tabela.

Tabela 3 – Volatilidade das ações H, A e L

Ano	\bar{K}_M	Ação H	Ação A	Ação L
1993	10	10	10	10
1994	20	30	20	15
1995	-10	-30	-10	0

No ano de 1993 o “mercado” era constituído por uma carteira composta pelas ações H, A, e L. O retorno total, neste ano, foi $\bar{K}_M = 10\%$.

No ano de 1994 a carteira obteve uma alta, obtendo $\bar{K}_M = 20\%$. A ação H triplicou sua rentabilidade, a ação A dobrou a sua e a ação L subiu apenas 5%.

No ano de 1995 a carteira teve uma queda acentuada, $\bar{K}_M = -10\%$. As ações, também experimentaram quedas. A ação H caiu para -30% , a ação A para -10% e a ação L não teve rentabilidade e nem teve prejuízo.

É de se notar com a ilustração apresentada que as ações acompanharam as variações do mercado, porém a ação H foi mais sensível, portanto a mais volátil.

Na prática mede-se esta volatilidade em relação a uma ação próxima do índice de mercado, no caso do Brasil o índice é o IBOVESPA que se atribui $\beta = 1,0$.

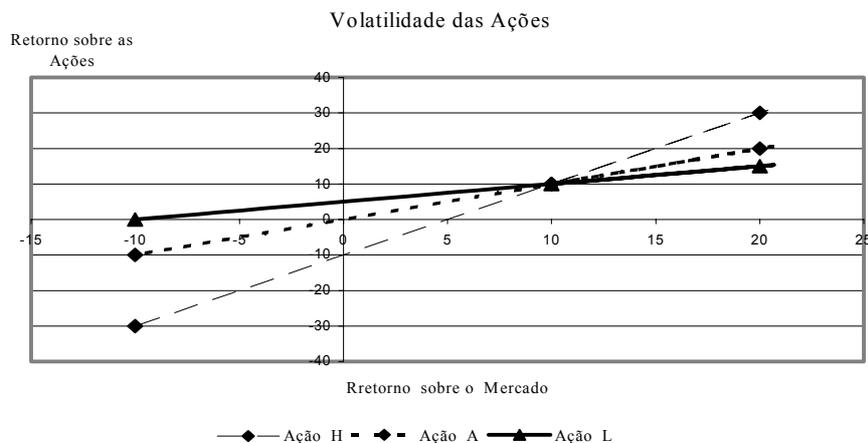


Gráfico 3: Volatilidade das ações

A inclinação das retas de regressão (coeficiente angular), tal como fica evidenciado na figura acima é o β .

3 INOVAÇÕES NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO

De acordo com um artigo escrito na Revista Banas Qualidade, em fevereiro de 2003, em mercado instável e competitivo surge o valor da inovação, motivando uma demanda da competição.

O artigo enfatiza que a necessidade da inovação é cada vez mais evidente nas organizações. Empresas como a 3M, GE, Xerox, Nokia, Embraer, Du Pont, Siemens são diferenciadas, basicamente, pela estratégia de competir e liderar, ou seja pela Inovação.

Um dos fatores apontados que explica o fato de as mencionadas empresas manterem o sucesso por tanto tempo é a busca prioritária da geração do conhecimento e da tecnologia, mantendo-se a frente dos concorrentes. Numa perspectiva técnica, a inovação pode ser vista como o resultado de demandas geradas pela competição e num ambiente preparado para que ela venha a ocorrer.

Segundo Porter (1986, p. 61), as organizações competitivas devem apresentar estratégias de baixo custo e diferenciação.

É importante destacar a posição dele quando afirma:

A estratégia competitiva envolve o posicionamento de um negócio de modo a maximizar o valor das características que o distinguem de seu concorrente. Em consequência, um aspecto central da formulação de estratégia é a análise detalhada da concorrência. PORTER (1986, p. 61)

Nota-se nas afirmações de Porter (1986) que no processo de formulação das estratégias a observação atenta do mercado focada no concorrente pode representar o diferencial competitivo que a empresa busca em sua trajetória. Entende-se a necessidade de que essa análise seja minuciosa e extensiva, isto é, envolvendo aspectos administrativos e financeiros.

Segundo Galesne; Fensterseifer e Lamb (1999, p. 253), existe aparentemente um conflito entre finanças e estratégia, o qual pode ser explicado sob três aspectos: (a) linguagem e cultura; (b) análise do fluxo de caixa descontado pode estar sendo mal aplicada e (c) a possibilidade de eventualmente o método de fluxo de caixa descontado falhar em aplicações estratégicas, mesmo quando corretamente aplicado.

Informam ainda os autores que os conflitos práticos entre finanças e estratégias devem-se em parte à críticas recentes dirigidas à empresas norte-americanas por concentrarem-se em resultados de curto prazo às expensas do longo prazo. Como a

filosofia das grandes organizações centra seus objetivos em resultados trimestrais, exigindo de seus gestores maiores retornos financeiros, a base do processo decisório e de alocação de capital passa a ser fortemente centrada em critérios financeiros.

Para que se desfaça qualquer tendência a adesão a critérios única e exclusivamente financeiros, vale destacar que estudos relativamente recentes que investigaram se o movimento dos preços das ações estão associados as informações contidas nas medidas de qualidade dos produtos, encontrou-se uma relação positiva entre estas e o retorno das ações, o que significa que as medidas de qualidade contêm informações, além das refletidas nos indicadores de curto prazo, sobre o desempenho de longo prazo das empresas. GALESNE; FENSTERSEIFER e LAMB (1999, p. 254)

Damodaran (1997, p. 11) preconiza que os analistas na prática utilizam uma larga gama de modelos do mais simples aos mais complexos. Estes modelos freqüentemente fazem diversas suposições a respeito da precificação, mas compartilham algumas características comuns que podem ser classificadas em termos amplos.

Em termos gerais, existem três abordagens para uma avaliação:

A primeira é a **avaliação por fluxo de caixa descontado que**

Relaciona o valor de um ativo ao valor dos fluxos de caixa futuros esperados relativos aquele ativo;

A segunda é a **avaliação relativa que**

Estima o valor de um ativo enfocando a precificação de ativos “comparáveis” relativamente a uma variável comum como, por exemplo, lucro;

A terceira que é a **avaliação de direitos contingentes que**

Utiliza modelos de opções para medir o valor de ativos que possuam características de opções.

Com relação à avaliação dos fluxos de caixa descontados, têm-se a disposição os considerados métodos tradicionais de avaliação de projetos excludentes. Segue uma exposição das principais metodologias utilizadas nas análises dessa natureza.

Segundo Brasil (2002, p. 7), existe mais de uma maneira de se implementar determinado investimento. Trata-se da realização de projetos excludentes que demandam uma decisão definida. O autor exemplifica afirmando que uma aplicação de capital em uma linha de transmissão pode ser feita através de torres de estrutura metálica, torres de concreto ou mesmo de cabos isolados subterrâneos. Também pode uma empresa optar por instalar equipamentos de informática de maneira descentralizada e em rede ou montar um *pool* centralizado de equipamentos.

Prosseguindo Brasil (2002, p. 7) diz que essas alternativas excludentes, em geral, se estabelecem em virtude da multiplicidade de tecnologias disponíveis. O importante é escolher a mais adequada em termos financeiros.

Damodaran (2000, p. 178), entende que os analistas de projetos de investimento não devem se cingir a análise dos fluxos de caixa esperados e taxas de desconto, pois o modelo é suficientemente genérico para ser aplicado a qualquer tipo de ativo, sendo assim, é melhor visualizarem e considerarem uma ampla gama de opções embutidas nos projetos.

Para Securato e Ferreira (2000, p. 3) diz que a partir dos anos 80, surgiu uma nova ordem mundial como consequência de alguns fatores como o aprimoramento constante da microeletrônica, tecnologias avançadas de comunicação e de transportes. Eles, como outros autores, denominaram-na globalização. Ela tornou possível a integração dos mercados financeiros e provocou o surgimento de corporações multinacionais. Face as mudanças de paradigma comportamental ora em curso, torna-se relevante a obtenção de informações quantitativas

A dinâmica moderna de gestão está a exigir dos Administradores uma inteiração diuturna do que ocorre dentro e fora dos limites de sua organização, em função da extrema velocidade com que ocorrem as movimentações e as mudanças nos mercados, visando uma posição à frente dos concorrentes no atendimento rápido da satisfação dos clientes.

Para utilizar, convenientemente, qualquer ferramenta de gestão o empresário necessita de informações detalhadas e recentes das perspectivas presentes e futuras do mercado, que permitam tomadas de decisões estratégicas, quando da criação de valor resultante de investimentos em ativos reais. A empresa deve

assimilar os novos paradigmas resultantes da globalização para se tornar flexível, ágil, inovadora, produzir com qualidade e produtividade.

A informação propicia o apoio necessário na formulação das estratégias. O aprendizado dos diferentes usos da informação dão a empresa “(...) a capacidade de impor barreiras de entrada entre os segmentos de negócios, ou seja, mais difícil se torna à supremacia dos concorrentes nessa estratégia”. (LAUDON & LAUDON, 1999, p. 23).

Segundo Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999, p.12), em geral, os empresários brasileiros, até o início dos anos 90, enfrentavam a acirrada concorrência mundial sem se preocuparem com novos métodos de análise dos negócios.

Para competir as empresas têm que ter uma preocupação contínua em inovar e adequar o seu produto, de tal forma, que ele preencha todas as expectativas do consumidor. Têm que investir em ativos tangíveis e intangíveis. Não basta investir em instalações e possuir os equipamentos mais modernos. É preciso não descuidar da qualidade, da imagem e das patentes. Há que se considerar o aspecto estratégico dos investimentos e não se limitar, somente, aos fluxos de caixa descontados, que não propiciam a visão do valor estratégico associado ao investimento.

A flexibilidade operacional, “(...) a sinergia do projeto com as atividades atuais da empresa ou com outros projetos...” (Galesne, Fensterseifer, Lamb, 1999, p. 252), balizam perspectivas futuras. Deve-se buscar a integração entre finanças e estratégia.

3.1 Avaliação por direitos contingentes

No campo da avaliação por direitos contingentes, Damodaram (2002, p. 19) explica que um direito contingente ou opção é um ativo que se paga somente sob determinadas contingências, se o valor do ativo subjacente exceder o valor preestabelecido para uma opção de venda, ou atingir um valor menor do que o preestabelecido para uma opção de compra. Segundo o autor muitos trabalhos tem sido desenvolvidos ao longo dos últimos vinte anos no desenvolvimento de modelos de precificação de opções, e estes modelos de precificação de opções podem ser utilizados para avaliar quaisquer ativos.

3.2 Uma nova tendência de análise

Damodaram (1997, p. 461) informa que é natural não se associar a teoria de precificação de opções a avaliação do patrimônio líquido, ou de ativos. Ocorre que o modelo de precificação de opções pode ser utilizado para avaliar qualquer ativo que possua característica das opções, desde que se tome algum cuidado.

Numa visão geral é possível afirmar que quando a teoria de precificação de opções é utilizada, existem alguns pontos que precisam ser observados, tais como: o ativo subjacente não é negociado em bolsa, o preço do ativo segue um processo contínuo, a variância é conhecida e não se altera ao longo da vida da opção, além de que o exercício instantâneo.

A avaliação pelo fluxo de caixa descontado, se baseia nas previsões do fluxo de caixa e no valor presente desses fluxos de caixa, após a aplicação da taxa de desconto adequada, oferecendo uma estimativa do valor do patrimônio ou da empresa e também de projetos.

Rigolon (2002, p. 5) expõe de forma mais clara o que fundamenta a analogia de se analisar um investimento como uma opção.

O modelo de opções reais tem como base de avaliação os mesmos modelos de avaliação de opções desenvolvidos para mercado financeiro, razão pela qual é utilizada a analogia entre as modalidades de investimento.

Irreversibilidade, incerteza e possibilidade de adiamento são três características importantes das decisões de investimento. Na prática, as decisões dos investidores levam em conta cada uma delas e as suas interações. Como a abordagem de opções é uma tentativa de modelar teoricamente as decisões dos investidores, o seu melhor entendimento requer, antes de tudo, uma análise mais cuidadosa dessas características (Dixit e Pindyck, 1994, apud Rigolon, 2002)

Por que uma despesa de investimento é um custo afundado e, portanto, irreversível?

Inicialmente, os investimentos específicos de uma firma ou de uma indústria são em grande parte custos afundados. Investimentos em propaganda, por exemplo, são específicos de cada firma e irrecuperáveis nesse sentido. Por sua vez, uma montadora de automóveis é específica dessa indústria. Um investimento

malsucedido nesse caso só teria chances de ser recuperado pela venda da planta a outra firma da mesma indústria, provavelmente com um desconto bastante elevado.

Por outro lado, investimentos não-específicos de firmas ou indústrias são parcialmente irreversíveis. Computadores, caminhões e equipamentos de escritório, por exemplo, podem ser revendidos a firmas de diferentes indústrias, mas a preços inferiores ao custo de reposição.

De outra forma, a irreversibilidade pode ser produzida pela regulação ou por arranjos institucionais. Parte dos investimentos em concessões de serviços públicos reverte para o governo no final da concessão ou no caso de descumprimento do contrato. Controles de capitais podem limitar a venda de ativos por investidores externos, enquanto o investimento em capital humano também é parcialmente irreversível, devido aos custos elevados de admissão, treinamento e demissão.

A incerteza sobre o futuro é a segunda característica importante da decisão de investir. Os valores do projeto e da opção de investir e a própria decisão de investir são afetados pela incerteza associada a variáveis relevantes, como o preço do produto, o custo dos insumos, a taxa de juros, a taxa de câmbio, a oferta de crédito e a regulação. Outra característica é a possibilidade de adiamento do investimento. Evidentemente, as firmas nem sempre têm essa possibilidade. Considerações estratégicas podem forçá-las a antecipar investimentos para inibir o crescimento dos competidores efetivos ou a entrada de competidores potenciais na indústria. Entretanto, na maioria dos casos, o adiamento dos projetos é factível. A firma deve sempre comparar o custo de adiar – o risco de entrada de novas firmas na indústria ou a perda de fluxos de caixa – com os benefícios de esperar informação nova para subsidiar a decisão de investir. Estes podem ser grandes o suficiente para justificar os adiamentos.

As características de irreversibilidade, incerteza e possibilidade de adiamento são análogas em oportunidade de investimento e a opção financeira. Segundo Dixit e Pindyck (Dixit e Pindyck, 1994, apud RIGOLON, 2002)

uma firma com uma oportunidade de investimento irreversível carrega uma opção de investir no futuro (ou de esperar); ela tem o direito – mas não a obrigação – de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Quando a firma investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao seu valor. O exercício da opção (o investimento) é irreversível, mas a firma sempre tem a possibilidade de preservar o valor de sua opção (adiar o investimento) até que as condições de mercado se tornem mais favoráveis.

3.3 Opções

As opções que segundo Silva Neto (2000, p. 17) constituem um instrumento que dá a seu titular ou comprador, um direito futuro sobre algo, mas não uma obrigação futura, caso solicitado pelo comprador da opção.

O autor explica que em países onde o mercado financeiro se encontra desenvolvido e oferece formas eficientes de gestão de risco e capital, é negociado um tipo especial de contrato de liquidação futura, conhecido como contrato de opções. Esse contrato é negociado tanto em Bolsas quanto em Balcão, onde não necessariamente está sujeito a um padrão.

Expondo uma visão mais clara do que seja um contrato de opção, Silva Neto (1999, p. 18) exemplifica afirmando que:

um contrato de seguro é um bom exemplo de opção. O segurado (ou titular da opção) tem o direito de ser ressarcido caso haja um sinistro, mas não tem nenhuma obrigação futura. O vendedor da opção, ou seguradora, tem a obrigação de pagar ao comprador, se o sinistro ocorrer e assim lhe for solicitado. Por adquirir esta obrigação, o vendedor da opção recebe um pagamento.

Outro exemplo que também ilustra com clareza o que vem a ser uma opção é o contrato particular de compromisso de compra e venda de um imóvel com pagamento à vista. Normalmente este contrato é firmado entre o comprador e o vendedor antes da escritura. No contrato, o comprador adquire o direito de comprar o imóvel mediante o pagamento de um adiantamento. O vendedor do imóvel assume a obrigação de vendê-lo ao comprador, pelo preço acordado recebendo o adiantamento. Caso o comprador do imóvel encontre outro por preço bem inferior, cuja diferença cubra o sinal dado e ainda ofereça alguma vantagem, muito provavelmente cancelará o contrato e o vendedor do imóvel ficará com o adiantamento como recompensa. Já o vendedor por sua vez nunca poderá desistir do negócio, pois está comprometido de maneira irrevogável com o comprador. Nota-se que pode ser considerada de maneira análoga uma opção uma das partes tem o direito, mas não a obrigação e outra tem a obrigação por isso recebe o prêmio.

Nota-se através da análise de todo exposto que os métodos tradicionais ganham certa obsolescência em face do atual panorama do mercado financeiro que se baseia na velocidade da informação em um mundo globalizado.

Destaque-se que entre os métodos tradicionais o mais utilizado, pelos empresários e especialistas, é a análise do *VPL* – Valor Presente Líquido, o qual

perde terreno pelo rigor que representa, não mais compatível com o cenário atual. (Copeland e Antikarov, 2001, p. 6)

Silva Neto (1999, p. 20) informa que como existem muitas opções em negociação, as Bolsas criaram um sistema de classificação que individualiza cada um dos grupos de contrato, facilitando a negociação dos mesmos. Este sistema admite classificação por tipo, classe e série.

Segundo o autor, essa classificação é feita conforme o ativo objeto, prazo de vencimento e preço de exercício. Sempre que se refere a uma opção, estes três fatores devem obrigatoriamente ser conhecidos.

O tipo de uma opção pode ser definido por ser ela uma *call* (opção de compra) ou uma *put* (opção de venda). A classe de uma opção é definida pelo prazo de vencimento (data de vencimento ou último dia de exercício). A série da opção é dada por seu preço de exercício. (SILVA NETO, 1999, p 21)

Figueiredo (2002, p. 73), com mais especificidade, informa que a opção pode ser classificada em americana – aquela que pode ser exercida a qualquer momento até a data do vencimento – e em europeia – aquela que só pode ser exercida na data do vencimento. No Brasil ocorrem as duas. A americana é mais interessante em um mercado de pouca liquidez. O titular de uma opção americana não podendo fechar a posição no mercado exerce o seu direito e sai na hora que o desejar.

O autor explica que existem basicamente cinco variáveis que afetam o preço das opções:

S – preço à vista do ativo-objeto

E – preço de exercício

r – taxa de juros livre de risco

t – tempo até o vencimento

σ - volatilidade do ativo-objeto.

3.4 Volatilidade

Segundo Bessada (2000, p. 225) a volatilidade, em finanças, tem um destaque de muito realce em razão do seu conceito. Estimar e prever a volatilidade de ativos e índices tem importância fundamental no gerenciamento de risco de carteiras de investimento, operações com opções e desenvolvimento de novos produtos etc.

Para Silva Neto (1996, p. 154) a volatilidade de um ativo é a variação de preço, ou seja, a incerteza quanto aos retornos esperados, medida pelo desvio padrão (σ) em relação à média (μ), expresso em porcentagem, em um determinado período.

Dentre os tipos de volatilidade (histórica, atual, futura, prevista ou projetada, implícita), Bessada (2000, p. 225) afirma que a de maior interesse não pode ser determinada, ou seja, a futura. Isso porque indica a probabilidade de o ativo-objeto assumir determinado preço até a data do vencimento e a probabilidade da opção ser exercida com lucro. Se fosse possível determiná-la o preço teórico aproximar-se-ia da perfeição. Não sendo possível determiná-la, concretamente, temos de estimá-la para calcular o prêmio justo da opção.

Silva Neto (1996, p. 154) afirma que, de um modo geral, pode-se dizer que a compra de uma opção sempre será lucrativa quando a expectativa para a volatilidade futura crescer, isto é, aumentar a possibilidade do ativo objeto atingir preços maiores ou menores do que os anteriormente esperados.

3.5 Precificação das Opções

Segundo Brasil (2001, p. 173), as opções financeiras têm por base ativos que são negociados no mercado de capitais (ações, índices, moedas etc.) ao passo que as opções reais têm por base oportunidades estratégicas contidas nos projetos de investimento, e que não são diretamente negociáveis no mercado. A negociação das flexibilidades embutidas nas opções reais decorre da implementação dos projetos e da negociação deles entre agentes. A utilização do modelo de opções reais torna-se interessante quando o investimento admite revisões durante sua vida útil; quando as oportunidades estratégicas são mais importantes do que o fluxo de caixa em si; quando existem decisões contingenciais; quando for interessante esperar por mais informações; quando a flexibilidade gerencial é evidente, numa condição altamente incerta.

Essas proposições a respeito das opções são válidas também para as opções reais, cujo ativo-objeto são as flexibilidades gerenciais. A utilização do modelo de opções reais na avaliação de investimentos envolve as projeções dos fluxos de caixa esperados; o levantamento das flexibilidades gerenciais e a precificação das opções representativas dessas flexibilidades. O resultado da precificação representa exatamente o valor das opções reais, que deverá ser somado ao VPL tradicional. O

valor justo das opções reais segue a rotina dos modelos de precificação que abrange a utilização de modelos contínuos, como a conhecida fórmula de Black, Scholes & Merton; ou a adoção de modelos discretos, do tipo binomial ou trinomial; ou, ainda, simulações do tipo Montecarlo, em que algumas variáveis determinantes cruciais são trabalhadas através de “canhões de números aleatórios”, acoplados a distribuições de probabilidade específicas para cada variável crucial.

Esses modelos de precificação são todos muito interessantes, mas sua aplicação implica considerar seus pressupostos. São eles (Wilmott, 1998 *apud* Brasil, 2001, p. 5) o preço do ativo-objeto segue caminho aleatório lognormal (*random walk lognormal*), ou seja, varia ao longo do tempo de acordo com um processo Browniano Geométrico; (b) o ativo-objeto não distribui dividendos ou qualquer outra espécie de fluxo de caixa intermediário; (c) a taxa de juros livre de risco é função do tempo; (d) os custos de transação de títulos são nulos; (e) não há oportunidades de arbitragem; (f) os agentes estão sempre protegidos (*hedgeados*), podendo lançar mão de *short sales*.

3.5.1 O Modelo CAPM

Segundo Costa Jr., Menezes e Lemgruber (2000, p. 85) a área de finanças experimentou um avanço significativo em virtude da notável evolução de vários conceitos que antes careciam de fundamentação teórica. Hoje a noção de risco é o foco principal do Modelo de Formação de Preços de Ativos – *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Este, de acordo com os autores, é um dos principais paradigmas usados na decisão sobre investimentos em ativos de risco, quer sejam ações, debêntures, commodities e até mesmo em seleção de projetos. (COSTA JR. et al. 2000, p. 85).

Para os autores o modelo CAPM desenvolvido por Sharpe em 1964 define que:

o retorno esperado de equilíbrio para qualquer ativo de risco é uma função linear de sua co-variância com os retornos da carteira de mercado dividida pela variância dos retornos desta última, e a carteira de mercado é composta por todos os ativos de risco negociados na economia, proporcionalmente a seu valor.

A divisão da co-variância entre os retornos de um ativo e os retornos da carteira de mercado dividida por sua variância é denominada coeficiente BETA – coeficiente de risco sistemático do ativo.

Os autores oferecem a seguinte expressão para o cálculo do CAPM:

$$E(R_j) = R_F + [E(R_M) - R_F] \beta_j$$

onde

$E(R_j)$ é o valor esperado do retorno do ativo j

R_F é o retorno de um ativo livre de risco

$E(R_M)$ é o valor esperado do retorno da carteira de mercado

β_j é o coeficiente de risco sistemático do ativo j , calculado por:

$$\frac{\text{COV}(R_j, R_M)}{\text{VAR}(R_M)}$$

3.5.1.1 Estimativa do coeficiente beta

Segundo Costa Jr., Menezes e Lemgruber (2000, p. 86) faz-se a regressão entre os retornos históricos da ação, ou de outro ativo de risco considerado, e os retornos históricos da carteira de mercado, durante uma amostra de tempo considerada típica para refletir o relacionamento entre a ação e a carteira de mercado. A regressão proposta pelos autores é chamada de Modelo de Mercado e admite uma relação entre as variáveis R_j e R_M , calculada usando-se a expressão:

$$R_{j,t} = a_j + b_j R_{M,t} + e_{j,t}$$

onde

$R_{j,t}$ é o retorno do ativo j , no período t

$R_{M,t}$ é o retorno da carteira de mercado, no período

a_j e b_j são os parâmetros, específicos do ativo j a serem estimados com base nos dados históricos

$e_{j,t}$ é o erro aleatório, suposto independente e identicamente distribuído e com valor esperado igual a zero.

b_j é o coeficiente BETA definido no CAPM e é a inclinação da reta.

Segundo Costa Jr. e Neves (2000, p. 99) nos últimos anos surgiram trabalhos discordantes do uso do beta como medida do risco de um ativo, estribados em três argumentos;

1º Pesquisas de estudiosos defendem a tese de se medir respostas sistemáticas a outras variáveis macroeconômicas (taxa de juros, câmbio etc) e fatores

relacionados ao preço das ações (índice preço/ lucro, índice valor patrimonial da ação/preço etc).

2º Pesquisas de estudiosos (Lakonishok e Shapiro, 1986) encontraram evidências empíricas de que retornos de ativos são influenciados por medidas de riscos não sistemáticos como a variância total dos retornos de ações de empresas pequenas.

3º Pesquisas de estudiosos (Fama e French, 1992) encontraram evidências empíricas indicando a não existência de relação sistemática entre o beta e os retornos de ativos.

Para Costa Jr. e Neves (2000, p. 100), em conjunto, os dois primeiros argumentos indicam que o beta é incompleto como medida de risco e o terceiro argumento implica que não ocorre *trade-off* entre o risco-beta e o retorno, ou seja, o beta não mede risco.

No artigo de 1992, Fama e French, apud Costa Jr. e Neves (2000, p. 99) foram analisados 50 anos de retornos mensais das ações norte-americanas (1941-1990) que diferiram dos resultados anteriores de Fama e Macbeth (1973) - provavelmente a mais respeitada prova da validade do CAPM – e afirmaram que os testes empíricos realizados no período de 1963 a 1990 não puderam evidenciar a mais básica afirmação do modelo, de que os retornos médios das ações são positivamente correlacionados com os betas de mercado.

Costa Jr. e Neves (2000, p. 100), realizaram uma pesquisa utilizando na amostra dados de todas as ações do banco de dados da Economática Ltda com cotações mensais no período de no mínimo 48 meses e cotações mensais consecutivas por um período de no mínimo 12 meses. Desta forma obtiveram uma amostra de 117 ações do período de janeiro de 1986 a fevereiro de 1996. No estudo usaram as variáveis fundamentalistas: índice de preço/lucro (P/L); valor de mercado (VM); índice valor patrimonial da ação/preço (VPA/P). Os resultados evidenciaram:

- Relação negativa entre a rentabilidade média das carteiras e as variáveis índice preço/lucro e valor de mercado;
- Relação positiva entre a rentabilidade e o índice valor patrimonial da ação/preço;

- Que apesar das três variáveis explicarem a relação risco–retorno a variável Beta foi a que ofereceu maior realce;
- Que a controvérsia entre o uso do modelo unidimensional do CAPM e o uso de modelos multidimensionais está longe de ser resolvida;
- Que os problemas nos testes empíricos do CAPM podem ter ocorridos, ou por falhas do modelo, ou das ineficiências do mercado por não precificar corretamente as ações e os ativos;
- Que as variáveis fundamentalistas estão muito relacionadas com os preços das ações ocasionando redundâncias quando da explicação das rentabilidades das ações.

Os autores sugerem a realização de outras abordagens:

- Estendendo a análise para um período econômico de maior estabilidade, com baixos níveis de inflação como aconteceu no período do Plano Real;
- Verificando se índices que não são influenciados por diferentes práticas contábeis, tais como, vendas/preço seriam mais indicados para análise empreendida;
- Utilizando dados de outros países emergentes para um confronto de resultados com outros ambientes econômicos.

Ainda que perdurem discordâncias os profissionais do mercado e acadêmicos, segundo, Costa Jr. e Neves (2000, p. 100), utilizam o beta como a medida de risco.

A preferência, provavelmente, é devido a facilidade de se usar um único fator para permitir a análise do custo de capital e da taxa de retorno esperada no fluxo de caixa de um investimento.

3.5.2 Modelo Black e Sholes

Para Figueiredo (2002, p. 77), o modelo de Black e Scholes, apresentado em 1973, por Fischer Black e Myron Scholes representou um grande avanço na área de finanças, ao mostrar como os preços teóricos de opções podem ser determinados. Na prática, o modelo é amplamente utilizado por agentes econômicos na precificação de opções européias, mas pode ser aplicado em ações americanas de compra que não pagam dividendos, já que nunca devem ser exercidas antes do tempo.

A principal hipótese do modelo é a de que os preços do ativo seguem uma distribuição *lognormal* (logaritmo naturalmente distribuído), isto é, a distribuição probabilística dos retornos do ativo em uma data futura, calculados de forma contínua e composta a partir dos seus preços é normal.

Esses modelos de *pricing* são todos muito interessantes, mas sua aplicação implica considerar seus pressupostos. São eles (Wilmott, 1998 *apud* Brasil, 2001, p. 5) o preço do ativo-objeto segue caminho aleatório lognormal (*random walk lognormal*), ou seja, varia ao longo do tempo de acordo com um processo Browniano Geométrico; (b) o ativo-objeto não distribui dividendos ou qualquer outra espécie de fluxo de caixa intermediário; (c) a taxa de juros livre de risco é função do tempo; (d) os custos de transação de títulos são nulos; (e) não há oportunidades de arbitragem; (f) os agentes estão sempre protegidos (*hedged*), podendo lançar mão de *short sales*.

A equação de pricing de Black & Scholes se baseia na idéia de um portfólio, que garante ao investidor retorno igual ao da taxa livre de risco, dada a impossibilidade de se fazer arbitragens “pró lucros-extras” com os ativos do portfólio. A derivação da equação de B&S é obtida através da aplicação do Ito Lemma e é sintetizada através das funções abaixo:

$$c = S.N(d_1) - Xe^{-r.T}N(d_2)$$

$$p = Xe^{-r.T}N(-d_2) - S.N(d_1)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

para

S = valor à vista do ativo-objeto

X = preço de exercício da opção

r = taxa de juros anualizada (capitalização contínua)

e = algarismo neperiano = 2,71828...

σ = desvio padrão anual da taxa contínua de retorno do ativo-objeto

T = tempo em anos até o vencimento da opção

$N(d)$ = probabilidade com que uma variável aleatória, de distribuição normal padronizada, seja menor ou igual a d .

Segundo Brasil (2001, p. 6) O modelo de B&S pode ser ajustado, de maneira a se considerar variações na taxa livre de risco, dentro do período de vigência da opção ou absorver o impacto da distribuição de dividendos.

3.5.3 Modelo Binomial

Casarotto Filho e Kopittke (1990, p. 217) definem árvore de decisão como uma maneira gráfica de visualizar as conseqüências de decisões atuais e futuras, apurando ainda a ocorrência de eventos aleatórios. A árvore de decisões proporciona ao investidor uma visão geral do investimento, reduzindo em muito os riscos existentes no projeto, evidenciando também as opções, as vantagens financeiras inerentes as diversas ações que podem ser estrategicamente definidas.

Especificados os parâmetros u , d , e p , e dados o valor inicial do ativo-objeto e o número n de passos ou períodos (intervalos de tempo entre a data atual e a maturidade da opção), a árvore binomial é preenchida, conforme esquema abaixo de três períodos: onde S é o preço inicial do ativo-objeto (uma ação, por exemplo), T é o tempo restante até o vencimento da opção em anos, r é a taxa de juros livre de risco anual composta continuamente, e $\exp(x)$ é o número neperiano (2,718281828) elevado à potência x . Como, na figura acima, $d = 1/u$, tem-se, por exemplo, que $S \cdot u^2 = S \cdot u$

Na Figura 3, vê-se que, no final do terceiro e último período, o valor de uma opção de compra do tipo européia ou americana é igual ao Máximo $\{S_t - E; 0\}$ onde S_i é o preço do ativo-objeto no estado i , e E é o preço de exercício da opção. No caso de uma opção de venda, o valor é calculado pela expressão Máximo $\{E - S_t; 0\}$. Em uma árvore binomial, o valor das opções é calculado primeiramente nos nós finais do último período, e, depois, recursivamente, como descrito a seguir, até o nó inicial.

Nos demais nós da árvore, do período $n-1$ até o inicial (0), o valor da opção de compra européia no nó j é obtido através da fórmula:

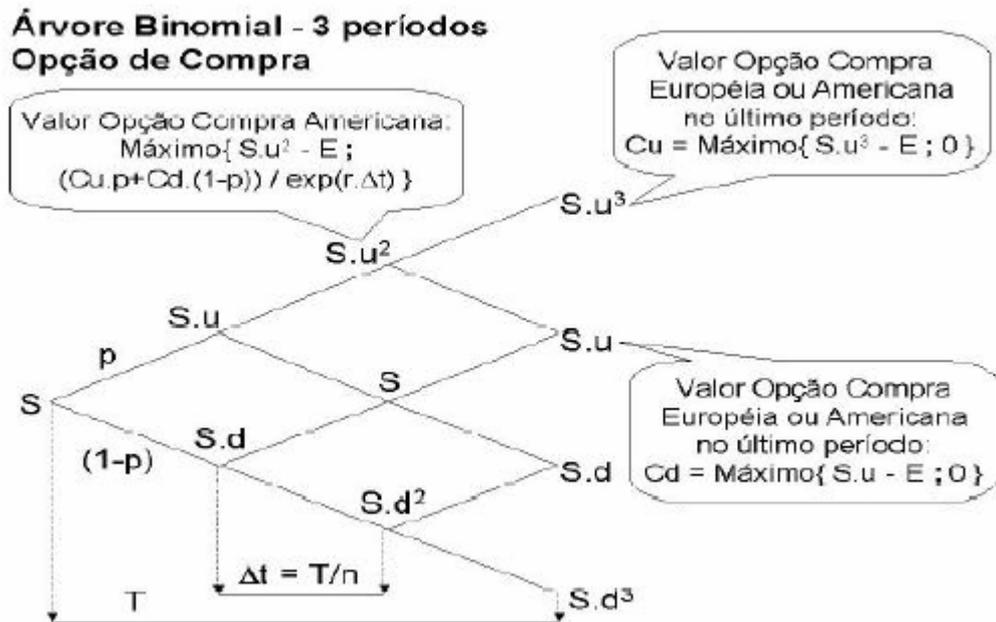
$$C_j = [p \cdot C_{u_j} + (1 - p) \cdot C_{d_j}] / e^{r \cdot \Delta t}$$

Onde

C_j é o valor da opção no nó j

p é calculado pela expressão $p = \frac{e^{r \cdot \Delta t} - d}{u - d}$

C_{uj} é o valor da opção no nó cujo ativo-objeto aumentou u vezes em relação ao nó j ,
 C_{dj} é o valor da opção no nó cujo ativo-objeto diminuiu d vezes em relação ao nó j ,
 r é a taxa de juros livre de risco, e Δt é o intervalo de tempo entre dois períodos consecutivos.



Fonte: http://www.fgvsp.br/academico/producao/analise_metodos/metodobinomial.PDF

Figura 3 – Árvore de três períodos de uma opção de compra

A Figura 4 exemplifica o cálculo de uma opção de compra do tipo americana, na qual o valor do meio de cada nó é o valor do ativo objeto, e o valor acima corresponde ao exercício imediato da opção. Máximo $\{S_t - E; 0\}$ para opção de compra e; Máximo $\{E - S_t; 0\}$ para opção de venda, o valor de baixo é o calculado pela fórmula $C_j = [p \cdot C_{uj} + (1-p) \cdot C_{dj}] / e^{r \cdot \Delta t}$ e a probabilidade p é obtida através da expressão $p = \frac{e^{r \cdot \Delta t} - d}{u - d}$ e $u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}}$.

No nó onde o valor da ação é igual a 72, o valor da opção de compra americana é:

$$C_{S=72} = \text{Máximo} \left\{ \frac{p \cdot C_{S=86,40} + (1-p) \cdot C_{S=60}}{e^{r \cdot \Delta t}} ; \text{Máximo}\{S_{72} - E; 0\} \right\} =$$

$$= \text{Máximo} \left\{ \frac{0,74 \cdot 36,40 + 0,26 \cdot 10}{e^{0,1}} ; 72 - 50 \right\} = \text{Máximo}\{26,73; 20\} = 26,73$$

ou seja, a decisão foi esperar, e, não exercer a opção. O valor do nó inicial é

$$C_{S=50} = \text{Máximo} \left\{ \frac{p \cdot C_{S=60} + (1-p) \cdot C_{S=41,67}}{e^{1 \cdot 0,1}}; \text{Máximo}\{S_{=50} - E; 0\} \right\} =$$

$$= \text{Máximo} \left\{ \frac{0,74 \cdot 19,47 + 0,26 \cdot 4,49}{e^{0,1}}; 50 - 50 \right\} = \text{Máximo}\{14,10; 0\} = 14,10$$

O valor de uma opção de compra europeia pode ser calculado diretamente pela

fórmula
$$C = \frac{\left[\sum_{j=0}^n \left(\frac{n!}{j!(n-j)!} \right) p^j (1-p)^{(n-j)} \max(0, u^j d^{n-j} S - E) \right]}{(1+r)^n}$$
 que resulta

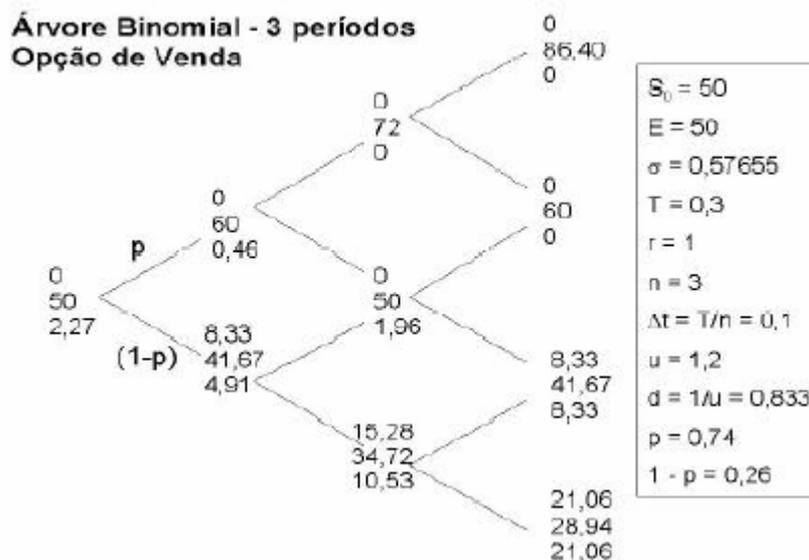
$$C = \frac{p^2 \cdot M\{Su^3 - E; 0\} + 3p^2(1-p) M\{Su - E; 0\} + 3p(1-p)^2 M\{Sd - E; 0\} + (1-p)^3 M\{Sd^3 - E; 0\}}{(e^{r \cdot \Delta t})^3} =$$

$$= \frac{0,74^2 M\{96,40 - 50; 0\} + 3 \cdot 0,74^2 \cdot 0,26 M\{60 - 50; 0\} + 3 \cdot 0,74 \cdot 0,26^2 M\{41,67 - 50; 0\} + 0,26^2 M\{28,94 - 50; 0\}}{(e^{0,1})^3} =$$

$$= \frac{0,74^2 \cdot 36,40 + 3 \cdot 0,74^2 \cdot 0,26 \cdot 10 + 3 \cdot 0,74 \cdot 0,26^3 \cdot 0}{(e^{0,1})^3} = 14,10$$

onde $M\{x; y\}$ é o maior entre os valores de x e y .

Percebe-se que os valores de uma opção de compra europeia (que não distribui dividendos), e o de uma americana (que possui os mesmos parâmetros da europeia) são iguais, conforme demonstrado por Merton (1973).



Fonte: http://www.fgvsp.br/academico/producao/analise_metodos/metodobinomial.PDF

Figura 4 – Árvore de uma opção de compra

A partir da utilização da árvore de decisões que promove a conceptualização das decisões e dos eventos conseqüência das ações planejadas, pode-se entender o modelo binomial, que segundo Figueiredo (2002, p. 95) é bastante usado na prática pelos agentes econômicos na precificação de opções americanas que não podem ter seus valores teóricos determinados pelo método de Black & Sholes.

Para Meirelles, Rebelatto & Matias (2000) o modelo binomial é utilizado para mensurar a opção de postergar o investimento. Segundo os autores, o modelo em questão foi desenvolvido por Cox, Ross & Rubinstein (1979) e se baseava nas oscilações de preço do ativo objeto em um período de tempo (Δt .)

Com base nessas informações, para avaliar uma opção se deve seguir os passos seguintes:

- Dividir a vida da ação no maior número possível de intervalos de tempo Δt ;
- O preço do ativo objeto em cada um destes intervalos parte do valor inicial do investimento (S) e gera dois novos valores (SU) e (SD). Em geral, $u > 1 > d$. A passagem de (S) para (SU) decorre de um movimento ascendente a que se atribui a probabilidade p . A passagem de (S) para (SD) resulta de um movimento descendente a que se atribui a probabilidade $(1-p)$.
- Os cálculos da média e da variância para o preço do ativo-objeto, num intervalo de tempo Δt , têm por base os parâmetros p , u e d e são obtidos pela expressão

$$S = \frac{pSu + (1-p)Sd}{1+r}$$

Onde:

S – significa o preço do ativo-objeto no início do intervalo de tempo Δt .

p – obtido com a expressão $p = \frac{(1+r) - d}{u - d}$

u – obtido com a expressão $u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$

d – obtido pela expressão: $\frac{1}{u}$

3.5.4 Simulação Montecarlo

Silva e Neto (2002, p. 197) entendem que a simulação Montecarlo faz parte dos chamados métodos numéricos, isto é, métodos de simulação de eventos empregados quando não se dispõe de uma fórmula matemática que descreva satisfatoriamente o fenômeno pesquisado.

Trata-se de uma simulação, em linhas gerais o método busca simular caminhos para a evolução de um fenômeno até encontrar uma aproximação satisfatória que o explique. Note-se que quando se emprega uma fórmula a uma variável para obtenção de um resultado, esse resultado é exato, mesmo que não reflita a realidade. No caso dos métodos numéricos não se procura uma variável exata e sim um resultado que descreva dentro de um certo limite de tolerância o comportamento do fenômeno estudado.

Em síntese a simulação Montecarlo é uma técnica de análise de risco e retorno de ativos que consiste em simular eventos futuros em computador, alimentando-o com um modelo que leve em conta as medidas de sensibilidade e distribuição de variáveis.

A idéia básica da simulação de Montecarlo, quando empregada na precificação de opções, é a de que, dada a equação estocástica que determina o comportamento do ativo-objeto, um possível caminho que este ativo-objeto pode percorrer é simulado, e o valor da opção é calculado. Este valor da opção é considerado como uma amostra aleatória dos possíveis valores que a opção pode assumir. Então, este procedimento é repetido N vezes (N =10.000 é considerado, na literatura de opções, um “bom” N), e se obtém a distribuição dos valores da opção, onde a média é uma estimativa do valor esperado da opção. Boyle (1977) utiliza este esquema para avaliação de opções do tipo européias, e sugere o uso das técnicas de variável de controle e variável antitética para redução da variância do resultado obtido na simulação. Duarte (1996) utiliza a simulação de Monte Carlo para precificação de opções européias sobre ações, determinando que o ativo-objeto, no caso, uma ação, segue um movimento geométrico Browniano regido pela equação estocástica.

O movimento geométrico Browniano é regido pela equação estocástica

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dZ$$

Onde:

S – significa o valor da ação;

μ – significa a tendência da ação;

dt – diferencial no tempo

σ – significa a volatilidade do preço da ação;

dZ – diferencial em uma variável que segue o processo de Wiener ($dZ = \varepsilon\sqrt{dt}$) sendo que ε representa um número aleatório retirado de uma distribuição normal que tem média zero e desvio padrão um).

Dessa forma, o autor assume que o preço da ação obedece a uma distribuição lognormal e estabelece a seguinte expressão:

$$S_{i+1} = S_i \left[r \frac{\sigma^2}{2} \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} \varepsilon \right]$$

Eletronicamente, a simulação pode ser realizada em três etapas:

(a) o computador escolhe ao acaso uma das variáveis do modelo, que irá variar aleatoriamente e simulará um grande número de valores possíveis para ela, de acordo com uma distribuição estatística. Em se tratando de valor futuro o computador escolheria a volatilidade e faria variar dentro dos parâmetros estabelecidos;

(b) O computador simula o caminho que o ativo objeto poderia percorrer com a volatilidade variando estocasticamente;

(c) repetir as duas primeiras operações em número suficiente de vezes, 5.000, obtendo assim 5.000 preços finais do ativo estudado e conseqüentemente sua distribuição.

Manual ou eletronicamente, a simulação Montecarlo requer a compreensão dos componentes (processos – Markov e Wiener), já acima introduzidos e agora vistos em separado:

3.5.4.1 Processo de Markov

Para Silva Neto (2000, p. 199) o processo de Markov é um processo estocástico, onde as variáveis assumem valores imprevisíveis, sendo apenas o estado presente do processo relevante para prever o futuro. Os antecedentes históricos não tem importância e não são considerados por esse método. O autor acrescenta que se admite a maioria dos preços de ativos seguindo o processo de Markov. É importante destacar que o processo de Markov admite serem incertas as previsões realizadas uma vez que são expressas em probabilidades.

3.5.4.2 Processo de Wiener

O processo de Wiener é um caso particular do processo de Markov. É muito usado para explicar a evolução de preços de ativos. Silva Neto (2000, p. 199) informa que este processo estocástico é também utilizado em física para descrever o comportamento de uma partícula sujeita a um grande número de choques moleculares – também conhecido como movimento browniano.

O autor exemplifica da seguinte maneira:

Supondo uma variável z , que por definição segue o processo de Wiener, pode-se estudar o processo e obter melhor compreensão considerando o tempo total dividido em muitos subintervalos, tão pequenos quanto se queira, que pode ser representado por Δt . Assim, pode-se definir Δz como sendo a variação em z relativa ao intervalo Δt . Um processo de Wiener é normalmente definido por duas propriedades de Δz :

$$a) \Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

Onde:

- ε é uma amostra aleatória retirada de uma normal reduzida, ou seja uma normal de média 0 e desvio-padrão 1 .
- b) os intervalos de Δz , para quaisquer intervalos de Δt , são independentes (Silva Neto, 2000, p. 199)

Encerram-se neste ponto as considerações acerca da precificação de opções, que conforme visto anteriormente pode ser aplicada por analogia a precificação de oportunidades num investimento que envolva qualquer tipo de ativo.

4 PANORAMA GERAL DA ANÁLISE DE OPÇÕES REAIS

4.1 Aspectos Históricos

A opção real, apesar de haver recebido uma roupagem técnico-científica complexa e assustadora em termos cálculos sofisticados, não possui uma mecânica difícil, prova disso são os exemplos históricos recolhidos em pesquisa, expostos a seguir.

Na Bíblia (Livro de Gênesis, 27:30) que relata a fuga de Jacó para se livrar da ira de seu irmão gêmeo Esaú, Rebeca, sua mãe, recomendou que fosse para a casa do seu irmão Labão, em Padã-Arão. Lá Jacó trabalhou durante um ano sem nenhuma remuneração. Decorrido este tempo Labão inquiriu-lhe sobre qual deveria ser o seu salário. Ele que tinha se enamorado por uma de suas filhas respondeu: – “Eu te servirei sete anos por Raquel, tua filha mais nova”.

A resposta de Jacó nada mais é que a celebração de um contrato de opção. Trabalhar sete anos, gratuitamente. Este foi o prêmio que pagou (preço de exercício), para ter o direito (não a obrigação) de desposar Raquel.

Segundo Copeland e Antikarov (2001, p. 7), entre os escritos de Aristóteles encontrava-se a história de Tales, o filósofo sofista que viveu na ilha de Milos, no Mediterrâneo. Conta a história que Tales previu que a colheita de azeitonas naquele ano seria farta e sendo assim pegou todas as suas economias e negociou junto aos proprietários de prensas de azeite o direito de alugar as máquinas na época da colheita pelo prazo habitual mediante pagamento imediato. A safra superou as expectativas e quando os plantadores buscaram as máquinas para extrair o precioso azeite, lá estava Tales, que cobrou dos interessados o preço de mercado que era então definido pela demanda e assim fez fortuna. Este é o registro histórico mais antigo de um contrato de opção real.

De maneira caracterizada, a análise de opções reais surge da analogia entre as opções financeiras e as opções reais.

Dezen (2001, p. 12) informa que uma opção real é o direito, e não a obrigação, de agir (abandonar, expandir, adiar) à um custo predeterminado, chamado de preço de exercício, durante um período de tempo determinado pela duração da opção. Diferente de uma opção financeira que modela o direito de compra ou venda de um

ativo financeiro, a opção real reflete as várias alternativas que uma companhia possui em um projeto de investimento de capital.

Após um período de experimentação da teoria de valoração de opções por parte da comunidade financeira nas bolsas de valores, diversos trabalhos foram apresentados aplicando o modelo da teoria de valoração de opções para determinar o valor de um investimento de capital, entre eles McDonald e Siegel (1985), Myers e Majd (1983), Brennan e Schwartz (1985). Nesta nova utilização da teoria de valoração de opções, o intuito era obter valores mais acertados para o resultado de um investimento de capital, capturando os diferentes caminhos que a gerência de uma empresa poderia tomar ao longo da fase de investimento e levando em consideração as incertezas do resultado deste investimento. O termo então cunhado para esta aplicação foi o de opções reais, pois o bem no qual a opção se sustenta é um bem de capital real e não um “papel” ou instrumento financeiro (contrato, ação, índice, etc.) como até então era aplicada a teoria de valoração de opções.

A idéia de que certos investimentos possuem características similares a opções já é considerada há mais de 25 anos (Myers, 1977), sendo que dentre as mais antigas aplicações das técnicas de valoração de opções para avaliação de investimentos de capital estão as usadas pela indústria de mineração (a de petróleo incluída neste contexto).

4.2 Analogia entre opções reais e opções financeiras

De acordo com Lopes (2001, p. 88), as opções financeiras são análogas às opções reais com algumas diferenças. Sinteticamente, o autor entende que, de um lado, as opções sobre ações são exclusivamente de quem possui, enquanto as opções reais podem ser partilhadas com competidores. Por outro lado, ao contrário das opções sobre ações, as opções reais não são normalmente transacionáveis, sendo as opções reais freqüentemente interdependentes, interagindo umas com as outras.

Para Copeland e Antikarov (2001, p. 112) o ativo subjacente de uma opção financeira é um valor mobiliário tal como uma ação ordinária ou um título, o que no caso das opções reais vem a ser algo tangível, como por exemplo, uma unidade de

negócios ou um projeto. Os dois tipos de opção constituem o direito e não a obrigação de empreender uma ação.

As opções financeiras por se alicerçarem em valores mobiliários negociados facilita a estimativa de seus parâmetros. O preço dos valores é em geral observável. É possível estimar a variância de seus retornos, quer seja a partir de dados históricos, quer seja através de cálculo da previsão implícita de variância de outras opções sobre o mesmo ativo. Os autores explicam que no caso das opções reais, o ativo subjacente não é negociado, o que enseja a formulação da Negação do Ativo Negociado, para realizar a estimativa do valor do ativo subjacente sem flexibilidade, utilizando para tanto os métodos tradicionais de valor presente líquido.

Ao mencionar a maneira de como estimar o valor do ativo subjacente sendo este algo tangível, os autores introduzem a importância de se conhecer a volatilidade dos ativos, indicando que um dos recursos para apuração deste valor são as técnicas de simulação.

De acordo com o magistério de Copeland e Antikarov (2001, p. 113), outra expressiva diferença entre opções financeiras e reais é que a maioria das opções financeiras é constituída de apostas secundárias, ou seja, estas não são emitidas pelas empresas cujas ações se alicerçam e sim por agentes independentes (lançador) que lançam e compram aquelas opções que foram lançadas, sendo assim o agente que lança uma opção de compra não tem nenhuma influência sobre o que a empresa faz e conseqüentemente nenhum controle sobre os preços das ações. Já no caso das opções reais é diferente, pois a gerência controla o ativo subjacente em que se alicerçam as opções. Os autores esclarecem exemplificando: Uma empresa pode ter o direito de adiar um projeto e pode fazê-lo se seu valor presente for baixo. Contudo se a empresa descobrir uma maneira de aumentar o valor presente do projeto, o valor do direito de diferir pode cair e a empresa pode optar por não adiar, em suma, o ato de melhorar o valor do ativo real subjacente também melhora o valor da opção.

A incerteza quanto à taxa de retorno de uma ação ordinária, foge completamente ao controle das pessoas que negociam esse tipo de opção, enquanto que com as

opções reais, as atividades da empresa podem afetar os concorrentes e, em consequência a natureza da incerteza com que esta empresa se depara.

Em sua dissertação de Mestrado, Dezen (2001, p. 12) informa, conforme já visto, que após um período de experimentação da teoria de valoração de opções por parte da comunidade financeira nas bolsas de valores, outros trabalhos foram apresentados, usando o modelo da teoria de valoração de opções para determinar o valor de um investimento de capital. Nesta nova utilização da teoria de valoração de opções, o intuito era obter valores mais acertados para o resultado de um investimento de capital, apurando diferentes caminhos que a gerência de uma empresa poderia tomar ao longo do investimento, considerando as incertezas do resultado deste investimento.

Citando Myers (1977), Dezen (2001, p. 13) afirma que a idéia de que certos investimentos possuem características similares a opções já é considerado há mais de 25 anos, o que evidencia não ser a essência da teoria tão moderna assim.

O quadro que se segue expõe a comparação entre uma opção sobre uma ação e uma opção real sobre um projeto de investimento.

OPÇÃO DE COMPRA DE AÇÃO	OPÇÃO REAL DE UM PROJETO
Valor Atual da ação	Valor Presente esperado do fluxo
Preço de exercício	Custo do investimento
Tempo até expiração	Tempo até desaparecer a
Incerteza do valor da ação	Incerteza do valor do projeto
Taxa de juros sem risco	Taxa de juros sem risco

Fonte: Trigeorgis, 1996/Dezen, 2001, p. 70

Quadro 2 – Comparação: opção de uma ação e uma real sobre um projeto

Dezen (2001. p. 13) diz que com a utilização de opções reais os parâmetros que influenciam o valor da opção podem ser estudados de acordo com a figura quadro 3.

Valor Presente esperado dos fluxos de Caixa gerados pelo investimento		Incerteza (volatilidade) quanto ao Valor Presente		
1	Um aumento do valor presente do Projeto aumentará o VPL (sem flexibilidade) e, portanto, também aumentará.	↑	4 Em um ambiente com flexibilidade Gerencial, um aumento de incerteza aumentará a ROA.	↑
Preço de exercício / Custo do investimento		Taxa de juros livre de risco		
2	Um custo do investimento mais alto reduzirá o VPL (sem flexibilidade) e, portanto reduzirá a ROA.	↓	5 Um aumento da taxa de juros livre de risco aumentará a ROA, uma vez que elevará o valor temporal da vantagem monetária do diferimento de custo do investimento.	↑
Prazo de vencimento		Fluxo de Caixa (dividendos) perdidos devido aos concorrentes que já completaram o investimento.		
3	Um custo do investimento mais alto reduzirá o VPL (sem flexibilidade) e, portanto reduzirá a ROA.	↑	6 Fluxos de caixa perdidos para os Concorrentes reduzirão claramente a ROA	↓

Fonte: T. Copeland, T. Koller e J. Murrin: *Measuring and Managing the Valuation of Companies*, 3. ed. Nova York, John Wiley & Sons, 2000. *Apud* Copeland e Antikarov, 2001.

Quadro 3 – Seis variáveis que determinam a análise do valor das opções reais

Em Dezen (2001, p. 14) é dito que o foco da utilização de opções reais no cálculo do valor de um projeto é apresentar o valor da flexibilidade gerencial, e em certas condições esta flexibilidade tem um valor agregado muito maior. A figura seguinte descreve quando a flexibilidade gerencial possui maior ou menor valor para o projeto.

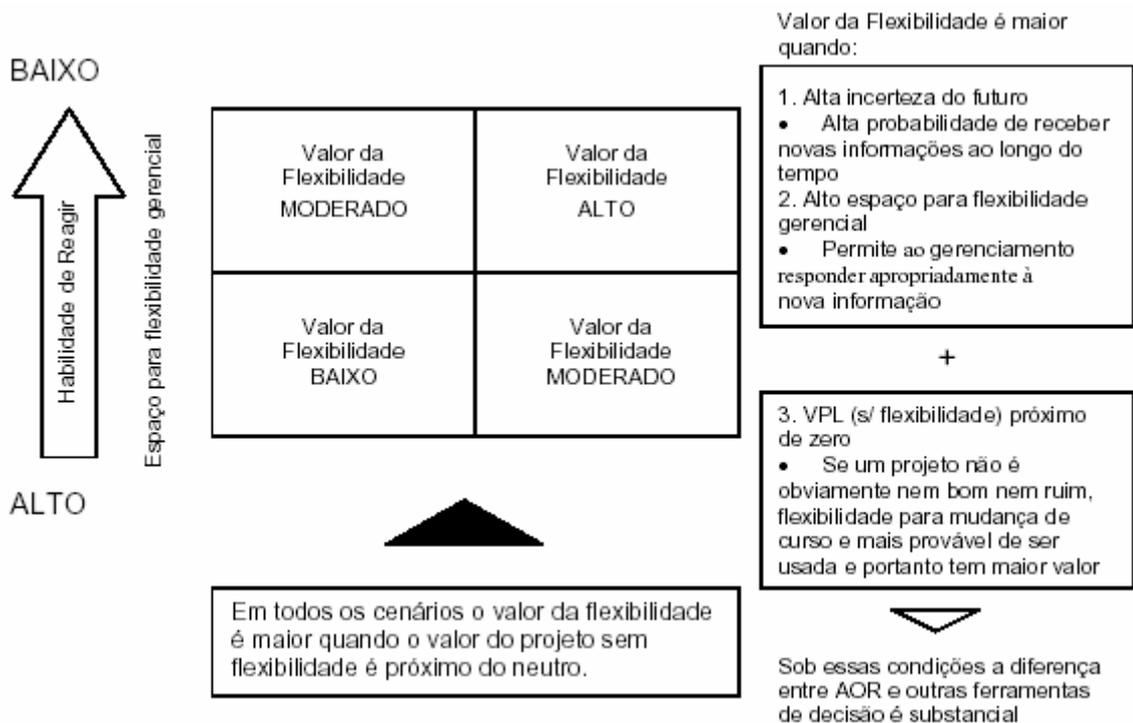
Copeland e Antikarov (2001, p. 14) costumam fazer duas perguntas para quais apresentam as respostas:

1ª – A flexibilidade gerencial não é sempre um valor positivo para a opção e, conseqüentemente, uma tentativa de justificação gerencial para produtos que deveriam ser rejeitados?

Resposta: É apresentada em duas etapas. Na primeira dizem que é adequado começar por reconhecer que a técnica do valor presente líquido subestima sistematicamente tudo, porque não consegue captar o valor da flexibilidade. Na segunda etapa dizem que, embora a flexibilidade tenha sempre um valor positivo, o preço que se tem de pagar por ela não raro supera o seu valor.

2ª – Quando é que o recurso às opções reais tem probabilidade de alterar substancialmente uma resposta?

Resposta: Retrucam apresentando a figura abaixo e complementam dizendo que as opções reais têm maior valor, quando três fatores se combinam. Quando há alto grau de incerteza os executivos têm flexibilidade para reagir, valorizando o emprego das opções reais. Prosseguem, o valor das opções reais em relação ao VPL é grande quando ele se encontra próximo a zero; se ele for alto a maioria das opções que oferecem flexibilidade terá pouca probabilidade de serem exercidas; se ele for muito negativo nenhuma flexibilidade será capaz de salvar o projeto.



Fonte: T. Copeland, T. Koller e J. Murrin: *Measuring and Managing the Valuation of Companies*, 3. ed. Nova York, John Wiley & Sons, 2000. *Apud* Copeland e Antikarov, 2001. /Dezen, 2001, p. 31.

Figura 5 – Quando a flexibilidade tem valor

4.2.1 Similaridades com mercado de opções em termos de análise

Conforme já foi mencionado, a Análise de Opções Reais nasceu da constatação de que se poderia analisar ativos reais como se fossem ativos financeiros, dado ao desempenho ótimo dos modelos utilizados na precificação de opções dos ativos negociados no mercado de futuros. Por esta razão, para se entender o funcionamento da AOR é fundamental conhecer parte da terminologia utilizada no

mercado de futuros em especial no mercado de ações, uma vez que estes termos também serão empregados na análise de ativos reais com base na teoria em questão.

Segundo Bessada (2001, p. 39) o mercado de futuros pode ser interpretado como uma sofisticação do mercado a termo, pioneiro dos preços preestabelecidos no futuro. Um contrato a termo pode ser interpretado como uma promessa de compra e venda, no qual os contratantes especificam o objeto do contrato, seu volume, estipulam o preço assim como estabelecem a data de sua entrega, que normalmente coincide com a data do pagamento.

Bessada (2000, p. 39) define mercados futuros como sendo:

Mercados futuros são mercados organizados, onde podem ser assumidos compromissos padronizados de compra ou venda (contratos) de uma determinada mercadoria, ativo financeiro ou índice econômico, para liquidação numa data futura preestabelecida. “

No mercado de futuros também são negociados os contratos de opções, que podem ser considerados uma evolução ou ramificação dos contratos futuros *commodities* mais negociados e são operados igualmente pelas bolsas de futuros e pelas bolsas de valores (no caso das opções de ações).

Circulam neste mercado, basicamente dois tipos de opções: opções de compra (*call*) e opções de venda (*put*). No mercado de opções não são negociados os ativos e sim o direito sobre eles, como bem define o autor: “Opção é o direito de uma parte comprar (ou vender), à outra parte, até determinada data, uma quantidade do título objeto a um preço preestabelecido” (BESSADA, 2000, p. 140)

No Brasil, os mercados organizados existem desde 1979, implantados pela Bolsa de Valores de São Paulo, que operava inicialmente com opções de compra coberta (modalidade onde ocorre o depósito do título objeto da operação), operando também posteriormente com o lançamento de opções de compra a descoberto, isto é, sem o depósito do título, sendo que a transação era garantida por depósito de margem de garantia.

Geralmente as opções são classificadas em dois tipos: americanas e européias. As opções americanas podem ser exercidas a todo o momento, até a data do vencimento. Já as européias, somente podem ser exercidas na data do vencimento.

Bessada (2001, p. 141) informa que no mercado brasileiro, a exemplo do que acontece no mundo todo, as opções de venda, são pouco negociadas como também as do estilo europeu, enquanto as opções de compra estilo americano, ocupam quase 100% desse mercado.

Uma síntese dos termos utilizados no mercado de opções envolve:

- titular – O que adquire o direito de exercer a opção de compra de um ativo, pagando um prêmio ou preço;
- lançador – Aquele que vende o direito de um ativo, recebendo um prêmio.
- prêmio – Valor estipulado ou preço de mercado ou cotação em bolsa de valores.
- opção de compra (*call*) – Garantia do Titular exercer o direito de compra de um ativo até uma data determinada e ao preço fixado.
- opção de venda (*put*) – Garantia do titular exercer o direito de venda até uma data determinada e ao preço fixado.
- preço de exercício – É o valor futuro pelo qual o ativo será negociado.
- vencimento – data em que cessam os direitos do titular de exercer a opção;
- séries de uma opção – opções do mesmo tipo (compra e venda), para o mesmo título objeto da operação, e com a mesma data de vencimento.

Brasil (2002, p. 130), reforçando as afirmações de Denzem (2001), informa que as opções existem há muitos anos. Segundo o autor o seguro de um automóvel, nada mais é senão um contrato de opção, uma vez que o segurado tem a opção de utilizar o valor assegurado caso haja algum sinistro.

Informa ainda Brasil (2002, p. 130) que os contratos de opção somente vieram a ser negociados a partir do início dos anos 70, no entanto, existem os *warrants* que são títulos muito parecidos com as opções e existem desde o século XIX. No início do século XVII, a bolsa de Amsterdã também já negociava títulos parecidos com opções, inclusive um movimento especulativo com as tulipas holandesas provocou uma crise financeira, devido a emissão desses títulos.

As Bolsas criaram um sistema de classificação que individualiza os grupos de contrato por tipo, classe e série. Esta classificação é elaborada segundo o ativo

objeto, prazo de vencimento e preço de exercício. Quanto a classe é baseada no prazo de vencimento (data de vencimento ou último dia de exercício). A série é dada pelo preço de exercício.

As opções podem ser classificadas de acordo com a comparação entre o preço de exercício e preço do ativo objeto.

Classificação	Opção de compra	Opção de Venda
Dentro-do-dinheiro (<i>in the money</i>)	Preço do objeto é maior do que o preço de exercício	Preço do objeto é menor do que o preço de exercício
<i>No – dinheiro</i> (<i>at the money</i>)	Preço do objeto é igual ao preço de exercício	Preço do objeto é igual ao preço de exercício
Fora - do dinheiro (<i>out - of the - money</i>)	Preço do objeto é menor do que o preço de exercício	Preço do objeto é maior do que o preço de exercício

Fonte: Derivativos: definições, emprego e risco de LAURO de A. NETO. 1999, p. 89.

Quadro 4 – Classificação das opções

A terminologia acima exposta aparecerá em diversas aplicações da AOR, dependendo dos tipos de opção que foram desenvolvidas em cada caso.

4.3 Razões que justificam a utilização da análise de opções reais

Em artigo científico intitulado Limitações dos Métodos Tradicionais na Análise de Investimentos, Pereira (2000, p. 2), informa que os anos mais recentes vieram relançar o debate em torno dos métodos de avaliação de projetos de investimento. Tal fato justifica-se por duas grandes razões, em especial.

(1) por um lado, a crescente insatisfação pelo modo como os métodos tradicionais avaliam os investimentos;

(2) por outro, o desenvolvimento das técnicas de avaliação de opções, com grande capacidade de aplicação à avaliação de projetos.

Citando Trigeorgis (1993a); Siegel, Smith e Paddock (1987), Pereira (2000, p. 2), afirma que atualmente, acadêmicos e gestores mostram-se insatisfeitos com os

métodos tradicionais, por estes não conseguirem avaliar, corretamente, todas as fontes de valor de um investimento.

Para o autor, segundo Morck, Schwartz e Stangeland (1989) as técnicas clássicas de avaliação de projetos são baseadas no pressuposto de que os fluxos de caixa seguem um padrão rígido e que podem ser previstos até um futuro distante.

O autor destaca a importância da questão dos cenários, no contexto dos métodos tradicionais afirmando que:

A incerteza ligada ao projeto, bem como as reações dos gestores à mudança das condições que o envolvem são tratadas superficialmente, aplicado-se taxas de atualização ajustadas ao risco e criando alguns cenários determinísticos. Em situações em que a incerteza e as decisões dos gestores, ao longo da vida do projeto, são importantes, as técnicas tradicionais podem levar a decisões erradas. (PEREIRA, 2000, p. 3)

Para Pereira (2000, p. 4) muito embora a metodologia das Árvores de Decisão ultrapasse alguma da rigidez associada ao VPL, através da introdução de flexibilidade no projeto, ela esbarra em duas dificuldades. Por um lado, a atribuição subjetiva de probabilidades a cada um dos ramos, conforme ensina Smith e McCardle (1998) e, por outro, a determinação da taxa apropriada de atualização ajustada ao risco, conforme ensina Trigeorgis (1988); Copeland, Koller e Murrin (1995).

Para Amran e Kulatilaka (1999), as técnicas tradicionais só funcionam corretamente quando não existem opções associadas ao projeto, ou, uma vez existindo, não se verifica qualquer tipo de incerteza.

Segundo Santos (2002, p. 8), apesar do amplo uso de técnicas tradicionais de orçamento de capital, críticas têm surgido contra o uso estático das mesmas. A crítica está no fato de que estas técnicas são baseadas somente no retorno financeiro. As técnicas usam somente fatores tangíveis e não levam em consideração os fatores intangíveis, tais como: futura vantagem competitiva, futuras oportunidades, flexibilidade gerencial. O autor informa ainda que, estas questões presentes nas técnicas de orçamento de capital tradicionais se tornam um problema, especialmente em projetos presentes em ambientes incertos (KALLBERG & LAURIN, 1997 *apud* SANTOS).

Citando outros autores, Santos (2002) assevera que a Teoria da Análise de Opções reais vem ganhando a atenção de pesquisadores e gerentes em todo o mundo, tendo havido um maior desenvolvimento nos últimos anos, uma vez que a

teoria é capaz de captar a flexibilidade gerencial na tomada de decisões de investimentos (TRIGEORGIS, 1993; KULATILAKA, 1993; DIXIT & PINDYCK, 1994; INGERSOLL & ROSS, 1992; NICHOLS, 1994, LUERHRMAN, 1998).

Com relação aos métodos tradicionais, em especial o VPL e TIR, a questão da análise e seleção de projetos, ou, numa perspectiva mais ampla, da escolha entre alternativas de investimento disponíveis para um investidor é, sem dúvida, uma das questões cruciais da teoria econômica aplicada. Normalmente, a abordagem padrão começa com uma visão geral do problema, sendo introduzidos conceitos básicos de valor do dinheiro no tempo, custo de oportunidade, mercados financeiros e taxas de juros, e uma síntese dos conceitos básicos de matemática financeira. Em seguida, estes conceitos são utilizados para definir o Valor Presente Líquido (VPL).

Para Copeland e Antikarov (2001, p. 85) o método que apura o valor presente será sempre o ponto de partida para análise de opções reais, pois é essencial a presença deste valor sem flexibilidade, como base.

Numa perspectiva mais conceitual, Santos e Pamplona (2001, p. 2), considerando as informações de Porter (1991), expõem que as mudanças que estão se processando na natureza da competição e a pressão crescente da globalização faz do investimento o fator mais importante da vantagem competitiva. O objetivo de uma empresa deve ser a criação de um sistema no qual os gerentes irão fazer investimentos que maximizem o valor em longo prazo de suas companhias, sendo que as vantagens competitivas podem se apresentar em dois tipos básicos: *menores custos* que os rivais e *habilidade de diferenciação*.

Segundo os autores, há, na atualidade, uma forte tendência a mudança no pensamento com relação a investimentos, especialmente pelo fato de se poder encarar um projeto como uma opção e não mais com a sombra da irreversibilidade, o que explica em parte as diversas críticas tecidas em desfavor dos métodos tradicionais de análise.

Recentemente muitos economistas e pesquisadores têm explorado o conceito básico de que o pensamento de investimento como opções muda expressivamente a teoria e a prática acerca do processo de tomada de decisão em investimento de capital. Nesta abordagem, o projeto é visto como uma opção que pode ser exercida ou não, segundo as condições do mercado. A Teoria das Opções Reais vale-se dos métodos de precificação de opções financeira para avaliar os projetos. Tradicionalmente as faculdades de administração e economia têm ensinado os administradores a operarem sob a premissa de que as decisões de investimento podem ser reversíveis se as condições mudarem ou, irreversíveis, à medida que forem um investimento do tipo *agora ou nunca*. Mas, tão logo tenha surgido o

pensamento de oportunidades de investimento como opções, esta premissa mudou. Irreversibilidade, incerteza e a possibilidade de se postergar o investimento (*timing*), entretanto, alteram a decisão de investimento de maneira crítica. (SANTOS e PAMPLONA, 2001, p. 3)

Utilizando termos fáticos, os autores explicam que o início de funcionamento da ALCA (Área de Livre Comércio das Américas), previsto para janeiro de 2005, contribuirá ainda mais para a incerteza nas relações comerciais. Neste ambiente de extrema competição as empresas precisam se adaptar rapidamente às mudanças, procurando investir em projetos que venham a criar opções para as corporações, ao invés de eliminá-las. Neste sentido as técnicas tradicionais de avaliação de investimentos parecem não captar o valor real de muitos projetos, o que tem ensejado a utilização de métodos mais sofisticados de avaliação de investimentos. A Teoria de Análise das Opções Reais surge neste contexto, uma vez que pode ser vista como uma abordagem estratégica e disciplinada na análise de investimentos.

As diversas mudanças ocorrentes no mundo, tais como globalização, avanço tecnológico, alta mutabilidade das informações, altos graus de risco e incerteza, obrigaram as corporações a se remodelarem frente a esta nova tendência. A inovação que o mercado do século XXI demanda impõe às empresas que estas sejam precisas porém flexíveis, o que por sua vez exige a escolha de ferramentas adequadas a esta nova realidade.

Se num passado não muito distante um projeto de investimento poderia ter sua viabilidade analisada somente com base nos Fluxos de Caixa Descontados é porque havia naquela época uma relativa estabilidade com relação ao Mercado, o que aumentava a vida útil das análises e permitia estruturas que poderiam ocorrer lentamente.

As mudanças globais acabaram por modificar a filosofia das empresas e conseqüentemente também a formulação de diretrizes. Os investimentos passaram a ser determinados de acordo com a estratégia a ser adotada pela empresa, não mais seguindo um padrão geral fundado apenas em lucro direto.

Para Amran e Kulatilaka (1999, p. 30), os estrategistas devem mirar-se no mercado financeiro para definir investimentos. Asseguram ainda os autores que o objetivo da estratégia é claro, ou seja, tomar decisões que gerem maior valor para os

acionistas da empresa, a dúvida porém reside em como atingir este objetivo. No momento de escolher a estratégia a ser utilizada, os executivos não raro divergem com relação a seus pontos de vista, momento no qual surge a dúvida: Qual estratégia adotar? Em resposta a esta pergunta as autoras afirmam que a melhor estratégia é aquela que se mira no mercado financeiro, segundo elas, esse é o árbitro capaz de analisar com precisão as decisões tomadas. Os autores fundamentam sua resposta afirmando que uma vez focado no mercado financeiro, os investidores poderão incorporar às suas estratégias medidas objetivas em vez de subjetivas. Para que as empresas façam isso, os autores indicam que: *“Se descubram as opções reais existentes em uma decisão de tempo, crescimento, escalonamento de investimentos, saída, flexibilidade, operações e aprendizado”* (Amran e Kulatilaka, 1999, p. 30)

Complementando suas afirmações Amran e Kulatilaka (1999, p. 31) informam que:

A abordagem baseada em opções reais não significa apenas uma troca de terminologias e equações. Implica outra forma de estudar decisões estratégicas. A questão passa a ser menos ‘o que ganharemos indo de A para B?’ e mais ‘se pegarmos o caminho do ponto A para o ponto B, que opções teremos diante de nós e o que ganharemos com elas?’. O primeiro passo para reorientar o pensamento estratégico, portanto, é identificar as opções reais existentes nas decisões de investimento.

Segundo os autores descobrir as opções reais existentes num investimento não é tarefa fácil, pois ao contrário das opções financeiras, as opções reais não são definidas com precisão nem constituem pacotes fechados, no entanto estão presentes em quase todas as decisões de negócios e, em geral assumem um número limitado de formas. Uma vez que consigam identificar essas formas, os executivos poderão aumentar sua capacidade de identificar as opções inerentes às próprias decisões.

Depreende-se das afirmações dos autores que a mudança no direcionamento dos investimentos, sendo estes melhor orientados pelo mercado implica na utilização de ferramentas mais adequadas à apuração dos valores criados pelas decisões.

Evidenciado a importância da escolha das ferramentas de análise com base nas mudanças ocorridas no mundo corporativo em sentido geral, Lemme (1999, p. 117) informa que:

na década de 1990, com a intensificação dos processos de fusões, aquisições, privatizações e reestruturação de empresas, a questão da determinação e do gerenciamento do valor ganhou especial relevância. A busca de modelos teóricos consistentes, fez-se acompanhar da preocupação com a aplicabilidade prática dos métodos, aproximando os interesses de pesquisadores e profissionais do mercado.

Lemme (1999, p. 122) afirma que mesmo não tendo atingido o estágio de utilização usual pelos analistas profissionais e não se aproximando do nível de disseminação dos métodos tradicionais a Teoria da Análise de Opções Reais, traz uma nova forma de entender e tratar as alternativas estratégicas disponíveis e a flexibilidade empresarial para adaptação a mudanças, cujo o valor pode ser fundamental em um processo de avaliação de empresas ou análise de investimentos. O autor citando Smith (1995) afirma que a avaliação tradicional por fluxo de caixa descontado de empresas-alvo, por exemplo, pode estar levando os estrategistas em fusões e aquisições a ignorar ganhos potenciais importantes.

Evidenciando a indicação da utilização da AOR na análise de projetos de investimentos, Copeland e Antikarov (2001, p. 49) afirmam que a AOR constitui uma tendência moderna, uma espécie de evolução da metodologia de análise.

A Análise de Opções Reais não é apenas um método, mas também uma nova forma na de encarar a dinâmica da decisão de investir. Também permite perceber quais os riscos que uma empresa pode assumir com tranqüilidade. Com nossa recém especialidade, passamos a atacar um novo problema: um tipo de garantia bastante comum no ramo. Formulamos um modelo de avaliação bastante simples, mas eficaz, alterando uma forma fechada de solução que estava "na prateleira", e que se referia a uma opção sobre contrato futuro conhecida como modelo de Black.

Um artigo veiculado no Caderno de Economia do Jornal Estado de São Paulo noticia que o modelo das chamadas "opções reais" utiliza a metodologia de precificação de opções financeiras para atribuir valor às ações que podem ser realizadas em uma empresa. Segundo o artigo, Essa teoria parte do pressuposto de que as empresas emergentes, como as do setor de tecnologia, têm a possibilidade de expandir a sua área de atuação. Essa "opção" de investir em novos negócios é somente um direito e não uma obrigação. (ESTADO DE SÃO PAULO, 2003, acesso a internet, <http://www.estadao.com.br>)

Para o analista Michael Mauboussin, do *Credit Suisse First Boston*, a metodologia do fluxo de caixa continua sendo a mais apropriada para as empresas tradicionais. Para as emergentes, as opções reais são a melhor alternativa, segundo ele: "as opções reais oferecem um apelo intuitivo e proporcionam flexibilidade

analítica". (ESTADO DE SÃO PAULO, 2003, acesso a internet, <http://www.estadao.com.br>)

Na mesma oportunidade, o professor do IBMEC, Antonio Zoratto Sanvicente informa que a precificação pelo método das Opções Reais depende de cinco variáveis: preço de exercício, prazo da opção, taxa de juros de um ativo livre de risco, volatilidade e valor corrente. Segundo Sanvicente, uma das dificuldades na aplicação deste método, é a avaliação do quanto as opções da empresa estão protegidas. As Opções Reais podem valer mais ou menos dependendo da quantidade de concorrentes que estarão atuando nas áreas potenciais de negócios.

A Teoria da Análise de Opções Reais permite aos analistas a captação do valor da flexibilidade, o que não ocorre com modelos, como por exemplo, VPL, e é justamente essa prerrogativa que a difere dos métodos tradicionais baseados em FDC. A partir do momento que a AOR expõe ao investidor um panorama que permite a este se posicionar futuramente conforme as circunstâncias lá então apresentadas, esse seria o grande avanço da análise de investimentos representado pelo surgimento da AOR.

Para Brasil (2002, p. 172), o valor de um investimento ou de uma empresa deve considerar a sua capacidade operacional de geração de caixa mais o valor das oportunidades gerenciais embutidas.

Segundo o autor um projeto ou uma empresa pode ter opção:

- de expandir suas atividades no futuro; (expansão)
- de abandonar o investimento a qualquer momento; (abandono)
- de investir para aprender e entrar em determinado setor; (aprendizado)
- de adiar determinado desembolso de capital; (diferimento)
- de trocar ou flexibilizar o processo de produção; (troca)
- de combinar diversas flexibilidades diferenciadas.

Brasil (2002, p. 172) adverte que projetos que apresentam valor presente negativo podem ser eventualmente viáveis, caso ainda não tenham sido contempladas as possibilidades embutidas no processo de avaliação. O autor ainda

assevera que uma análise de investimento deve contemplar possibilidades de investimento imediato, mediante condições favoráveis ou possibilidade de se adiar o investimento, esperando melhores condições de investimento, no entanto, tanto no primeiro caso quanto no segundo caso, é imprescindível que a análise seja capaz de pacificar as opções. Para o autor é importante observar que:

Enquanto as opções financeiras são baseadas em ativos de referência negociáveis no mercado de capitais (ações, índices moedas etc), as opções reais são baseadas nas oportunidades estratégicas embutidas nos projetos de investimento. Segundo o autor a diferença básica é que essas oportunidades não são negociáveis no mercado, como acontece com os ativos financeiros. As negociações das flexibilidades são decorrentes da implementação dos projetos e da negociação desses projetos entre agentes.

Brasil (2002, p. 173) reforça que a utilização do modelo de opções reais torna-se interessante quando:

- o investimento admite revisões durante sua vida útil;
- quando as oportunidades estratégicas são mais importantes do que os fluxos de caixa; quando existem decisões contingenciais;
- quando for interessante esperar por mais informações;
- quando a flexibilidade gerencial é mais evidente, numa condição altamente incerta.

4.4 Aspectos de aplicações práticas da Análise de Opções Reais

Conforme visto anteriormente, A Teoria de Análise das Opções Reais vem despontando como uma tendência de padrão de excelência na análise de projetos de investimento utilizada pelas organizações. Considerada uma ferramenta completa, capaz de analisar um investimento levando em conta principalmente os aspectos de flexibilidade, o que significa expressiva redução de riscos e bom desempenho junto aos cenários de incertezas, a Análise de Opções Reais – AOR surge como metodologia que, segundo Copeland e Antikarov (2001, p.8) substituirá em aproximados 10 anos os métodos tradicionais de análise de investimentos, que de um modo geral, subestimam sistematicamente o valor do projeto.

Para Lopes (2001, p. 21), verifica-se uma insatisfação crescente de acadêmicos e profissionais de gestão em relação aos atuais métodos de avaliação de recursos. Citando Trigeorgis (1996), o autor afirma que estudos de práticas empresariais elaborados por Donaldson e Lorsch (1983), entre outros, revelam uma notável e contínua divergência entre a teoria financeira tradicional e a realidade empresarial, apontando que os gestores tendem, atualmente a ignorar os métodos tradicionais de análise de investimentos, visando considerar a flexibilidade operacional e outras posições estratégicas que consideram válidas.

Santos (2002), informa que ao passo que novas informações vão surgindo e as incertezas sobre o fluxo de caixa vão se revelando, os administradores podem tomar decisões que venham a influenciar positivamente o valor final de um projeto (DIXIT & PINDYCK, 1994 *apud* SANTOS, 2002). Para o autor, as decisões com as quais os administradores freqüentemente se deparam são: qual o momento certo de investir, de abandonar ou parar temporariamente um projeto, de modificar as características operacionais do projeto ou ainda trocar um ativo por outro. Desta forma, um projeto de investimento de capital pode ser considerado como um conjunto de opções sobre um ativo real, que na verdade é o projeto.

Um dos motivos argüidos por Santos (2002) que justifica os ataques aos métodos tradicionais é que para avaliar adequadamente um projeto de forma que possa maximizar seu retorno, faz-se necessário o conhecimento das oportunidades embutidas no mesmo, de tal forma que o administrador possa saber quando e qual será a melhor decisão a ser tomada. Vários são os tipos possíveis de opções para um dado projeto, os quais serão adiante analisadas em detalhe, entretanto, cabe destacar que para Amran e Kulatilaka (1999), a maior parte do desafio de se considerar a abordagem das opções nas estratégias repousa na identificação da gama total de opções que se possui, separando-as umas das outras e decidindo-se qual é a de maior valor.

Copeland e Antikarov (2001, p. 6) caracterizando uma opção real, afirmam que no contexto de um projeto de investimento de capital esta vem a ser o direito e não uma obrigação, no ato de empreender uma ação (por exemplo, diferir, expandir, contrair ou abandonar) a um custo predeterminado que se denomina preço de exercício, por um período pré-estabelecido – a vida da opção.

Segundo os autores, assim com suas primas financeiras, o valor das opções reais depende basicamente de cinco variáveis (embora outras possam fazer parte do quadro), além de mais uma importante sexta variável. As cinco variáveis argüidas pelos autores são:

- *Valor do Ativo Subjacente sujeito a risco* – o ativo subjacente no caso das opções reais pode ser um projeto, ou investimento ou uma aquisição. Se o valor de um ativo subjacente aumenta o valor de sua opção de compra também aumenta. Uma das grandes diferenças entre opções reais e opções financeiras é que os detentores de opções financeiras não podem mudar o valor do ativo subjacente. Por exemplo, quem possui ações da General Motors não pode afetar o valor do ativo subjacente, ao contrário dos que operam um ativo real.

- *O preço de exercício* – preço de exercício é o montante monetário investido para exercer a opção, em casos de opção de compra, é o valor destinado a aquisição do ativo que tenha esta opção. Preço de exercício, também pode ser o valor recebido com uma opção de venda.

- *Prazo de vencimento da opção* – correspondente, nas opções reais, ao período de prescrição da oportunidade; (Lopes, 2001, p. 91)

- *Desvio padrão do valor do ativo subjacente sujeito a risco* – o valor de uma opção aumenta com o risco do ativo subjacente porque os retornos de uma opção (de compra) dependem do valor do ativo subjacente que está acima do preço de exercício, e a probabilidade disto aumenta com a volatilidade do ativo subjacente. (Lopes, 2001, p. 7)

- *Taxa de juros livre de risco* – a taxa de juro livre de risco utilizada na avaliação de opções deve ser uma taxa de juro de um instrumento financeiro, normalmente obrigações do tesouro, cuja a maturidade coincida ou se aproxime do período de expiração da opção.

Estas são as cinco variáveis básicas que devem nortear a análise de opções reais.

A sexta variável mencionada por Copeland e Antikarov (2001), refere-se aos dividendos, que podem ser pagos pelo ativo subjacente, ou seja, as saídas ou entradas de caixa ao longo de sua vida.

Na figura 6, tem-se a exposição de um fluxograma das etapas para utilização da Teoria da Análise de Opções Reais aplicada a um determinado projeto de investimento.

PASSO 1

Cálculo do caso base, valor presente sem flexibilidade aplicando o modelo de avaliação dos fluxos de caixa descontados (FCD)

Objetivos:

Cálculo do Valor Presente sem flexibilidade em $t = 0$.

Comentários:

Valor presente tradicional, sem flexibilidade.

PASSO 2

Modelagem da incerteza por meio de árvore de eventos.

Objetivos:

Entender como o valor presente evolui ao longo do tempo.

Comentários:

Ainda não há flexibilidade, este valor deve ser igual ao valor do passo 1. Estima-se a incerteza tomando como referência dados históricos ou estimativas gerenciais.

PASSO 3

Identificar e criar flexibilidade gerencial, criando uma árvore de decisões.

Objetivos:

Analisar a árvore de eventos para identificar e incorporar flexibilidade gerencial a fim de responder as novas informações.

Comentários:

A flexibilidade é incorporada a árvore de eventos, o que a transforma em uma árvore de decisões. A flexibilidade altera as características do risco, alterando, portanto o custo do capital se altera.

PASSO 4

Fazer a análise de opções reais (ROA).

Objetivos:

Avaliar o projeto total, empregando um método algébrico simples e uma planilha Excel.

Comentários:

A ROA incluirá o valor presente do caso base sem flexibilidade mais o valor da opção (flexibilidade). Com grande incerteza e flexibilidade gerencial, o valor da opção será substancial.

Fonte: Copeland e Antikarov (2001, p. 222)

Figura 6 - Fluxograma da aplicação da AOR

Esta figura mostra a mecânica da aplicação da Teoria da Análise de Opções Reais aplicada a um projeto de investimento apontando as etapas a serem seguidas desde a apuração do Valor Presente Líquido do Projeto – VPL, até a efetiva análise pela mencionada teoria.

4.5 Taxionomia das Opções Reais

A analogia que permite a valoração das opções reais tal como ocorre com as opções financeiras, permitiu também a instituição da taxonomia das opções reais.

Segundo informa Lopes (2001, p. 94), a Análise de Opções Reais, inicialmente desenvolvida para análise de ativos financeiros, tem sido aplicada a ativos reais, sendo esta aplicação relativamente recente e propensa a ampliar-se. Segundo o autor uma das mais utilizadas é a opção de diferimento, que McDonald e Siegel (1986), estudaram com base na opção de se esperar para investir tendo como padrão o tempo das decisões de investir dos investidores avessos ao risco, possuidores de investimentos em carteiras diversificadas.

Copeland e Antikarov (2001, p. 13) ensinam que uma opção de diferimento, é uma opção de compra americana, encontrada na maioria dos projetos em que haja a possibilidade de se adiar o início do investimento.

Já as **opções de conversão**, são aquelas que permitem ao detentor trocar a um custo fixo entre dois modos de operação, considerando a existência de um portfólio de opções de compra e venda americana. Bons exemplos são as opções de sair e voltar a entrar em um ramo de atividade, ou fechar e reabrir uma fábrica. (COPELAND e ANTIKAROV, 2001, p. 13)

Existem também as **opções de expansão ou crescimento**, que segundo Lopes (2001, p. 100), consistem basicamente numa opção de compra onde o valor das oportunidades de crescimento depende do investimento futuro efetuado pela empresa. Existem também as opções de contração, que podem ser utilizadas sempre que as condições do mercado forem menos favoráveis do que inicialmente esperadas.

A opção de **encerramento temporário** pode ser utilizada se o custo variável da produção de uma empresa superar sua receita. Este tipo de opção surge, por

exemplo, do fato de uma unidade produtiva não ter necessariamente que operar sempre. Se os preços praticados não forem suficientes para cobrir a receitas, é preferível parar de operar temporariamente, no entanto, caso os preços aumentem suficientemente, as operações podem ser restabelecidas (LOPES, 2001, p. 106)

Também ocorre **a opção de abandonar** pelo valor residual, que segundo Lopes (2001, p. 110) consiste na alternativa de abandonar um projeto, trocando-o pelo seu valor residual e pelo seu valor no melhor uso alternativo, sempre considerando os aspectos de flexibilidade. O detalhe é que esta operação é realizada antes do final da vida útil estimada e caso as condições de mercado mostrem-se desfavoráveis.

Amram e Kulatilaka (1986, p. 10s.) desenha o quadro da taxonomia de maneira peculiar, classificando as opções da seguinte maneira:

- *Waiting-to-Invest Options* (Opções de Espera)

Sales of healthy, low-fat ice cream are surging. The Big Black Cow Creamery can't tell if the sales increase will persist, but traditional tools suggest that a plant expansion is worthwhile. A real options analysis incorporated possible future sales outcomes and quantified the trade-offs between the increased revenues uncertainty. The analysis identified the best strategy, showing that the value of waiting exceeded the value of immediate expansion.

Vendas de sorvete light e saudáveis estão surgindo. O Big Black Call Creamery não tem indicação se o aumento das vendas persistirá, mas as ferramentas tradicionais sugerem que um projeto de expansão vale a pena. A análise de Opções Reais incorpora possíveis vendas futuras como consequência e quantifica as trocas entre o aumento na receita bruta proveniente da imediata expansão e evita as perdas resultantes de incerteza. A análise identifica a melhor estratégia apresentando o valor da espera que excede o valor da expansão imediata. [tradução nossa]

- *Growth Options* (Opções de Crescimento)

Friend-to-Friend sells cosmetics through a network of independent saleswomen and is considering whether to enter the market in China. The initial investment in local manufacturing and the sales organization is large, but it may lead to opportunities to sell a whole range of products through an established sales network. A traditional analysis showed that the entry investment should be made because it created growth options, options to take on follow-on projects if the initial investment worked out well.

Friends-to-Friends vende cosméticos através de uma rede de vendedoras independentes e pretende entrar no mercado da China. O investimento inicial para a fabricação local e a organização das vendas é grande, mas a oportunidade de liderar as vendas é real. A análise tradicional indica que os custos excedem os lucros previstos. A análise de Opções Reais mostra que os investimentos iniciais para produzir criam o crescimento da opção. Os investimentos iniciais devem ser feitos porque criam crescimento da opção, e as Opções podem ser tomadas segundo projetos de investimento que funcionam bem.

- Flexibility Options (*Opções de flexibilidade*)

Cell. Inc. must a new plant for the production of its latest cell phone product. The forecast for the new product showed that sales are highly uncertain and spread across two continents. A traditional manufacturing analysis suggested that one plant would be cheaper to build and operate. A real options analysis showed a greater value in building two plants, one on each continent, creating an option to switch production as needed. The traditional analysis missed how investing in an option to switch creates value out of uncertain events.

A Cell. Inc., necessita construir uma nova fábrica para produção de telefones celulares de última geração. A previsão para os novos produtos apresenta grande possibilidade em dois continentes. A análise tradicional de produção sugere que uma fábrica pode ter um custo menor no tocante a produção e operação. A análise de Opções Reais, apresenta grande vantagem na construção de duas fábricas, uma em cada continente, criando uma opção para a produção necessária. A análise tradicional de investimento subestima o valor da flexibilidade em um cenário de grande incerteza. [tradução nossa]

- Exit Options (*Opções de Saída*)

PetroChem might begin development of a new product, but it is worried about the size of the market opportunity and whether the manufacturing process can meet government regulations regarding toxic chemicals. Traditional tools suggested that the project should not be started. A real options analysis valued the exit option held by PetroChem, the option to walk away from the project if it receives bad news about the market opportunity or the clean-up liability. By including the abandonment option, the project value increased and PetroChem began development.

PetroChem pretende iniciar o desenvolvimento de um novo produto, mas preocupa-se em relação ao tamanho do mercado e tem dúvidas quanto a aprovação do processo de produção por parte dos órgãos governamentais, devido ao fato de tratar-se de produto tóxico. As ferramentas tradicionais sugerem que o projeto não deve ser iniciado. A análise de Opções Reais cria um valor para opção de saída, garantindo a PetroChem a opção de parar o projeto se receber más notícias quanto às oportunidades de mercado relacionadas às normas de meio-ambiente. Incluindo a Opção de Abandono ou Saída, o valor do projeto é acrescentado e o desenvolvimento pode ser iniciado pela PetroChem.

- *Learning Option* (Opções de Aprendizado)

Hollywood Inc. is planning the release of there new movies for the Christmas season. Before the first showing, the executives can't tell which movie will be the biggest hit, so they plan their adversiting bud gets as staged investments. Each movie is released to a limited number of screens in selected cities. The movie whit the strongest performance will get a national rollout and a large advertising budget. During the national rollout, management will decide how much to spend on adversiting for the video and international markexts. Traditional tools would have missed how each stage of investment creates better information about the movie's total profits and option to make the nexrt investment decision. The real options approach valued the contingent decisions and showed how to structure each stage for higler value.

A Hollywood Inc. planeja a exibição de três novos filmes para a época de Natal. Porém, antes da primeira exibição, os executivos não pode prever qual deles obterá sucesso, então o planejamento dos investimentos é realizado em etapas. Cada filme é apresentado em um número limitado de cidades selecionadas e o filme com maior performance será rodado em nível nacional e portanto o investimento em divulgação será maior, os gerentes irão decidir quanto gastar em propaganda para divulgação internacional. As ferramentas tradicionais sentem a faltam de como cada estágio de investimento pode ser estruturado, criando melhor informação aos lucros totais de cada filme formando a melhor opção para tomar as decisões de Investimentos seguintes. As Opções Reais, atribuem valor ao contingente de decisões e apresentam a forma de estruturar cada etapa a fim de atingir o melhor valor. [tradução nossa]

A exposição dos autores dá uma idéia de como a geração de opções pode variar de acordo com o segmento de mercado a que pertença a empresa, ou ainda das possibilidades a serem consideradas no momento de se escolher a melhor estratégia a ser utilizada pela organização. Contudo, nota-se nos exemplos mencionados que em todos os casos está presente a idéia de estratégia ligada a finanças.

4.6 Alguns exemplos de aplicação prática

Para ilustrar a existência de oportunidades embutidas nos projetos de investimentos, segue uma exposição de alguns exemplos de opções geradas a partir da decisão de investir, considerando alternativas no decorrer do investimento (flexibilidade). É importante destacar que nos exemplos que se seguem, as opções além de geradas são valoradas de acordo com o método de Análise de Opções Reais.

A possibilidade de abandonar, diferir, expandir, parar ou crescer são características comuns a quase todo o tipo de investimento, no entanto, um dos pontos que devem ser observados com maior atenção é a situação do mercado, ou seja, uma vez que a produção de uma árvore de decisão (método binomial) considera as probabilidades de variação de acordo com condições favoráveis e desfavoráveis, esta análise preliminar altera o VPL do projeto, o que demanda a elaboração de novas diretrizes.

A seguir, tem-se alguns exemplos de opções que podem ser geradas na análise de projetos de investimento baseadas no método de Análise das Opções Reais.

4.6.1 Opção de Abandono

Informa Brandão (2000, p. 1) que a economia define investimento como ato de incorrer em custo imediato na expectativa de recompensas futuras. Firms que constroem fábricas e instalam equipamentos, comerciantes que investem em estoque de bens para revenda, e pessoas que gastam tempo em educação são todos investidores neste sentido. Algo menos óbvio é uma empresa que fecha uma fábrica deficitária estar também “investindo”: os pagamentos feitos para quitar as suas obrigações contratuais, incluindo multas e rescisões de contratos de trabalho, são apenas as despesas iniciais, e o retorno futuro é a redução nas perdas futuras. Visto por esta perspectiva, decisões de investimento são ambíguas. A maioria das decisões de investimento partilham de 3 importantes características em diversos graus:

1. O investimento é parcialmente ou completamente irreversível. Em outras palavras, o custo inicial do investimento é pelo menos parcialmente perdido, e você não pode recuperá-lo totalmente caso mude de idéia;

2. Existem incertezas acerca das futuras recompensas pelo investimento. O melhor que pode ser feito é avaliar as probabilidades de diferentes resultados, os quais significam maiores ou menores retornos e até mesmo perda parcial ou total de seu investimento;

3. Saber se possui alguma flexibilidade em relação ao timing do investimento – ou seja, considerar a possibilidade de adiar ação até obter mais informações (embora a informação nunca poderá ser completa de modo a eliminar toda a incerteza).

Segundo o autor, estas três características interagem e determinam a decisão ótima para investidores.

Brandão (2003, p. 2) argüi que a regra do VPL é baseada em algumas suposições implícitas as quais freqüentemente são esquecidas e o mais importante, a regra do VPL assume que:

(a) O investimento é reversível, o que significa que de alguma forma pode ser desfeito e as despesas incorridas recuperadas, caso as condições de mercado revelem-se piores do que as condições antecipadas ou projetadas, ou

(b) O investimento é irreversível, e esta proposta é do tipo “agora ou nunca”, o que significa que se a firma não realizar os investimentos agora não poderá realizá-los no futuro.

Na realidade, quando um projeto apresenta opções de flexibilidade, tem-se:

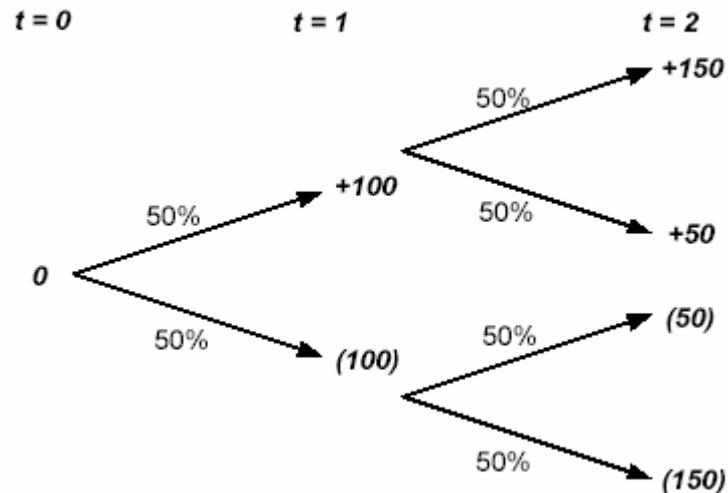
Valor da Oportunidade de Investimento = VPL + VP (opção)

Verifica-se que a oportunidade de investimento em ativos reais apresenta características de investimento em opções sobre ativos financeiros, e por isso, denomina-se estas oportunidades de investimento de opções reais.

Brandão (2001, p. 4) ilustra como a AOR pode gerar uma opção de abandono antes da aplicação do projeto.

1) Exemplo 1: Cálculo Tradicional pelo FCD:

Projeto sem investimento inicial
 Duração do Projeto de dois anos.
 Valor residual dos ativos é zero.
 A taxa de desconto é k.



O Valor Esperado do VPL do Fluxo de Caixa deste Projeto é:

$$E[\text{VPL}] = \frac{0,25 \times (150 + 50 - 50 - 150)}{(1+k)^2} + \frac{0,50 \times (100 - 100)}{1+k}$$

$$E[\text{VPL}] = 0$$

O Valor Presente Esperado deste projeto é Zero, independente da taxa "k" de desconto utilizada.

⇒ Cálculo do Projeto com Opção de Abandono

Supondo que este projeto dá uma opção para o investidor e esta opção seja de abandonar o projeto após o primeiro ano, se o investidor assim o desejar, o critério de decisão deste será a observação do resultado do primeiro ano de operação do projeto.

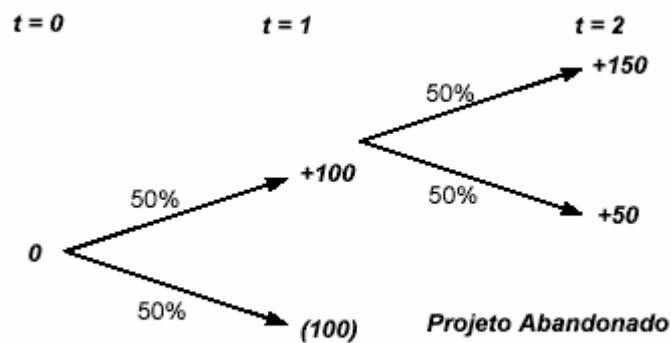
Caso o resultado em $t = 1$ seja negativo, será exercida a opção de abandonar o projeto.

Esta oportunidade pode ser vista como uma opção de venda, com preço de exercício igual a zero. Você a exercerá se o projeto valer menos que zero.

A árvore de decisão ficará:

$$E[\text{VPL}] = \frac{0,25 \times (150 + 50)}{(1+k)^2} + \frac{0,50 \times (100 - 100)}{1+k}$$

$$E[\text{VPL}] = \frac{50}{(1+k)^2}$$



Brandão (2001, p. 5) conclui que:

- A simples presença da opção aumenta o valor do projeto, independente da taxa de desconto utilizada;
- A magnitude deste aumento irá depender da taxa de desconto utilizada;
- A existência da opção de abandono diminui a dispersão dos resultados o que reduz a variância e conseqüentemente também o risco do projeto. Em decorrência disso, a taxa de desconto a ser utilizada na presença de opções deve ser menor do que a taxa do projeto sem opção;
- Assim, verifica-se que a presença dessa opção de abandono aumenta o valor presente esperado do projeto, por duas razões: pela redução dos fluxos de caixa negativos e pela menor taxa de desconto. (BRANDÃO, 2001, p. 6)

4.6.2 Opção de diferimento

Copeland e Antikarov (2001, p. 86), citando Dixit e Pindyck (1994), expõem um exemplo simples de uma opção de diferimento, isto é, de adiamento. Supondo a seguinte circunstância: Diante da necessidade de se decidir entre a realização momentânea de um investimento em um projeto de US\$1.600 ou esperar até o final do ano para fazê-lo, implica nas seguintes ponderações. Uma vez feito o investimento, este é irreversível, ou seja, seu valor residual é zero. O nível de preços do produto é de US\$200, no momento, havendo uma chance de 50%-50% de que o preço aumente para US\$300, ou então que caia para US\$100. De qualquer modo se considera que a variação do preço seja permanente. Sendo assim, o nível médio do preço esperado é de US\$200. A primeira unidade é vendida no início do primeiro ano de operação, sendo o custo de capital de 10%.

Uma vez aplicada a análise padrão do VPL a este projeto, é necessário prever os fluxos de caixa esperados, descontá-los pelo custo de capital e subtrair o montante do investimento. Esta operação pode ser representada algebricamente assim:

$$VPL = -1.600 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{200}{(1,1)^t} = -1.600 + 2.200 = 600$$

A equação acima considera a probabilidade de que os preços se alterem para US\$300 ou para US\$100 em uma chance de meio a meio. Embora o VPL do projeto seja US\$600 positivos ensejando a aprovação do projeto, existe uma alternativa que se exclui mutuamente, isto é, uma opção de diferimento que permite a realização do investimento no fim do ano.

A seguir tem-se os cálculos do valor desta alternativa, supondo por ora que o risco seja o mesmo e ainda que os fluxos de caixa possam ser descontados a 10%.

$$VPL = 0,5\text{MAX}\left[\frac{-1.600}{1,1} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{300}{(1,1)^t}, 0\right] + 0,5\text{MAX}\left[\frac{-1.600}{1,1} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{100}{(1,1)^t}, 0\right]$$

$$VPL = 0,5\text{MAX}\left[\frac{-1.600 + 3.300}{1,1}, 0\right] + 0,5\text{MAX}\left[\frac{-1.600 + 1.100}{1,1}, 0\right]$$

$$VPL = 0,5 \left[\frac{1.700}{1,1} \right] + 0,5[0] = \frac{850}{1,1} = 773$$

Segundo Copeland e Antikarov (2001, p. 87), o conceito chave é que se o preço cair para US\$100, o valor dos fluxos de caixa passa a ser US\$1.100, ou seja, menos de que US\$1.600 exigidos para o investimento e, portanto, é possível optar por não investir no momento. Por outro lado, se o preço aumentar para US\$300, o valor presente dos fluxos de caixa é US\$3.300, valor que supera os US\$1.600 investidos. Assim se estará exercendo a opção de diferimento, investindo de fato os US\$1.600. Ponderada por sua probabilidade de 50% e descontada a 10% esta opção vale hoje US\$773. Razão pela qual a melhor alternativa é decidir hoje pelo adiamento do investimento, considerando que o valor da opção de diferimento é a diferença entre as duas alternativas, ou seja US\$773 – US\$600 = US\$173.

Supondo, em seguida, que a volatilidade do preço aumenta, mas seu valor esperado continua inalterado, pode haver uma chance meio a meio de que o preço vá para US\$400 ou para US\$0. Portanto, o VPL permanece inalterado, porque o preço esperado ainda é de US\$200, no entanto o valor da opção de diferimento aumentará. De maneira intuitiva, parece que há mais a ganhar esperando até que a incerteza de preços resolva-se por si só. Este raciocínio pode ser graficamente representado da seguinte maneira:

$$VPL = 0,5MAX \left[\frac{-1.600}{1,1} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{400}{(1,1)^t}, 0 \right] + 0,5MAX \left[\frac{-1.600}{1,1} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{0}{(1,1)^t}, 0 \right]$$

$$VPL = 0,5MAX \left[\frac{-1.600 + 4.400}{1,1}, 0 \right] + 0,5MAX \left[\frac{-1.600 + 0}{1,1}, 0 \right]$$

$$VPL = 0,5MAX[2.545,45,0] + 0,5MAX[1.454,55,0]$$

$$VPL = 0,5[2.545,45] = 1.272,73$$

Os cálculos evidenciam que a opção de diferimento aumentou de US\$133 para US\$673, neste exemplo o valor da espera para decidir aumentou com a volatilidade do resultado. Copeland e Antikarov (2001, p. 87) afirmam que:

Esta é uma regra geral das opções.
 Uma interessante implicação macroeconômica é que, quando aumenta a incerteza na economia, em razão, por exemplo, da instabilidade política, é previsível que o investimento reaja mais lentamente, pois vale mais esperar para ver como é que fica.

4.6.3 Opção de troca

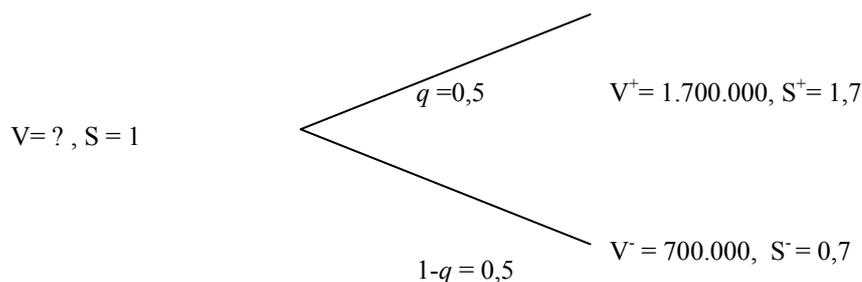
Lopes (2001, p. 81), indica que supondo a avaliação de uma oportunidade de investimento, cujo o investimento inicial, I_0 é igual a $1.010.000\epsilon$, totalmente financiado por capitais próprios. Segundo o autor, este projeto gerará um ano mais tarde os seguintes valores atualizados dos *cash flows* subseqüentes esperados. $1.700.000\epsilon$, se o mercado evoluir favoravelmente ($V^+ = 1.700.000$), ou 700.000ϵ , se o mercado evoluir desfavoravelmente ($V^- = 700.000$). Ou seja, o valor bruto do projeto, V , segue um processo binomial multiplicativo, em cada período, em que $u = 1,7$ e $d = 0,7$. Admite-se que a probabilidade do mercado evoluir favoravelmente ou desfavoravelmente é igual a ($q = 0,5$).

Lopes (2001, p. 81) informa que para determinar o VPL há necessidade de se estimar o custo de oportunidade do capital do projeto. Se o risco do projeto não é o mesmo do projeto médio da empresa, não se pode utilizar o custo de oportunidade do capital da empresa, tem-se então que se calcular o custo de oportunidade de capital com base na cotação de um título “gêmeo”, isto é, um título cuja evolução esteja perfeitamente, ou altamente correlacionada com o projeto. Por exemplo, a ação cotada na bolsa de uma empresa, que exerça uma atividade idêntica à do projeto. Assim, o projeto e o seu título gêmeo têm uma taxa de rentabilidade esperada de $k = 20\%$, a qual pode ser calculada da seguinte forma:

$$K = (0,50 \times 1,7 + 0,50 \times 0,7) - 1$$

$$K = 0,20$$

A árvore de decisão para um projeto genérico e para o seu título gêmeo, pode ter a seguinte representação gráfica



Definidas as seguintes variáveis.

V = valor atualizado dos *cash flows* subseqüentes esperados do projeto

S = preço do título “gêmeo”

I_0 = despesa de investimento inicial

E = valor da oportunidade de investimento para os acionistas da empresa

K = taxa de atualização ajustada do risco

R = taxa de juro de risco

Hipóteses: $I_0 = 1.010.000$; $k = 20\%$; $r = 10\%$

Segundo Lopes (2001, p. 82), as técnicas de *DFC* tradicionais atualizam os *cash flows* esperados do projeto, à taxa de rentabilidade esperada do título gêmeo do projeto, como taxa de atualização adequada. Esta taxa de atualização é estimada a partir do coeficiente β do título gêmeo, aplicando o CAPM. O valor bruto do projeto V é portanto dado por:

$$V_0 = \frac{E_0(C_1)}{1+k} = \frac{qV^+ + (1-q)V^-}{1+k} = \frac{0,50 \times 1.700.000 + 0,50 \times 700.000}{1,20} = 1.000.000$$

então,

$$VPL = V_0 - I_0 = 1.000.000 - 1.010.000 = -10.000 \text{ €}$$

Valor da oportunidade: -10.000 €

De acordo com o *DFC* tradicional o projeto seria assim rejeitado, no entanto, na presença de flexibilidade de gestão à qual estão associados vários tipos de opções operacionais, o projeto pode ser viável apesar de apresentar um *VLA* estático negativo. Com efeito, o *DFC* tradicional não incorpora o valor das opções por causa da natureza assimétrica destas e da sua dependência de eventos futuros incertos no momento da decisão inicial.

Lopes (2001, p.83) prossegue dizendo que as árvores decisão são um ótimo auxiliar da Gestão na estruturação do problema da decisão, ao permitirem o

Utilizando as técnicas de FCD tradicionais, o valor atualizado do projeto sem garantia é dado por:

$$V = \frac{E(C_1)}{1+k} = \frac{qV^+ + (1+q)V^-}{1+k} = \frac{0,50 \times 1.700.000 + 0,50 \times 700.000}{1,20} = 1.000.000$$

O valor do projeto com garantia:

$$V_G = \frac{0,50 \times 1.700.000 + 0,50(700.000 + 1.000.000)}{1,20} = 1.416.666,67$$

Assim o valor da garantia é igual ao valor do projeto com garantia (V_G) menos o valor do projeto sem garantia (V).

$$\text{Valor da garantia} = 1.416.666,67 - 1.000.000 = 416.666,67$$

A avaliação tradicional pressupõe que o *payoff* da opção de venda, associado à garantia tem o mesmo risco e pode, portanto, ser atualizado à mesma taxa utilizada para o projeto sem garantia ou seja:

$$\text{Valor da garantia} = \frac{0,50 \times 0 + 0,50 \times 1.000.000}{1,20} = 416.666,67$$

Segundo Lopes (2001, p. 84), este cálculo está evidentemente errado, uma vez que a flexibilidade para abandonar o projeto por um preço garantido, altera o risco do projeto e sua taxa de atualização. Neste caso, a garantia elimina totalmente o risco do projeto, uma vez que a empresa receberá 1.700.000 E em quaisquer condições.

Considerando que o projeto não tem risco, o *cash flows*, de 1.700.000 E, deve ser atualizado à taxa livre de risco de 10% (r), em vez de ser atualizado à taxa de atualização ajustada do risco (20%) (k) O valor do projeto com garantia (V_G) deverá ser assim:

$$V_G = \frac{1.700.000}{1,10} = 1.545.454,55$$

sendo:

$$\text{Valor da Garantia} = 1545.454,55 - 1.000.000 = 545.454,55$$

O *DFC* tradicional estima a garantia em 416.666,67 E, subestimando o seu verdadeiro valor que é 545.454,55 E, se a taxa de atualização não for ajustada para refletir a alteração para o projeto é fácil calcular. Uma vez que a garantia elimina completamente o risco, a taxa de atualização só pode ser igual à taxa de juros livre de risco. Se o risco não for completamente eliminado, é praticamente impossível determinar a taxa de atualização ajustada do risco, no âmbito da análise de DCF/DTA.

A adaptação da taxa de atualização livre de risco é inconsistente com o uso das atuais probabilidades ($q = 0,50$), se o risco não for completamente eliminado. Neste caso, é possível utilizar a taxa livre de risco, usando as probabilidades risco-neutrais (p). então (p), neste caso é igual a 0,40 e consequentemente ($1-p$) é igual a 0,60. Assim, pode-se avaliar o projeto sem garantia.

$$v = \frac{0,40 \times 1.700.000 + 0,60 \times 700.000}{1,10} = 1.000.000$$

$$\text{Valor da garantia} = \frac{0,40 \times 0 + 0,60 \times 1.000.000}{1,10} = 545.454,55$$

Assim, o valor do projeto com garantia, V_G é igual a 1.000.000 + 545.454,55 = 1.545.454,55.

Caso a garantia não elimine completamente o risco, por exemplo, corresponda ao valor do investimento inicial, isto é, seja de 1.010.000 €, o valor da garantia pode ser facilmente calculado da seguinte forma:

$$\text{Valor da garantia} = \frac{0,40 \times 0 + 0,60 \times 310.000}{1,10} = 169.090,91$$

Então, o valor do projeto com a garantia seria assim de 1.169.090,91 €, e o VLA estratégico do projeto seria de 159.090,91 €. Note-se que o projeto tinha um VLA estático de – 10.000 €

Lopes (2001, p. 85) posiciona-se favoravelmente a adoção da abordagem baseada na teoria das opções, pois esta permite à gestão quantificar adequadamente o valor adicional da flexibilidade operacional de um projeto. Uma

vez que seja desconsiderada a flexibilidade, a análise de direitos contingentes apresentará os mesmos resultados do que o FCD tradicional.

Apesar de estarem sendo expostos, neste contexto alguns comparativos relacionando a eficiência dos métodos tradicionais, como por exemplo VPL e a AOR, é importante destacar as considerações de Copeland e Antikarov (2001, p. 85) que são categóricos em afirmar que o método do valor presente líquido será sempre o ponto de partida para a análise de opções reais, pois precisa-se do valor presente de um projeto, sem flexibilidade como base de cálculo.

No mesmo sentido, Brasil (2002, p. 172) ensina que a conciliação entre o modelo do fluxo de caixa (ou VPL tradicional) e a abordagem de AOR pode ser sintetizada pela equação:

$$VPL_F = VPL_T + VOR$$

onde

VPL_F = valor presente líquido final.

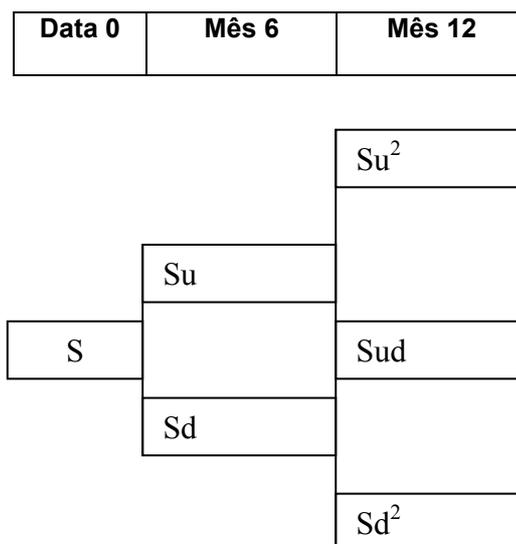
VPL_T = valor presente líquido tradicional.

VOR = valor das opções reais.

4.6.4 Opção de Saída (*Exit option*)

Brasil (2002, p. 174) exemplifica com a situação da *Sanders SA*, empresa que está considerando a possibilidade de adquirir um parque temático no Brasil. O valor presente líquido do negócio é de \$553 mil, valor obtido através da elaboração de uma árvore de decisão (binomial), considerando-se um cenário otimista e um cenário pessimista. A volatilidade (sigma) dos fluxos de caixa apurada através de simulações, é de 28,8% ao ano. A taxa livre de risco anual é de 5%, ou 2,5% ao semestre.

Essa volatilidade permite que se obtenha o valor do negócio ao final do exercício seguinte. Supondo uma árvore de dois estágios, com cada estágio apurado após um semestre, o negócio pode assumir três valores no final do ano, conforme se depreende dos diagramas a seguir.



$$\frac{pSu + (1-p)Sd}{S} = e^r$$

$$pu^2 + (1-p)d^2 - [pu + (1-p)d]^2 = \sigma^2$$

$$u = e^\sigma$$

$$d = e^{-\sigma} = \frac{1}{u}$$

$$p = (e^r - d)/(u - d)$$

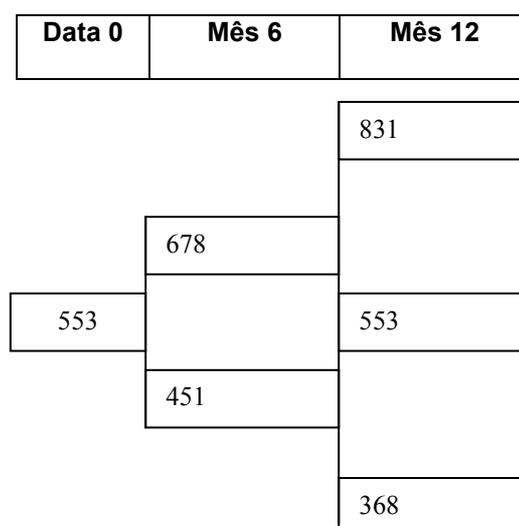
$$\sigma(\text{ano}) \quad 28,80\%$$

$$\sigma(\text{sem}) \quad 20,36\%$$

$$u = \quad 1,2259$$

$$d = \quad 0,8158$$

$$VPL_F = VPL_T + VOR$$



Ao final do ano, a *Sanders SA*, vai avaliar se continua ou não com o negócio. Segundo estudos de analistas da empresa, eles conseguem passar o investimento

adiante no ano que vem pelo valor de \$ 500.000 mil. Essa seria uma flexibilidade gerencial muito valiosa que deveria ser precificada. Deve ser incorporado ao valor atual do negócio o preço dessa flexibilidade:

$$VPL_F = VPL_T + VOR$$

VALOR DO NEGÓCIO COM OPÇÃO DE ABANDONO	=	VALOR DO NEGÓCIO SEM OPÇÃO DE ABANDONO	+	VALOR DA OPÇÃO DE ABANDONO
---	---	---	---	-------------------------------------

Segundo Brasil (2002, p. 176), essa opção de abandono coloca a *Sanders SA*, “comprada em opção de venda” (*long put*), uma vez que na data de exercício ela pode optar por vender o negócio por \$500.000 mil, caso o empreendimento não decole.

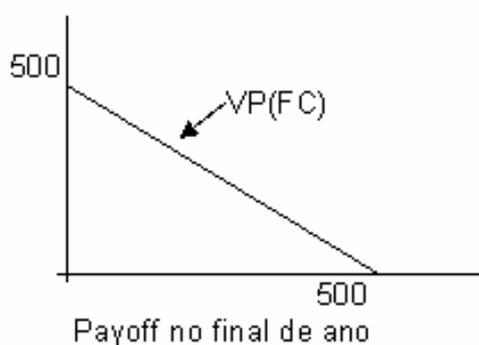
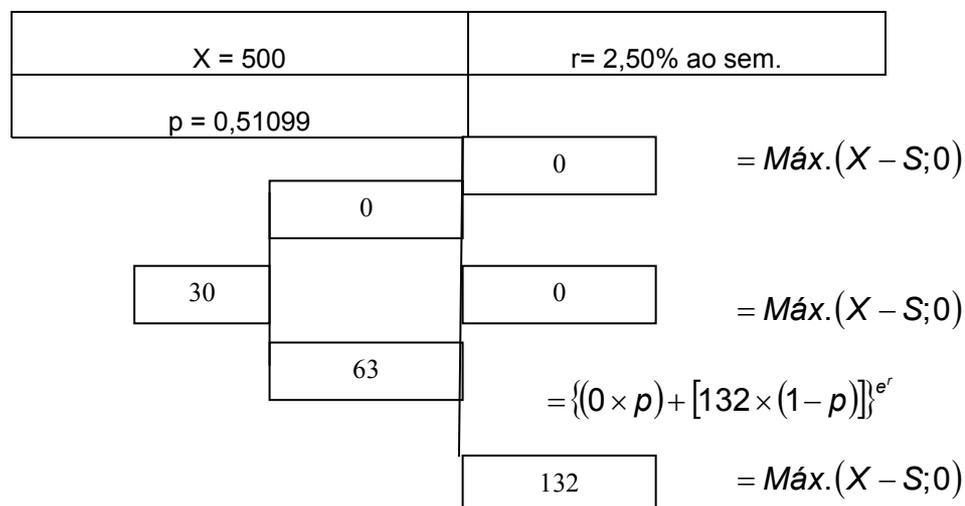


Figura 7 – Opção de abandono

Conforme se depreende da figura acima, a meta da empresa é precificar a opção de abandono, de modo a avaliar com mais precisão o investimento. A árvore que se segue fornece a metodologia necessária para se fazer a precificação.

Data 0	Mês 6	Mês 12
		831
	678	
553		553
	451	
		368

Adiante, Brasil (2002, p. 177) mostra o modelo de avaliação pelo método de Opção Real.



Considerando o valor apurado na opção de saída (*exit option*) de \$30 mil, o investimento da Sanders SA, possui valor total de 583 mil.

Brasil (2002, p. 177) informa que à medida que o número de intervalos aumenta (no caso foram utilizados apenas dois), os resultados obtidos aproximam-se do modelo Black-Sholes, uma alternativa mais rápida ao modelo binomial, quando se tem número de intervalos muito grande. Calculando através do modelo B&S, obtemos o valor da opção de abandono de 28 mil. Isso faz com que o investimento, contemplando esta opção, tenha valor equivalente a \$ 581 mil.

Dados para o Modelo Black \$ Scholes

Valor do Ativo-Objecto	\$553
Desvio padrão anualizado	28,80%
Preço de exercício	\$500
Vida útil (anos)	1,0000
Taxa contínua anual livre de risco	5%

Avaliando a Opção

d_1	0,667437
$N(d_1)$	0,74775
d_2	0,379437
$N(d_2)$	0,647818
Valor da put	\$28,01

4.6.5 Opção de Expansão

Félix (2001, p. 19) explica que uma vez efetuado um determinado projeto de investimento, a administração possui a flexibilidade para o alterar por vários e diferentes caminhos, em diferentes momentos no decorrer da vida do mesmo. Esta opção é um exemplo da dimensão estratégica de um projeto. Citando Ross et. al. (1996), a autora afirma que esta opção é uma das mais importantes opções quando as perspectivas econômicas são boas. É similar a uma opção de compra para adquirir uma parte adicional (x%) do projeto de escala-base, exigindo o custo de acompanhamento (IE) como preço de exercício. Neste sentido, a oportunidade de investimento com uma opção de expansão, pode ser pensada como o projeto de escala inicial mais uma opção de compra num investimento futuro, i. é, $V + \max(A - V, 0)$ ou $\max(V, A)$.

A opção de expansão pode ser de importância estratégica, especialmente se permitir à empresa explorar oportunidades futuras de crescimento. Esta opção, que será exercida somente se desenvolvimentos futuros do mercado se tornarem favoráveis, pode tornar um investimento inicial, aparentemente não lucrativo, (tendo por base o método do VPL estático) num investimento que mereça ser realizado.

Este tipo de opção é aquele que permite à administração deliberadamente favorecer uma tecnologia mais cara, com o intuito de poder desfrutar da flexibilidade embutida para a expansão da produção se e quando achar bom, em função de determinado desenho inicial selecionado.

Conclui-se então, que uma opção de expansão corresponderá a uma opção de compra de tipo americano, conferindo aos seus detentores o direito de implementar,

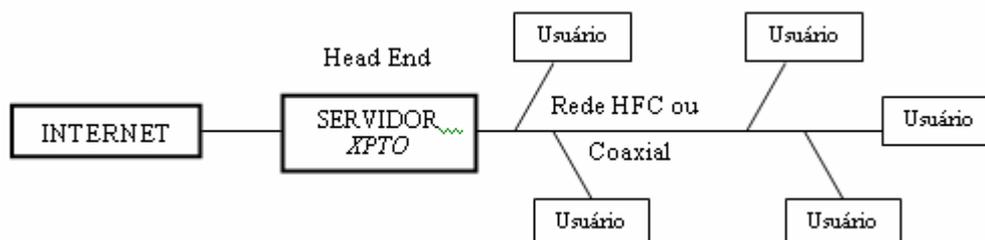
posteriormente, investimentos suplementares caso as condições se mostrem favoráveis.

4.7 Avaliação realizada por Santos (2001, p. 115)

O investimento em P&D, dado o potencial de diminuir os custos e/ou elevar as receitas, é importante para qualquer empresa que trabalhe neste ramo estar apta a avaliá-lo adequadamente

4.7.1 Descrição do Produto

O XPTO é um sistema desenvolvido pela empresa X para controle de acesso dos assinantes de uma rede de TV a cabo aos serviços de dados em altas velocidades, utilizando o protocolo IP. O sistema é voltado para a oferta do serviço de acesso à internet, embora também possa servir como uma plataforma de abrangência local ou metropolitana para acesso a outros provedores de serviços *on-line*, bem como para acesso remoto à redes privadas corporativas. O esquema básico para o produto pode ser visto na figura seguinte.



Fonte: Santos (2001, p. 115)

Figura 8 – Esquema do produto XPTO

4.7.2 Dados Obtidos Através da Análise Tradicional

Obtidos a partir da análise tradicional por uma equipe da empresa desenvolvedora do produto. Foram alterados para se garantir a confidencialidade do projeto. A avaliação do valor do projeto foi feita através de modelos de precificação de opções.

Tabela 4 – Custo Afundado e Investimentos para Produção

Investimentos em Pesquisa (Custo Afundado)	
Inv. Início (1997)	690.944
Inv. Início (1998)	690.944
VP Invest. (1997)	1.286.585
VP Invest. (1999)	1.731.229
Investimentos em Comercialização e Produção	
VP Invest. Início (1999)	5.749.104
VP Invest. Início (1997)	4.272.521

Fonte: Santos (2001, p. 116)

Tabela 5 – Resultados da Análise Tradicional do Projeto de P&D do XPTO

Para a Receita Total	
VP FC Otimista Início (99)	15.478.115
VP FC Provável Início (99)	11.055.704
VP FC Pessimista Início (99)	6.779.708
VP FC Distribuição Beta Início (99)	11.080.107
VP FC Distribuição Beta Início (97)	8.234.324
Para o Investimento em Produção e Comercialização	
VP Inv. Otimista Início (99)	7.466.713
VP Inv. Provável Início (99)	5.740.554
VP Inv. Pessimista Início (99)	4.065.699
VP Inv. Distribuição Beta Início (99)	5.749.104
VP Inv. Distribuição Beta Início (97)	4.272.521
Receita Líquida Total	
VPL Inv. Otimista Início (99)	8.011.402
VPL Inv. Provável Início (99)	5.315.151
VPL Inv. Pessimista Início (99)	2.714.010
VPL Inv. Distribuição Beta Início (99)	5.331.002
VPL Inv. Distribuição Beta Início (97)	3.961.803

Fonte: Santos (2001, p. 116)

Tabela 6 – Resultados da AAD do XPTO.

Comercialização Própria por Parte da Empresa X	
VP (1999)	5.331.002
VPL (1997)	2.675.218
Venda dos Direitos de Comercialização para Terceiros	
VP (1999)	4.396.000
VPL(1997)	1.980.359

Fonte: Santos (2001, p. 117)

No estudo foram considerados:

Data 0: Início de 1997 (início da pesquisa);

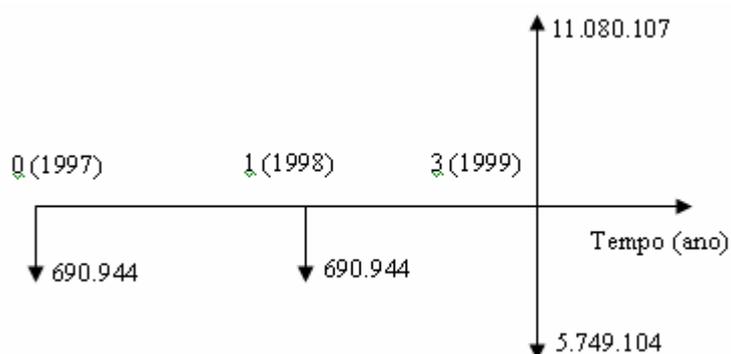
Data 1: Início de 1998 (segundo investimento para ter a opção de desenvolver, ou não, o produto na data seguinte);

Data 2: Início de 1999, tomada a decisão de:

- *compra* = investir na comercialização própria (opção de deferimento, similar à opção de compra), ou;
- *venda* = venda dos direitos de comercialização para terceiros (opção de abandono, similar à opção de venda).

4.7.3 Avaliação do projeto através da teoria das opções reais

O fluxo de caixa abaixo demonstra apenas os resultados obtidos através da utilização da Distribuição Beta.



Fonte: Santos(2001, 117)

Figura 9 – Fluxo de Caixa obtido pela análise tradicional e distribuição beta

A saída dos valores ocorreu mensalmente. Para facilitar os cálculos, considerou-se que ocorreram nos anos de 1997 e 1998. No ano de 1999, após a análise realizada pela forma tradicional, chegou-se aos valores apresentados na figura 9. Estão inclusos todos os gastos e recebimentos previstos para os nove anos previstos para a vida útil do projeto. Os fatores que foram considerados na análise estão na tabela 7.

Para o ano de 2000, foi feita a seguinte previsão para o fluxo de caixa determinísticos para o cenário com o volume mais provável de vendas.

Tabela 7 – Fluxo de caixa para o cenário mais provável de vendas

Histórico	2000
Licença	1.759.949
Serviço	527.985
Receita Total Líquida de Impostos	2.287.934
Custos + Despesas	
Custo Variável	168.077
Custo Fixo	233.435
Depreciação	4.680
= Total (Custos alocáveis diretamente)	406.192
Custo Indireto	21.543
<i>Overhead</i>	193.884
Total (Custos + Despesas)	621.619
= Resultado Operacional	1.666.315
(-) Imposto de Renda (25%)	416.579
(-) Contribuição Social (8%)	133.305
= Resultado Operacional Líquido	1.116.431
+ Depreciação	4.680
= Fluxo de Caixa Líquido	1.121.111

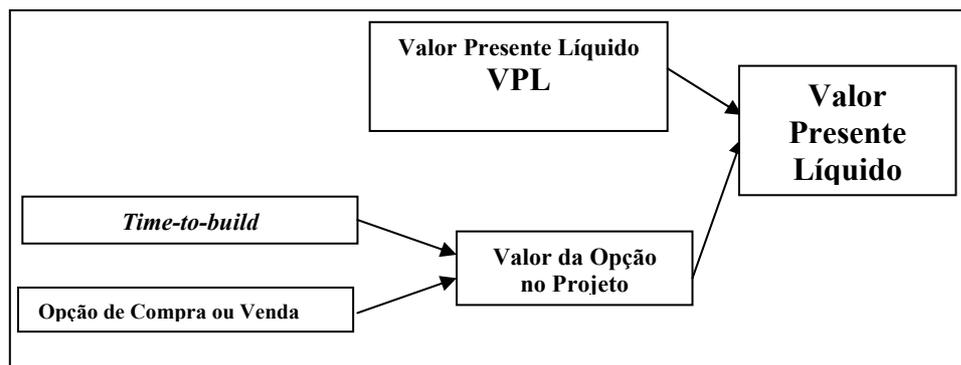
Fonte: Santos (2001, p. 118)

4.7.4 Aplicando a Teoria das Opções Reais

A avaliação que se segue se valeu de dois métodos para o cálculo do valor do projeto. O primeiro deles é o proposto por Kallberg e Laurin (1997) e o segundo é o modelo de Geske (1979), ajustado para avaliação de opções reais por Kemna (1993).

[E(Valor de Mercado)] = R\$ 4.396.000 Aplicando o Modelo de Kallberg e Laurin.

Foram consideradas duas opções, a *time-to-build* e a opção de crescimento *growth option*. A primeira opção foi calculada através do método binomial e a segunda, pelo método de Black e Scholes. O autor considerou como mais importantes as opções de: *deferimento* (análoga a uma opção de compra), *venda* (venda dos direitos de comercialização para terceiros, similar à opção de abandono) e a *time-to-build* (opção de abandono durante a construção). Desta forma, apresentou a seguinte estrutura no processo de cálculo do valor do projeto XPTO:



Fonte: Kallberg e Laurin (1997) apud Santos (2001, p. 119)

Figura 10 – Estrutura Básica do Modelo

O primeiro passo no modelo é o cálculo de valor presente líquido através do método tradicional. Foram consideradas duas alternativas:

1. Comercialização própria por parte da empresa desenvolvedora;
2. Venda dos direitos de comercialização para terceiros.

4.7.4.1 O valor presente líquido tradicional da opção de compra

Os valores a serem utilizados para os cálculos no caso da opção de comercialização própria por parte da empresa desenvolvedora são apresentados na tabela 8. Os dados foram obtidos a partir da análise feita pela própria empresa X.

Tabela 8 – Dados do Projeto Real – Opção de compra

Análise de Projeto de P&D (Opção de compra - 1)			
Ano	Investimento (\$)	Fluxo de Caixa	Probabilidade (%)
0 (1997)	690.944 ($I_{0,1}$)	0	
1 (1998)	690.944 ($I_{2,1}$)	0	
2 (1999)	5.749.104 ($I_{3,1}$)	15.478.115 (A)	1/6
		11.055.704 (B)	4/6
		6.779.708 (C)	1/6

Fonte: Santos (2001, p. 119)

O cálculo do valor presente líquido da opção de compra (investimento por parte da empresa X) pelo método tradicional (VPL_{Trad1}) se dá da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 VPL_{Trad1} = & -690.944 - 690.944 \times (1,16)^{-1} - 5.749.104 \times (1,16)^{-2} + \\
 & + \left(15.478.115 \times \frac{1}{6} + 11.055.704 \times \frac{4}{6} + 6.779.708 \times \frac{1}{6} \right) \times (1,16)^{-2} = 2.675.218
 \end{aligned}$$

$$VPL_{Trad1} = R\$ 2.675.218$$

4.7.4.2 O valor presente líquido tradicional da opção de venda

Os valores a serem utilizados para os cálculos no caso da opção de venda dos direitos de comercialização para terceiros são apresentados na tabela 10. Os dados foram obtidos a partir da análise feita nos itens anteriores.

Tabela 9 – Dados do Projeto Real – Opção de Venda

Análise de Projeto de P&D (Opção de venda - 2)		
Ano	Investimento (\$)	Fluxo de Caixa
0 (1997)	690.944 (I_{02})	0
1 (1998)	690.944 (I_{22})	0
2 (1999)		4.396.000

Fonte: Santos (2001, p. 120)

O valor para o fluxo de caixa no ano 2 (1999) é o Valor de Mercado XPTO esperado, obtido através da análise probabilística realizada pela empresa X:

Este valor não é muito diferente daquele obtido pela análise determinística sob o ponto de vista da operadora de tv a cabo, que obteve um VPL de R\$ 4.119.409, com uma TIR de 70,40% (trabalho original).

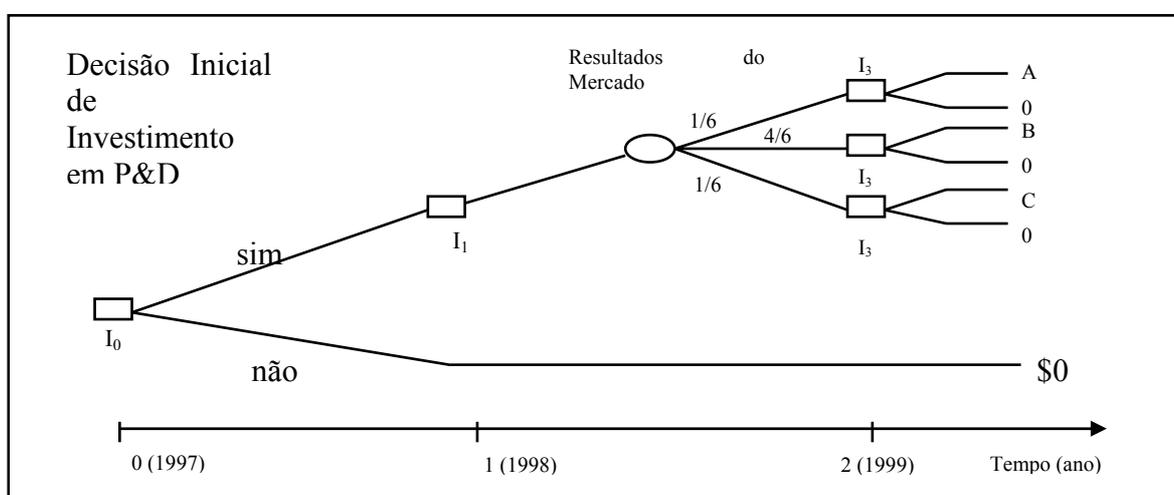
Cálculo do valor presente líquido tradicional ($VPL_{\text{Trad } 2}$):

$$VPL_{\text{Trad } 2} = -690.944 - 690.944 \times (1,16)^{-1} + 4.396.000 \times (1,16)^{-2} = 1.980.359$$

$$VPL_{\text{Trad } 2} = \text{R\$ } 1.980.359$$

Cálculo da *time-to-build* presente nas duas alternativas.

4.7.4.3 O valor do projeto obtido pela árvore de decisão



Fonte: Santos (2001, p. 121)

Figura 11 – Árvore de Decisão do Projeto de P&D

O valor esperado para o ano 2 [VE(2)] é, desta forma:

$$VE(2) = 1/6 \times (15.478.115 - 5.749.104) + 4/6 \times (11.055.704 - 5.749.104) + 1/6 \times (6.779.708 - 5.749.104) = 5.331.002$$

$$VE(2) = R\$ 5.331.002$$

Descontando-se este valor à data 0 (1997) e adicionando-se os investimentos feitos nos anos 0 e 1, obtém-se o seguinte valor para o projeto:

$$VPL = - 690.944 - 690.944 \times (1,16)^{-1} + 5.331.002 \times (1,16)^{-2} = 2.675.217$$

$$VPL(AAD) = R\$ 2.675.218$$

A análise feita pela árvore de decisão geralmente já incorpora o valor das decisões tomadas pela administração quando o cenário para o projeto se mostra desfavorável. O valor para o projeto obtido através da análise por árvore de decisão (AAD) é o mesmo obtido pelo valor presente líquido tradicional, pois o cenário não se mostrou desfavorável em nenhuma situação.

4.7.5 Cálculo da Time-to-Build

O valor da *time-to-build* (valor acrescentado pelo fato de se ter a possibilidade de parar o projeto durante a pesquisa caso os resultados não se mostrem favoráveis), assim como no caso do modelo de Kallberg e Laurin (1997) será obtido através do modelo binomial.

A figura 9 apresenta os valores a serem considerados no caso da análise da comercialização própria do projeto.

Usando-se uma fórmula para precificação de opção binomial passo-a-passo é possível se calcular o valor do projeto, ou seja, assume-se que o valor do projeto move-se para cima ou para baixo em pontos discretos no tempo. Isto é feito usando a fórmula para opção de compra em um período.

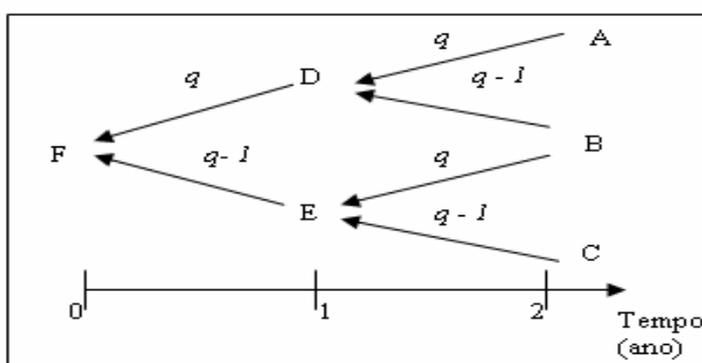
Para o projeto analisado, a taxa ajustada ao risco e a taxa livre de risco são, respectivamente, 16% e 6,17% (adotadas pela empresa X). As fórmulas são dadas na Figura 12.

Modelo binomial para precificação de opção de compra (um período)		
$F = \frac{pFu + (1-p)Fd}{r}$ $F_u = \text{Max}(uV - I, 0)$ $F_d = \text{Max}(dV - I, 0)$ $p = \frac{r-d}{u-d}$	Notação F Fu Fd V P	FCD estendido – incluindo a opção de flexibilidade em cada período Valor do projeto se o valor bruto aumenta em valor Valor do projeto se o valor bruto diminui em valor Valor bruto do projeto Probabilidade neutra ao risco
	r u d	1 + taxa livre de risco 1 + mudança percentual no valor bruto entre períodos, se o valor bruto aumenta. 1 + mudança percentual no valor bruto entre períodos, se o valor bruto diminui.

Fonte: Kallberg e Laurin, 1997 apud Santos (2001, p. 77)

Figura 12 – Modelo de precificação de opção binomial (um período)

A distribuição do fluxo de caixa e suas probabilidades reais correspondentes podem ser replicadas em uma árvore binomial. Estas probabilidades não foram assumidas na análise original por parte da empresa X, desta forma, as probabilidades reais q e $1 - q$, em cada ramo, serão assumidas iguais a 0,5. Estas, entretanto, podem variar. A probabilidade q representa a possibilidade de sucesso ao avançar de uma fase para outra e, portanto, dependerá das estimativas por parte da administração. Os cálculos abaixo são feitos adotando-se o valor $q = 0,5$, entretanto, estes valores podem variar de acordo com as previsões gerenciais. Os valores: A = 15.478.115; B = 11.055.704; e C = 6.779.708 são mostrados na tabela.



Fonte: Santos (2001, p. 122)

Figura 13 – Árvore Binomial do Projeto de P&D

$$\text{nó superior (ano 1)} = \frac{(A \times 0,5)}{1,16} + \frac{(B \times 0,5)}{1,16} = 11.436.991 = D$$

$$\text{nó inferior(ano 1)} = \frac{(B \times 0,5)}{1,16} + \frac{(C \times 0,5)}{1,16} = 7.687.991 = E$$

$$\text{Valor Presente bruto(ano 0)} = \frac{(D \times 0,5)}{1,16} + \frac{(E \times 0,5)}{1,16} = 8.243.392 = F$$

$$\text{Taxa superior (u)} = \frac{D}{F} = 1,387$$

$$\text{Taxa inferior(d)} = \frac{E}{F} = 0,933$$

Todos os parâmetros agora estão disponíveis para a probabilidade neutra ao risco e podem ser inseridas na equação. Assim:

$$p = \frac{r - d}{u - d} = \frac{1,0617 - 0,9333}{1,387 - 0,9333} = 0,283$$

Quando os investimentos são incluídos na árvore binomial, estes devem ser seus equivalentes certos (ver tabela 9). Isto desde que todos os fluxos na árvore sejam descontados à taxa ajustada ao risco. É importante observar que o investimento de \$5.749.104 no ano 2 é igual a um investimento de um equivalente certo de \$4.816.015 quando são descontados usando suas taxas de desconto correspondentes, por 16% e 6.17% [$5.749.104 \times (1.16)^{-2} = \$4.272.521$ o que é igual ao equivalente certo $4.272.521 \times (1.0617)^2 = 4.816.015$, quando descontado à data zero].

Tabela 10 – Equivalente certo do fluxo de caixa do projeto de P&D

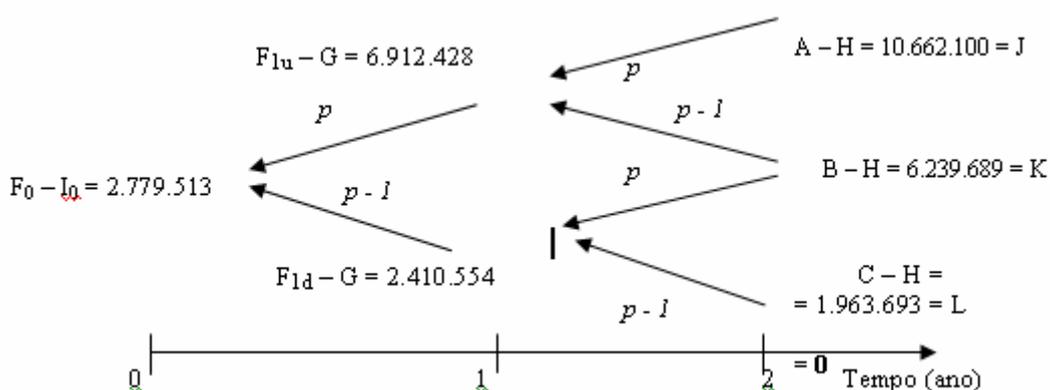
Fluxo de caixa esperado	Equivalente certo do fluxo de caixa
\$690.944	\$ 578.803 (G)
\$5.749.104	\$ 4.816.015 (H)

Fonte:Santos (2001, p. 123)

Por exemplo, o VPL estendido (VPL_e) para o nó superior, calculado voltando-se um período, do ano 2 para o ano 1, usando as fórmulas da figura 10, fornece:

$$F_{1u} = \frac{0,283 \times 10.662.100 + (1 - 0,283) \times 6.239.689}{1,0617} = 7.055.883 = F_{1u}$$

$$F_{1d} = \frac{0,283 \times 6.239.689 + (1 - 0,283) \times 1.963.693}{1,0617} = 1.989.357 = F_{1d}$$



Fonte: Santos (2001, p. 123)

Figura 14 – Árvore Binomial do Projeto XPTO

É possível calcular o valor do projeto na data 0, usando a fórmula da figura 10.

Assim:

$$F_0 = \frac{0.283 * 6.912.428 + (1 - 0.283) * 2.410.554}{1.0617} = 3.470.457$$

Como visto na figura 5.5 o VPL_{expandido} (que inclui a opção time-to-build) para o projeto de P&D na data zero é:

$$\text{VPL}_{\text{expandido}} = \$3.470.457 - \$690.944 = \$2.779.513$$

$$\text{VPL}_{\text{expandido}} = \text{R\$ } 2.779.513$$

Comparando este valor com o que foi obtido pelo VPL tradicional que havia fornecido um valor de R\$ 2.675.218, revela-se que a inclusão da flexibilidade presente no projeto, a time-to-build option, tem um valor de:

$$\begin{aligned} &\text{Valor da Opção time-to-build (opção de compra - 1):} \\ &= \text{VPL}_{\text{expandido}} - \text{VP}_{\text{trad}} = 2.779.513 - 2.675.218 = 104.295 \\ &\quad \text{Valor da Opção time-to-build (1) = R\$ } 104.295 \\ &\quad \text{Valor da Opção time-to-build (opção de venda):} \\ &= \text{VPL}_{\text{expandido}} - \text{VP}_{\text{trad}} = 2.779.513 - 1.980.359 = 799.154 \\ &\quad \text{Valor da Opção time-to-build (2) = R\$ } 799.154 \end{aligned}$$

Os métodos tradicionais de desconto de fluxos esperados falham em captar o valor total do projeto. Tal fato ocorre porque se assume que a decisão de fazer todos os três investimentos deverá ser feita no início do projeto, o que é uma falsa hipótese.

Calcula-se a seguir, o valor das opções de compra e de venda embutidas no projeto.

4.7.6 Cálculo da Opção de Comercialização

Opção de compra é o valor adicionado ao projeto pelo fato do investidor ter o direito, mas não a obrigação, de mais tarde optar pela continuação do projeto através do exercício da opção (investimento em produção), obtendo-se o fluxo de caixa do projeto como o ativo subjacente. Esta opção pode ser encarada como a opção de deferimento. Como esta opção só pode ser exercida na data de vencimento, será considerada como uma opção européia, utilizando a fórmula de Black e Scholes para opção de compra.

No modelo de Kallberg e Laurin (1997) foi considerada a opção de crescimento, além da *time-to-build*. O autor da análise considerou a opção de compra (deferimento), tendo em vista a obsolescência do produto com o passar do tempo, não vislumbrando nenhuma outra possibilidade de lançamento de uma versão mais avançada do produto.

Adotou o modelo de precificação de Black e Scholes (1973) para o cálculo do valor das opções. Este modelo tem sido um dos mais utilizados em P&D (NICHOLS, 1994; MINARDI, 2000 *apud* Santos (2001, p. 125).

Os valores a serem introduzidos na fórmula de precificação de opção de compra de Black e Scholes são os seguintes:

Opção Financeira	Opção de P&D (Compra)
Valor do Ativo Subjacente (S)	Fluxo de Caixa do Projeto em: (1999) = 11.080.107 (1997) = 8.234.324
Preço de Exercício da Opção de Compra do Projeto de P&D (E)	Investimento em Comercialização em: (1999) = 5.749.104 (1997) = 4.272.521
Prêmio da Opção de P&D (Deve ser comparado ao valor da opção obtido por B&S)	Investimento total em Pesquisa em: (1999) = 1.731.229 (1997) = 1.286.585
Data de Vencimento (1999)	2 anos
Desvio-Padrão = Volatilidade	30% - adotada (Deve ser obtida a partir de ativos idênticos - <i>twin security</i>)

Fonte: Santos (2001, p. 125)

Quadro 5 – Analogia entre opções financeiras e opção de P&D (Compra)

Modelo de Precificação de Opção de Black & Scholes		
$C = S_0 N(d_1) - E e^{-rt} N(d_2)$	Notação	
$P = E e^{-rt} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$	C (Call)	Valor da opção de compra
$d_1 = \frac{\ln(S_0/E) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$	P (Put)	Valor da opção de venda
$d_2 = \frac{\ln(S_0/E) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$	E	Preço de Exercício
	S	Valor presente bruto do ativo subjacente
	r	Taxa de desconto livre de risco
	σ	Desvio-padrão do fluxo de caixa futuro
	t	Tempo até a data de vencimento
	N(.)	Função distribuição normal acumulada padronizada

Fonte: Santos (2001, p. 34)

Figura 15 – Fórmulas de Black e Scholes para opção de compra e de venda

Inserção dos dados nas fórmulas da Figura 15 – Método de Black e Scholes para opção de compra. No caso será utilizada a seguinte fórmula.

$$C = S_0 N(d_1) - E e^{-rt} N(d_2)$$

Onde

S_0 = Preço do ativo data zero (1997) = Fluxo de Caixa em 1997 = 8.234.324.;

E = Preço de Exercício em 1999 = Investimento Comercialização em 1999 = 5.749.104;

$r = 6,17 \% \text{ a.a.};$

$\sigma = 30\%$ (adotada, mas deveria ser obtida a partir de ativos idênticos - twin security);

$t = 2 \text{ anos.}$

Desta forma, tem-se:

$$d_1 = [\ln (8.234.324 / 5.749.104) + (0,0617 + 0,5 \times 0,3^2) \times 2] / 0,3 \times \sqrt{2} = 1,35$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t} = 1,35 - 0,3 \times \sqrt{2} = 0,93$$

$$N(d_1 = 1,35) = 0,4115$$

$$N(d_2 = 0,93) = 0,3228$$

Efetuada as operações, obtém-se o valor para a opção de compra do projeto de P&D:

$$C = 8.234.324 \times 0,4115 - 5.749.104 e^{-0,0617 \times 2} 0,3228$$

$$C = R\$ 1.748.055$$

Este valor deve ser comparado com o prêmio (investimento em pesquisa) total descontado ao ano de 1997 ($I = 1.286.585$). Como o valor da opção de compra $C = 1.748.055 > I = 1.286.585$, é dito que a opção está “no dinheiro”. Desta forma, um projeto que dê a opção de, nas condições assumidas, ter o direito, mas não a obrigação de continuar com o projeto deve ter o valor “C” adicionado ao valor do projeto.

4.7.7 Venda dos Direitos de Comercialização Para Terceiros

Opção de venda é o valor adicionado ao projeto pelo fato do investidor ter o direito, mas não a obrigação de, mais tarde, optar pela venda dos direitos de comercialização para terceiros. Ela deve ser encarada como uma opção de *abandono*. Na opção de abandono o preço de exercício é igual à economia conseguida com a venda dos ativos ou de sua melhor utilização; no nosso caso, entretanto, o preço de exercício será visto como o valor a ser obtido pela venda dos direitos de comercialização para terceiros. Como esta opção só pode ser exercida na data de vencimento, será considerada como uma opção européia, sendo utilizado para o seu cálculo a fórmula de Black e Scholes para opção de venda. Os valores a serem introduzidos na fórmula de precificação de opção de venda de Black e Scholes são os seguintes:

Opção Financeira	Opção de P&D (Venda)
Valor do Ativo Subjacente (S)	Valor Presente do Projeto no caso de comercialização própria. VP = 11.080.107 (1999) VP = 8.234.324 (1997)
Preço de Exercício da Opção de Venda do Projeto de P&D	Valor obtido pela venda dos direitos de comercialização para terceiros. E(Valor de Mercado) = 4.396.000 (1999) E(Valor de Mercado) = 3.266.944 (1997)
Prêmio pago pela Opção de Venda do Projeto de P&D	Investimento em Pesquisa em: (1999) = 1.731.229 (1997) = 1.286.585
Data de Vencimento (1999)	2 anos
Desvio-Padrão = Volatilidade	30% - adotada (Deve ser tirada de ativos idênticos - <i>twin security</i>)

Fonte: Santos (2001, p. 127)

Figura 16 – Analogia de P&D com opções financeiras – opção de venda

Com os dados do Figura 16, pode-se então inseri-los na fórmula de Black e Scholes para opção de compra da figura seguinte.

Modelo de Precificação de Opção de Black & Scholes		
$C = S_0 N(d_1) - E e^{-rt} N(d_2)$	Notação	
$P = E e^{-rt} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$	C (Call)	Valor da opção de compra
$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{E}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right) \times t}{\sigma\sqrt{t}}$	P (Put)	Valor da opção de venda
$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$	E	Preço de Exercício
	S	Valor Presente bruto do ativo subjacente
	r	Taxa de desconto livre de risco
	σ	Desvio-padrão do fluxo de caixa futuro
	t	Tempo até a data de vencimento
	N(.)	Função distribuição normal acumulada padronizada

Fonte: Santos (2001, p. 34)

Figura 17 – Fórmulas de Black e Scholes para opção de compra e de venda

$$P = E e^{-rt} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

Onde:

S_0 = Preço do ativo (1997) - obtido pela empresa desenvolvedora = 8.234.324;

E = Preço de Exercício(999)= Preço de venda= E(Valor de Mercado) = 4.396.000

r = 6,17 % a.a. ;

$\sigma = 30\%$ (adotada, mas deveria ser obtida a partir de ativos idênticos - twin security);

$t = 2$ anos.

Desta forma, tem-se:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{E}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right) \times t}{\sigma\sqrt{t}} = \frac{\ln\left(\frac{8234324}{4396000}\right) + \left(0,0617 + \frac{1}{2}0,3^2\right) \times 2}{0,3\sqrt{2}} =$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} = 1,98 - 0,3 \times \sqrt{2} = 1,56$$

$$N(-d_1) = N(-1,98) = 0,5 - 0,4761 = 0,0239$$

$$N(-d_2) = N(-1,56) = 0,5 - 0,4406 = 0,0594$$

Efetuada as operações, obtém-se o valor para a opção de venda do projeto de P&D:

$$P = 4.396.000 e^{-0,0617 \times 2} 0,0594 - 8.234.324 \times 0,0239$$

$$P = R\$ 34.008$$

Como o valor da opção $P = R\$ 34.008 < \text{Invest. em pesquisa} = R\$ 1.286.585$, conclui-se que a opção está *fora do dinheiro*, ou seja, não valeria a pena vender o projeto.

4.7.8 Valor Total do Projeto

Foram analisadas duas opções: a time-to-build e a opção de comercialização (compra), obtida pela fórmula de Black e Scholes. Os cálculos seguiram o que fora proposto por Kallberg e Laurin (1997) pelo fato de haver uma forte analogia entre os projetos analisados. Assim como no estudo de Kallberg e Laurin (1997), as duas opções serão consideradas aditivas, não sendo feito uma análise da interação entre elas. Desta forma, o valor obtido para o projeto será:

$$VPL_{(TOR)_1} = VPL_{Trad_1} + \text{Time-to-build} + \text{Opção de Compra (C)}$$

Onde:

- $VPL_{(TOR)_1}$: Valor do projeto obtido pela TOR considerando-se a comercialização própria por parte da empresa desenvolvedora do produto;
- VPL_{Trad_1} : Valor Presente Líquido obtido pela forma tradicional para o caso de comercialização própria por parte da empresa;

- Opção Time-to-build (Escalonamento): A construção em estágios cria a opção de abandonar o projeto se a informação a respeito do seu valor não for favorável. Cada estágio pode ser visto como uma opção de compra no valor dos estágios subsequentes e como tais, ser avaliada como uma opção de compra composta.
- Opção de Compra (C): É o valor adicionado ao projeto pelo fato do investidor ter o direito, mas não a obrigação, de mais tarde optar pela continuação do projeto através do exercício da opção (investimento em produção), obtendo-se o fluxo de caixa do projeto como o ativo subjacente.

Como já estão disponíveis os valores em questão, pode-se obter o resultado final. Assim:

$$VPL_{\text{Trad}_1} = \text{R\$ } 2.675.218$$

$$\text{Valor da Opção } \textit{time-to-build} = \text{R\$ } 104.295$$

$$C = \text{R\$ } 1.748.055$$

$$VPL_{(\text{TOR})_1} = VPL_{\text{Trad}_1} + \text{Time-to-build} + \text{Opção de Compra (C)}$$

$$VPL_{(\text{TOR})_1} = 2.675.218 + 104.295 + 1.748.055 = 4.527.568$$

Logo:

$$VPL_{(\text{TOR})_1} = \text{R\$ } 4.527.568$$

Pode-se perceber, a inclusão das opções presentes no projeto aumentou em cerca de 70% o valor do primeiro cálculo. Tal análise vem a corroborar com tudo aquilo que tem sido mencionado pela literatura da teoria das opções reais, ou seja, a análise dos investimentos feita pela forma tradicional tem ignorado as flexibilidades presentes nos projetos. Tal fato ocorre porque a análise tradicional considera como se todas as decisões tivessem que ser tomadas no início do projeto, o que naturalmente é uma falsa hipótese.

É preciso agora qual será o valor do projeto caso opte-se pela venda dos direitos de comercialização a terceiros.

4.7.9 Venda dos Direitos de Comercialização Para Terceiros

Foram analisadas duas opções: a *time-to-build* e a opção de venda dos direitos de comercialização (venda), obtida pela fórmula de Black e Scholes). Os cálculos

seguiram o que fora proposto por Kallberg e Laurin (1997) pelo fato de haver uma forte analogia entre os projetos analisados. Assim como no estudo de Kallberg e Laurin (1997), as duas opções serão consideradas aditivas, não sendo feito uma análise da interação entre elas. Desta forma, o valor obtido para o projeto será:

$$VPL_{(TOR)_2} = VPL_{Trad_2} + \text{Time-to-build} + \text{Opção de Venda (P)}$$

Além dos fatores já anteriormente abordadas ($VPL_{Trad_2} + \text{time-to-build}$), inclui-se o valor da opção de venda . Assim:

- $VPL_{(TOR)_2}$: Valor do projeto obtido pela TOR considerando-se a venda dos direitos de comercialização para terceiros;
- Opção de Venda : É o valor adicionado ao projeto pelo fato do investidor ter o direito, mas não a obrigação, de mais tarde optar pela venda dos direitos de comercialização para terceiros.

Como já estão disponíveis os valores em questão, pode-se obter o resultado final. Assim:

$$VPL_{Trad_2} = \text{R\$ } 1.980.359$$

$$\text{Valor da Opção } \textit{time-to-build} = \text{R\$ } 799.154$$

$$P = \text{R\$ } 34.008$$

$$VPL_{(TOR)_2} = VPL_{Trad_2} + \text{Time-to-build} + \text{Opção de Venda (P)}$$

$$VPL_{(TOR)_2} = 1.980.359 + 799.154 + 34.008 = 2.813.521$$

Logo:

$$VPL_{(TOR)_2} = \text{R\$ } 2.813.521$$

Pode-se perceber, a inclusão das opções presentes no projeto aumentou em cerca de 42% o valor do primeiro cálculo. Tal análise vem a corroborar com tudo aquilo que tem sido mencionado pela literatura da teoria das opções reais, ou seja, a análise dos investimentos feita pela forma tradicional tem ignorado as flexibilidades presentes nos projetos. Tal fato ocorre porque a análise tradicional considera como se todas as decisões tivessem que ser tomadas no início do projeto, o que naturalmente é uma falsa hipótese.

4.7.10 Valores Obtidos pelo Modelo da Kallberg e Laurin

As duas análises realizadas revelaram que a opção de comercialização própria por parte da empresa desenvolvedora do produto XPTO apresenta um valor presente maior, incluídas as flexibilidades embutidas no projeto.

$$VPL_{(TOR)_1} = R\$4.527.568 > VPL_{(TOR)_2} = R\$ 2.813.521$$

Desta forma, a menos que alguma empresa esteja disposta a pagar o equivalente a $VPL_{(TOR)_1} = R\$ 4.527.568$, pela aquisição dos direitos de exploração, será preferível optar pela comercialização própria por parte da empresa.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o Plano de Negócio da Atender.com onde foram aplicados os conhecimentos da teoria das opções reais.

A empresa está sendo estruturada, numa primeira instância, para atuar na venda virtual de DVDs. Produtos, tais como CDs, Fitas de Vídeo, Jogos de Vídeo Game e outros entretenimentos caseiros serão também comercializados, mas o foco das vendas serão os DVDs.

Os sócios: Emílio Carlos Nascimento Ferreira, Contador e Analista de Sistema; João Luiz Walbuza Ferreira, formado em Sistema de Informação e com larga experiência na construção de Web Sites, estão dispostos a investir na criação desta loja virtual utilizando os poucos recursos financeiros próprios.

Dispondo de um pequeno capital estão estudando e preparando um Plano de Negócio para verificar as flexibilidades que as opções reais podem captar na implantação imediata, ou no diferimento do empreendimento.

Inicialmente pretendem concentrar seu desafio na venda de artigos que proporcionem aos consumidores momentos de lazer, suprimentos para informática e softwares tendo com meta atingir, na etapa inicial, como “um balão de ensaio” o mercado do Estado do Espírito Santo.

Após a implantação do Plano de Negócio utilizarão a experiência adquirida no mercado e reforçarão o capital inicial, com mais recursos próprios e de investidores interessados no retorno de pequeno risco do empreendimento, para expandir os negócios e atender, também, outros pontos do País, ampliando o leque de produtos disponibilizados para venda.

O investimento inicial será pequeno uma vez que não necessitarão comprar móveis, equipamentos, terrenos, construir obras e instalações e nem pagar aluguel de imóveis. Serão utilizados os recursos que já dispõem mas que estão sendo imputados por seu valor, devidamente avaliados, no Plano de Negócio como parte integrante dos recursos financeiros próprios. A empresa, na prática, está se estabelecendo para “sentir” a potencialidade do mercado, adquirir conhecimentos

gerenciais que permitam flexibilidades para explorar as oportunidades do negócio em sua futura fase de expansão.

5.2 A OPORTUNIDADE DO NEGÓCIO

Os gastos com lazer e entretenimento representam uma expressiva parcela nos dispêndios das famílias de classe “A” e “B”. Na conjuntura atual onde nas ruas predomina uma insegurança quase que total as pessoas estão buscando formas de se divertirem com comodidade, segurança e reunindo toda a família em suas residências. Os artigos que a empresa pretende vender não são onerosos, agradam a todos e propiciam a família momentos sadios de lazer.

5.3 A EMPRESA

A Atender.com está moldada numa estrutura leve para, a baixo custo, aproveitar-se das vantagens oferecidas pela Internet. Suas vendas serão feitas, exclusivamente pela Internet, eliminando a necessidade de abertura de lojas dispendiosas e sofisticadas para atendimento ao público. Ainda que esteja alicerçada em fundação simples e modesta os seus idealizadores não limitam os seus sonhos e acalentam a possibilidade de, em seis anos, competirem em igualdade com as empresas congêneres que, com sucesso, já estão estabelecidas, ocupando altos percentuais de participação do mercado.

5.4 O MERCADO

O comércio eletrônico é hoje o "canal de vendas" que mais cresce no Brasil e no Mundo. Sua facilidade aliada à conveniência de comprar a qualquer hora do dia ou da noite e no conforto do sofá de casa vem conquistando cada vez mais adeptos e, com isso, abrindo um nicho de mercado muito promissor: o de soluções em e-commerce para empresários que queiram investir em lojas virtuais.

Apesar do varejo tradicional estar passando por um período de desaquecimento devido à instabilidade econômica, o comércio eletrônico brasileiro mantém crescimento. É o que aponta um estudo recente realizado pelo Programa de Administração de Varejo (Provar), da Fundação Instituto de Administração (Fia), ligada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (Fea) da USP, em parceria com a empresa de pesquisas E-bit.

A análise, feita com 1,5 mil consumidores online do Estado de São Paulo, revela as expectativas em relação à intenção de compras pela Internet nos meses de setembro e outubro. Apresenta também que apenas 5,4% dos entrevistados não pretendem comprar nos próximos dois meses.

O estudo, publicado pelo site do Governo do Estado, revela ainda que 66,8% dos internautas entrevistados pretendem adquirir até quatro produtos e outros 24,1% têm intenção de comprar mais de seis itens. Além dos artigos mais baratos, há uma grande disposição dos usuários em adquirir artigos com valor agregado alto, como eletroeletrônicos (33,8%), equipamentos de informática (26,5%) e produtos da linha branca (12,9%). O interesse pela aquisição de automóveis também foi considerável (10%). Entre essas pessoas, 26,8% pretendem gastar até R\$ 10 mil e 42,7% entre R\$ 10 mil e R\$ 20 mil.

O Provar iniciou uma série de estudos sobre as expectativas de consumo na cidade de São Paulo em outubro de 1999. Desde então, realiza um levantamento trimestral envolvendo consumidores adultos para prospectar as tendências de consumo no período subsequente.

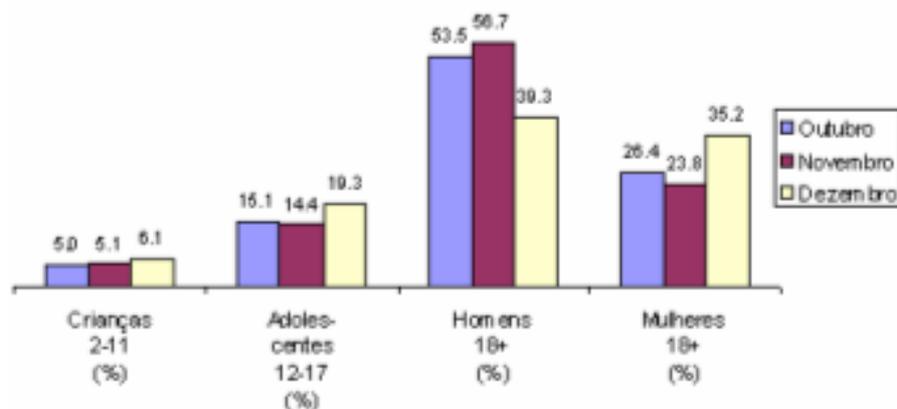
O percentual é bem diferente do encontrado em outro estudo do Provar, que indicava que 78,1% dos consumidores de lojas tradicionais não deveriam adquirir nenhum bem nos próximos 60 dias. CDs, livros e DVDs lideram a lista dos itens que deverão ser adquiridos por 81,1% dos entrevistados.

Existe uma demanda constante por lazer e entretenimento, mas o trânsito, a violência urbana e o desejo de comodidade fazem da Internet o canal propício para compras tranquilas.

Data da Pesquisa	População total IBGE	Internautas (milhões)	% da População Brasileira	Nº de Meses (base=jan/96)	Crescimento Acumulado (base=jul/97)	Fontes de pesquisa Internautas
Jan/2003	176,0	14,32	8,1%	83	1.143%	Nielsen NetRatings
Ago/2002	175,0	13,98	7.9%	78	1.115%	Nielsen NetRatings
Set/ 2001	172,3	12,04	7.0%	67	947%	Nielsen NetRatings

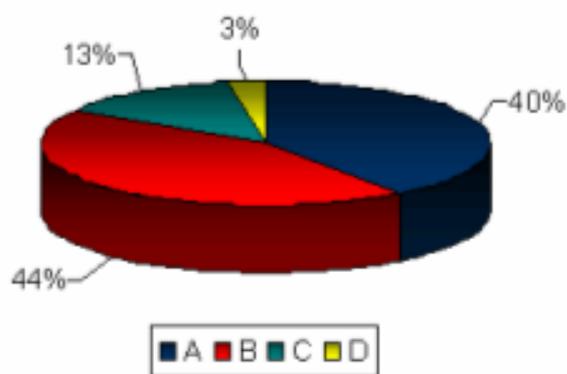
Fonte: pesquisas diversas / população: variações anuais estimadas

Quadro 6 – Quantidade de pessoas conectadas a web no Brasil



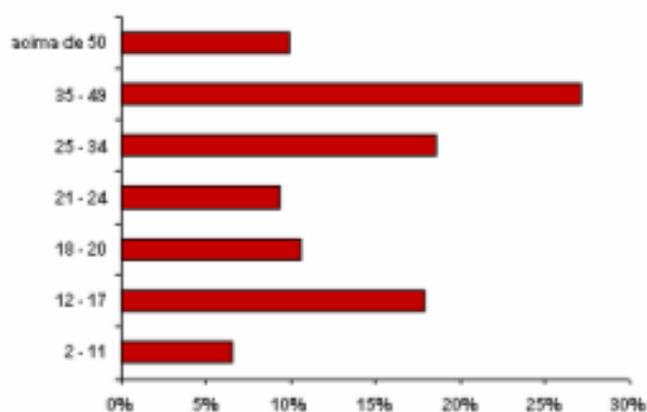
Fonte: relatório Media Metrix

Gráfico 4 – Perfil do internauta no Brasil – Mar/2003



Fonte: Relatório Media Metrix -Classe Social

Gráfico 5 – Classes sociais – Brasil – Dez/2000



Fonte: Nielsen/NetRatings

Gráfico 6 – Idade dos Usuários domésticos – Brasil – Set/2000

5.5 RECURSOS TECNOLÓGICOS

A atender.com desenvolverá o seu site na linguagem ASP, utilizando a plataforma Windows 2000 e banco de dados mySQL. A forma de recebimento será através de boletos bancários, cartões de crédito e cheque eletrônicos. O Site será hospedado numa empresa fornecedora de soluções tradicional. Providências estão sendo tomadas para a facilidade de navegação e segurança. O site possuirá tecnologia avançada de encriptação de dados disponibilizada pelo provedor, certificada por empresa idônea, garantindo a realização de compras seguras de qualquer modalidade de pagamento.

Funcionalidades do Site:

CADASTRO: O Cliente cadastra-se só uma vez. Para qualquer outra compra basta utilizar o login e respectiva senha.

Busca: O Cliente digitará o título do DVD, no todo ou em parte, para localizar rapidamente o filme ou musical desejado.

BUSCA AVANÇADA: Qualquer item de compra pode ser localizado com a digitação do nome do Autor, Diretor, Compositor, Cantor, ou gênero.

RANKING: Dos produtos com maior índice de preferência.

RESENHAS: Comentários sobre a Obra que será adquirida.

Opinião: Impressão dos Clientes que já adquiriram produto idêntico.

NEWSLETTER: Boletim Informativo mensal sobre novidades.

5.6 AVALIAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE INVESTIMENTO

Esta avaliação está foi feita com base na metodologia proposta pelo Prof. Eurico Pereira Lopes, exposta em seu livro: "Opções Reais – a nova análise de investimento".

O investimento inicial é da ordem de R\$ 34.400,00. O aporte do investimento tem como origem os recursos financeiros dos próprios idealizadores da Atender.com. A taxa de desconto é de 18%a. s.

Espera-se um número de visitas de 7.000 pessoas no primeiro semestre de funcionamento do site e 7% de crescimento nos demais semestres. A taxa de

conversão esperada é de 2,15 sendo: 0,60% para o produto 1; 0,50% para o produto 2; 0,60% para o produto 3; 0,60% para o produto 4.

5.6.1 CENÁRIOS

Item	Pessimista	Otimista	Moderado
Valor Presente	(21.800,00)	56.611,00	4.974,00
Valor Presente Líquido	(56.290,00)	22.211,00	(29.426,00)
TIR	5,52%	22,75%	11,57%
ROI	(1,6)	0,6	(0,9)
Pay Back	5,68	4,90	5,38
Visitas	6.500	8.000	7.000
Taxa livre de risco	10%	10%	10%
Vida do Projeto	3 anos	3 anos	3 anos

5.6.2 ANÁLISE PELOS MÉTODOS TRADICIONAIS

Para determinar o VPL estima-se o custo de oportunidade do capital empregado. Admite-se que o valor do projeto siga um processo binomial multiplicativo de $u = 1,7$ e $d = 0,7$. Desta forma o valor do projeto passa a ser $V^+ = R\$ 54.480,00$ e $V^- = R\$ 24.080,00$ caso o mercado reaja favoravelmente (50%), ou desfavoravelmente (50%).

A rentabilidade do projeto com base em um empreendimento “gêmeo” é dada por:

$$k = (0,50 \times 1,7 + 0,50 \times 0,7) - 1 = 0,20$$

A árvore de decisão para um empreendimento análogo tem, desta forma o seguinte gráfico:

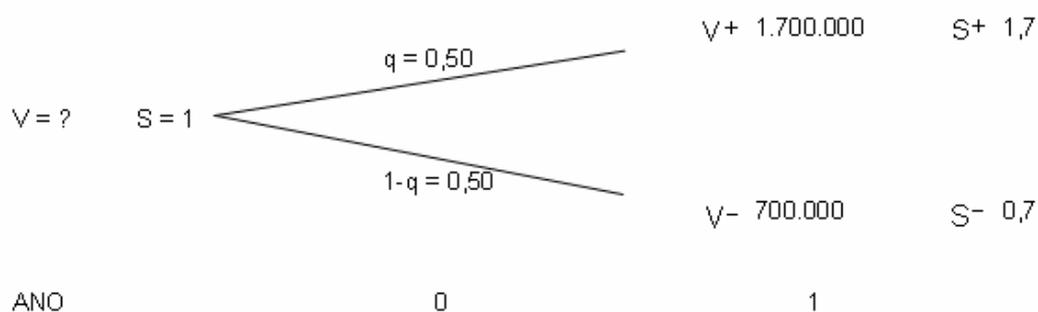


Figura 18 – Árvore de decisão – Atender.com

5.6.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

V^+ valor atualizado dos cash flows esperados do projeto;

S preço do projeto gêmeo;

I_0 Investimento inicial;

E Valor da oportunidade de investimento;

k taxa ajustada do risco;

r taxa de juros livre de risco.

5.6.4 ABORDAGEM TRADICIONAL

As técnicas do FCD atualizam os valores esperados do negócio com base na taxa do projeto gêmeo. Esta taxa é estimada com base no coeficiente β do projeto gêmeo, aplicando o CAPM. Desta forma o valor bruto do projeto é:

$$V_0 = \frac{E_0(C_1)}{1+k} = \frac{qV^+ + (1-q)V^-}{1+k} =$$

$$\frac{0,50 \times 58.480 + 0,50 \times 24 \cdot 080}{1+0,2} = \frac{41.280}{1,20} =$$

$$V_0 = 34.400$$

então,

$$VPL = V_0 - I_0 = 34.400 - 34744 = -344$$

Conclui-se que a oportunidade de investimento é $-344,00$

Seguindo-se a teoria do Fluxo de Caixa Descontado o projeto deveria ser rejeitado. É preciso verificar as opções reais que estão embutidas no projeto para que em razão da flexibilidade de gestão o projeto possa vir a ser executado com êxito.

A árvore de decisão constitui-se numa ferramenta de gestão para estruturar a tomada de decisão, mapeando as condições contingentes alternativas.

A tória das opções que originalmente foi desenvolvida para os ativos financeiros tem sido aplicada a ativos reais.

Admite-se que o projeto (V) e seu projeto gêmeo (S) se comportem segundo os da figura

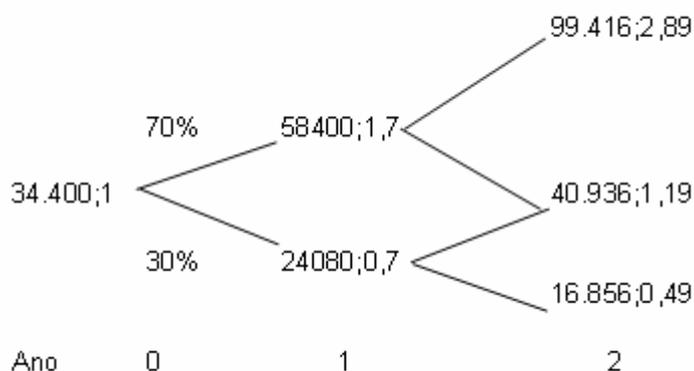


Figura 19 – Árvore de decisão do projeto e projeto gêmeo

5.6.5 OPÇÃO DE DIFERIMENTO

A opção de diferir o projeto por um ano dá ao administrador o direito, mas não obrigação, de realizar o investimento no próximo ano se o valor do projeto exceder o investimento necessário.

A opção de diferimento, segundo Lopes (2001, p. 95), pode ser considerada uma opção de compra americana sobre o valor bruto do projeto (V) com um preço de exercício igual à despesa de investimento requerida no próximo ano (I_1).

$$I_1 = I_0 \times (1+r) = 34.744 \times 1,1 = 38.218$$

Exatamente antes de encerrado o prazo o valor da oportunidade de investimento (E) será $\max(V - I_1; 0)$.

Isto é

$$E^+ = \max(V^+ + I_1; 0) = \max(58.480 - 38218; 0) = 20.262$$

$$E^- = \max(V^- + I_1; 0) = \max(24.080 - 38218; 0) = 0$$

Desta forma, adotando-se a opção de diferimento do investimento, a estruturado *payoff*, tendo $q = 0,50$, será a seguinte:

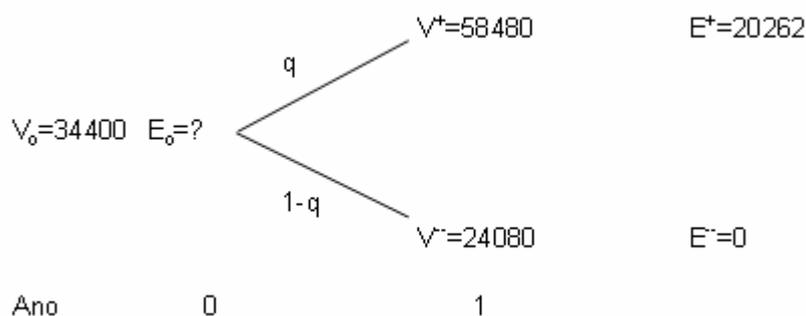


Figura 20 – Estrutura da opção de diferimento do projeto

Em vez de investir 34.744, imediatamente para receber 58.480 ou 24.080 no próximo período, pode-se esperar e observar o comportamento do mercado.

Se o mercado evoluir investe-se 20.262, caso contrário não se faz o investimento.

$$\text{Com, } p = \frac{(1+r)S - S^-}{S^+ - S^-} = \frac{(1+0,10)1 - 0,7}{1,7 - 0,7} = \frac{1,1 - 0,7}{1} = 0,40$$

o valor total da oportunidade de investimento, ou seja, o VPL estratégico que incorpora o valor da opção de diferimento, é

$$E_0 = \frac{pE^+ + (1-p)E^-}{1+r} = \frac{0,40 \times 20262 + 0,60 \times 0}{1+0,10} = \frac{8105}{1,1} = 7368$$

Embora o projeto tenha apresentado um VPL (estático) negativo de -344 se for executado imediatamente não deve ser desprezado porque a oportunidade de investimento no projeto, dentro de um ano, está atualmente avaliada em 7.368. O valor da opção do diferimento proporcionada é dada por:

$$\text{Prêmio da Opção} = \text{VPL estratégico} - \text{VPL estático} = 7368 - (-344) = 7712$$

Segundo Lopes (2001, p. 96) o prêmio da opção que corresponde ao valor criado pela opção de diferimento, que acresce ao VPL estático ou passivo de um projeto para se obter o VPL estratégico ou expandido pode, igualmente, ser obtido através do cálculo da opção de venda correspondente a esta opção de compra procedendo aos respectivos cálculos, ou por intermédio da paridade entre a opção de compra e a opção de venda.

O autor utiliza o modelo binomial para um período. A opção de venda será representada por OD (prêmio da opção de diferimento).

$$OD^+ = \max (I_1 - V^+; 0) = \max (38218 - 58480; 0) = 0$$

$$OD^- = \max (I_1 - V^-; 0) = \max (38218 - 24080; 0) = 14138$$

Com $p = 0,40$, vem

$$OD_0 = \frac{p \times OD^+ + (1-p) OD^-}{1+r} = \frac{0,40 \times 0 + 0,60 \times 14138}{1,1} = 7712$$

Então

$$VPL \text{ estratégico} = VPL \text{ estático} + \text{Prêmio da Opção } OD_0 = -344 + 7712 = 7368$$

Conclui-se que a opção de diferimento pode ser vista com uma opção de venda, no sentido em que protelar a decisão de investimento até à data de validade podendo desistir do investimento se as condições de mercado não evoluírem.

5.6.6 Planilhas

INVESTIMENTO FIXO	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
INSTALAÇÕES							
Reformas	600						
Mobilia	3.420						
Total	4.020						
EQUIPAMENTOS							
Aparelhos de TV	400						
Aparelho de Vídeo	250						
Aparelhos de Videogame	700						
Aparelho de Fax	280						
Informática	6.400						
Total	8.030						
ESTOQUE MERCADORIAS							
Fitas de video	9.600						
Games	3.500						
Estojo	550						
Total	13.650						
DESP. PRÉ-OPERACIONAIS							
Legais	1.200						
Contabeis	1.000						
Total	2.200						
OUTROS DESEMBOLSOS							
Desenvolvimento de Sistemas	2.500						
Compra de Software	2.000						
Total	4.500						
TOTAL INVEST. FIXO	32.400						
CAPITAL DE GIRO							
Despesas iniciais e Caixa	2.000						
Total	2.000						
INVESTIMENTO TOTAL	34.400						

PLANILHA 1.1 MEMÓRIA DE CÁLCULO - INVESTIMENTOS					
INSTALAÇÕES					
	Quant.	Unitário	Total	Sem 0	Sem 1
Escrivaninha	2	700	1.400	1.400	
Cadeiras	4	80	320	320	
Estantes	3	100	300	300	
Balcões	2	700	1.400	1.400	
Total Mobílias	-	-	3.420	3.420	
Projeto e Reforma	-	-	600	600	
EQUIPAMENTOS					
Aparelhos de TV	1	400		400	
Aparelhos de Vídeo	1	250		250	
Aparelho de Fax	1	280		280	
Aparelho de videogame	2	350		700	
Total				1.630	
INFORMÁTICA					
	Quant.	Custo Unit			
Microcomputador PENTIUM 4	2	1.200	2.400	2.400	
Microcomputador PENTIUM 4	1	1.500	1.500	1.500	
Notebook Compaq	1	2.500	2.500	2.500	
Total				6.400	
ESTOQUE DE MERCADORIAS					
Fitas de video	400	24	9.600	9.600	
Games	50	70	3.500	3.500	
Estojo	550	1	550	550	
Total	1.000	95	13.650	13.650	
DESP. PRÉ-OPERACIONAIS					
Legais	1.200			1.200	
Contabeis	1.000			1.000	
Total				2.200	

OUTROS DESEMBOLSOS					
Desenvolvimento de Sistemas				2.500	
Compra de Software				2.000	
Total				4.500	
CAPITAL DE GIRO					
Despesas iniciais de caixa				2.000	
Total				2.000	

PLANILHA 5 - FLUXO DE CAIXA E RENTABILIDADE DO PROJETO

Semestres	0	1	2	3	4	5	6
Aportes de Investimento	(34.400)	-	-	-	-	-	-
Geração de caixa							
(+) Entradas de Caixa							
Receitas		53.677	77.249	115.030	172.628	259.569	388.792
(-) Saídas de Caixa							
Custos		118.972	126.130	131.732	140.700	145.107	159.224
Tributos		1.458	2.082	3.096	5.674	31.306	66.769
Total de saídas		120.430	128.212	134.828	146.374	176.412	225.992
(=) Saldo do período		(66.753)	(50.963)	(19.799)	26.254	83.156	162.800
FLUXO INVESTIMENTO c/	(34.400)	(66.753)	(50.963)	(19.799)	26.254	83.156	162.800
Fluxo de caixa acumulado	(34.400)	(101.153)	(152.117)	(171.915)	(145.661)	(62.505)	100.295
Tempo de PayBack		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,38

RENTABILIDADE DO PROJETO	
TAXA DE DESCONTO	18,0%
INVESTIMENTO INICIAL	(34.400)
Valor Presente do fluxo de caixa	4.974
VPL - Valor Presente Líquido	(29.426)
TIR - Taxa Interna de Retorno	11,57%
ROI - (Return On Investment)	(0,9)

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO A OUTROS ESTUDOS

Para atingir os objetivos propostos tomou-se como base o pensamento de autores consagrados. Foi produzida uma revisão bibliográfica e webbibliográfica enfatizando o que se tem escrito sobre a utilização das Opções Reais

A aplicação dos conhecimentos sobre opções reais foi apresentada em trabalhos de vários autores e na realização de uma análise de uma empresa que está sendo organizada para atender ao público consumidor que prefere a comodidade de compras pela Internet.

Foi produzida uma revisão bibliográfica e webbibliográfica sobre investimento, com foco nos métodos tradicionais de análise, enfatizando o que se tem escrito sobre a utilização das Opções Reais enquanto tendência contemporânea. Foi feito o confronto dos Métodos Tradicionais de Análise de Investimentos com a Análise de Opções Reais, mostrando que a AOR é uma ferramenta indicada para gerar flexibilidade na análise dos projetos.

Nas empresas, o momento da tomada de decisão sempre representou e continua representando uma oportunidade para estabelecer o diferencial competitivo. Uma simples decisão, na maioria das vezes, é irreversível.

A estratégia emerge da necessidade contínua de haver flexibilidade nas decisões, única maneira apontada por diversos especialistas de lidar com cenários de grande incerteza. A gestão estratégica somente poderá ocorrer a partir do momento em que as ferramentas de análise financeira ofereçam dados quantitativos que proporcionem suporte a essas decisões. As opções que dão flexibilidade ao projeto podem influenciar diretamente nas variáveis de risco e retorno, aumentando o Valor Presente Líquido, o que faz com as análises baseadas no método de Fluxo de Caixa Descontado – FDC subestimem a viabilidade do projeto.

A Análise de Opções Reais pode ser interpretada como uma evolução dos métodos tradicionais uma vez que permite a identificação de opções existentes no decorrer da aplicação de um projeto de investimentos, gerando flexibilidade e integrando estratégias e finanças. Com relação a satisfação dos objetivos desta dissertação que podem ser representados pela pergunta: Como aplicar a Análise de Opções Reais a projetos de investimentos, mostrando sua capacidade de gerar flexibilidade e integração de estratégia e finanças? Pode-se afirmar que a partir da

decisão de investir tem-se configurada a primeira opção investir ou não, isto permite que ao analista cogitar a possibilidade de adiar, abandonar, parar, sair, trocar ou/e expandir o projeto de acordo com as condições de mercado. Através de cálculos probabilísticos, as opções vão sendo desenhadas (árvore de decisões) e valoradas para que então integrem ao conjunto a ser analisado. Essa análise atesta com maior confiabilidade sobre a viabilidade de um projeto, independente de ser o valor presente baixo ou até mesmo negativo de acordo com o resultado da primeira análise (sem flexibilidade).

Uma das grandes vantagens da aplicação da AOR é que no momento em que esta gera opções que podem ser valoradas elas alteram o VPL baseado no modelo FDC. Ao observar a natureza de cada opção, nota-se porque o método tradicional de análise de projetos de investimentos não atende mais como atendeu durante todo o tempo em que foi amplamente utilizado. Em primeiro lugar, a análise probabilística proporcionada pela elaboração de uma árvore de decisões permite a visualização do desempenho do investimento em dois cenários (otimista e pessimista). Consequentemente, a apuração destes panoramas altera de modo expressivo as variáveis do projeto, ensejando a escolha de uma opção para que então se defina a ação estratégica que irá integrar-se ao projeto indicada através da possibilidade de diferir, abandonar, trocar, parar, expandir, crescer ou outras possibilidades que somente poderão ser conhecidas após análise detalhada da árvore de decisões.

Em todas as opções que podem ser geradas num projeto, a volatilidade, ou seja, o desvio padrão em relação à média é talvez a variável mais importante, uma vez que é através de sua apuração que serão montados os cenários.

Considerando que qualquer aumento de incerteza, como instabilidade política, faz com que um investimento reaja mais lentamente, vale neste ponto a ponderação de alguns autores, os quais afirmam que, nesta circunstância, o melhor é sempre esperar para se ver como é que fica.

No caso da opção de abandono, esta se assemelha a opção de saída, pois em ambos os casos o valor da opção aumenta de acordo com a apuração do valor residual obtido através da possível venda dos ativos (valor de exercício).

A opção de troca surge quando na elaboração de um projeto cria-se uma garantia com valor determinado, a partir do momento em que haja uma garantia verificada principalmente na realização de investimentos com recursos próprios, esta elimina por completo o risco e ao mesmo tempo simplifica a análise da árvore de decisões

Exercer uma opção de crescimento nada mais é senão considerar a possibilidade de investir num projeto que apresente VPL estático desde que analisadas as probabilidades futuras e estas sejam favoráveis. Por exemplo, o investimento em tecnologia pode ser considerado uma opção de crescimento na qual o investidor deseja investir num projeto considerado inadequado pelo método tradicional, mas, no entanto oferece grandes possibilidades futuras de prosperar. Definir a expansão da capacidade produtiva de uma fábrica em determinado momento é uma opção de crescimento que aumenta o valor do projeto a ponto de ser analiticamente viável à luz da Teoria da Análise de Opções Reais.

Enfim, a Teoria da Análise de Opções Reais é indicada para analisar projetos de investimentos em tempos atuais, momento no qual as políticas tanto administrativas quanto econômicas mostram-se instáveis em nível mundial, fazendo com que até mesmo pequenos investimentos demandem análises mais apuradas devido ao elevado grau de incerteza que apresenta atualmente o mercado em sentido amplo.

Sugestões para que as Opções Reais venham de fato a se transformar em ferramenta gerencial de utilidade para a Classe Empresarias no Brasil.

1. Estudos que reduzam as limitações das Opções Reais na análise de projetos de Empresas considerando o porte das mesmas.
2. Estudos enfocando de forma prática e objetiva todo o ferramental de gerenciamento do projeto e Cálculo de planilhas eletrônicas necessários para a realização dos projetos.

ANEXO A

1 – Esperança Matemática

Também denominada de valor esperado, expectância ou média aritmética.

1.1 – Cálculo da média aritmética utilizando freqüências absolutas

$$\boxed{\bar{X} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}} \quad (1)$$

1.2 – Cálculo da média aritmética utilizando as freqüências relativas.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f} = x_1 \frac{f_1}{\sum f} + x_2 \frac{f_2}{\sum f} + \dots + x_n \frac{f_n}{\sum f} = \sum_{i=1}^n x_i \frac{f_i}{\sum f}$$

$$\boxed{E(x) = \sum x P(x)} \quad (2)$$

2 – Variância

2.1 – Cálculo da variância utilizando as freqüências absolutas.

$$\boxed{\sigma^2 = \frac{(\sum x_i - \bar{X})^2 f_i}{\sum f}} \quad (3)$$

2.2 – Cálculo da variância utilizando as freqüências relativas.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2 f_i}{\sum f} = (x_1 - \bar{X})^2 \frac{f_1}{\sum f} + \dots + (x_n - \bar{X})^2 \frac{f_n}{\sum f} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \frac{f_i}{\sum f}$$

$$\boxed{\sigma^2 = \sum [x - E(x)]^2 P(x)} \quad (4)$$

2.3 – Desenvolvimento da Fórmula 4

$$\sigma^2 = \sum [x - E(x)]^2 P(x) = \sum \{x^2 - 2xE(x) + [E(x)]^2\} P(x)$$

$$\sigma^2 = \sum \{x^2 P(x) - 2xE(x)P(x) + [E(x)]^2 P(x)\}$$

$$\sigma^2 = \sum x^2 P(x) - 2E(x) \sum xP(x) + [E(x)]^2 \sum P(x)$$

$$\sigma^2 = \sum x^2 P(x) - 2E(x)E(x) + [E(x)]^2 \times 1$$

$$\sigma^2 = \sum x^2 P(x) - 2[E(x)]^2 + [E(x)]^2$$

$$\sigma^2 = \sum x^2 P(x) - [E(x)]^2 \quad (5)$$

Obs: Para se obter a variância da amostra basta multiplicar o resultado por $\frac{N}{N-1}$.

3 – Covariância

$$\text{COV}_{X,Y} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{N} \quad (6)$$

$$\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) = \sum (XY - X\bar{Y} - \bar{X}Y + \bar{X}\bar{Y}) = \sum XY - \bar{Y}\sum X - \bar{X}\sum Y + N\bar{X}\bar{Y}$$

$$= \sum XY - \frac{\sum Y}{N}\sum X - \frac{\sum X}{N}\sum Y + N\frac{\sum X}{N}\frac{\sum Y}{N}$$

$$\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N} \quad (7)$$

Substituindo (2) em (1), vem

$$\text{COV}_{X,Y} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{N} = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{N} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N^2}$$

$$\text{COV}_{X,Y} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N^2} \quad (8)$$

PRGM JC/ 010/ F

Objetivo: Calcular o Retorno e a Variância dos Ativos.

Fórmulas:

$$E(R) = \sum R \cdot P(R)$$

$$\text{Var}(R) = \sum R^2 P(R) - [\sum R \cdot P(R)]^2$$

Entradas:

R R/S

P(R), na forma unitária, R/S

Programa:

Linhas	Teclas	Linhas	Teclas
01-	ENTER	09-	R/S
02-	ENTER	10-	RCL 1
03-	R/S	11-	RCL 0
04-	x	12-	2
05-	STO + 0	13-	y ^x
06-	x	14-	-
07-	STO + 1	15-	g GTO 00
08-	g GTO 00	16-	R/S

Saídas: g GTO 10 R/S Var(R)

RCL 0 E(R)

Exemplo 2

Utilizando as fórmulas

ATIVO A

(R)	R P(R)	R P (R)	R ² P (R)
0,10	4	0,40	1,60
0,15	7	1,05	7,35
0,40	12	4,80	57,60
0,25	15	3,75	56,25
0,10	18	1,80	32,40
Σ 1,00	-	11,80	155,20

$$E(R) = \sum R \cdot P(R) = 11,80$$

$$\text{Var}(R) = \sum R^2 \cdot P(R) - [\sum R \cdot P(R)]^2 = 155,20 - 11,80^2 = 155,20 - 139,24 = 15,96$$

Utilizando o PRGM JC/010/E

Entradas:

4 R/S	0,10 R/S
7 R/S	0,15 R/S
12 R/S	0,40 R/S
15 R/S	0,25 R/S
18 R/S	0,10 R/S

Saídas: g GTO 10 R/S 15,96 [Var(R)]
 RCL 0 11,80 [E(R)]

PRGM JC/ 011/ F

Objetivo: Calcular a Covariância dos retornos de dois Ativos.

Fórmula:

$$\text{COV}(R_{A,B}) = \frac{N \sum R_A R_B - \sum R_A \sum R_B}{N^2}$$

Entradas:

f CLx

R_A ENTER R_B Σ +

Programa:

Linhas	Teclas	Linhas	Teclas
01-	RCL1	08-	RCL1
02-	RCL6	09-	2
03-	×	10-	y ^x
04-	RCL2	11-	÷
05-	RCL4	12-	R/S
06-	×	13-	g GTO 00
07-	-		

Saída: R/S COV(R_{A,B})

ROTINAS para serem usadas na HP-12C.

1 – Rotina para cálculo da Média Aritmética Ponderada.

Digite o valor e pressione ENTER; digite a freqüência (ou peso) correspondente e pressione $\Sigma +$.

Após ter introduzido todos os valores, e suas respectivas freqüências, pressione a tecla $\overline{g x}_w$.

2 – Rotina para cálculo da Média aritmética simples e o desvio padrão.

Após digitar cada valor pressione a tecla $\Sigma +$. No visor aparece o número de dados que já foram introduzidos. Terminada a introdução dos dados digite:

$\overline{g x}$ e terá a média aritmética simples.

$g s$ e terá o desvio padrão da amostra.

3 – Para obter o desvio padrão da população digite:

$\overline{g x}$ pressione $\Sigma +$ e, em seguida, $g s$.

4 – Rotina para cálculo do Coeficiente de Correlação.

Não é necessário, para este cálculo, estabelecer uma ordem para a entrada das variáveis dependentes e independentes.

Introduza o dado de uma variável e pressione ENTER, em seguida, introduza o dado respectivo, da outra variável, e pressione $\Sigma +$.

Após ter introduzido todos os pares digite um valor qualquer e pressione as teclas \hat{y}_T e $x \geq y$.

5 – Dados para exercício

Tabela 11 – Exercício de aplicação

Ano	Ações	
	W (%)	M (%)
1995	9	12,0
1996	10	10,5
1997	12	9,5
1998	10,5	11,0
1999	9,5	12,5
Retorno Médio	10,20	11,10
Desvio Padrão	1,1511	1,1937
Coeficiente de Variação (CV)	11,29	10,75
Coeficiente de Correlação (r)	- 0,8824	-

5.1 – Média aritmética ponderada da ação W supondo um peso de 50%.
Entrada dos dados:

9 ENTER 0,5 $\Sigma +$; 10 ENTER 0,5 $\Sigma +$; 12 ENTER 0,5 $\Sigma +$; 10,5 ENTER 0,5 $\Sigma +$;
 9,5 ENTER 0,5 $\Sigma +$
 Retorno Médio $\bar{g} \bar{x}_w$ 10,20

5.2 – Média Aritmética Simples e Desvio Padrão

Entrada dos dados:

9 $\Sigma +$; 10 $\Sigma +$; 12 $\Sigma +$; 10,5 $\Sigma +$; 9,5 $\Sigma +$

Média Aritmética Simples $\bar{g} \bar{x}$ 10,20

Desvio Padrão $g s$ 1,1511 (Obs: A 12-C calcula o DP da amostra)

Desvio Padrão da População $\bar{g} \bar{x} \Sigma + g s$ 1,0296

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{1,15}{10,20} \cdot 100 = 11,29; \quad CV = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100 = \frac{1,0296}{10,20} \cdot 100 = 10,09$$

5.3 – Coeficiente de Correlação

Entrada de dados

9 ENTER 12 $\Sigma +$; 10 ENTER 10,5 $\Sigma +$; 12 ENTER 9,5 $\Sigma +$; 10,5 ENTER 11 $\Sigma +$; 9,5
 ENTER 12,5 $\Sigma +$

Digite qualquer valor e, em seguida, as teclas: $\hat{y}_r \quad x \geq y \quad - 0,8824$

5.4 – Cálculo do Coeficiente de correlação, Média aritmética e desvio padrão de duas variáveis

Entrada de dados

9 ENTER 12 $\Sigma +$; 10 ENTER 10,5 $\Sigma +$; 12 ENTER 9,5 $\Sigma +$; 10,5 ENTER 11 $\Sigma +$; 9,5
 ENTER 12,5 $\Sigma +$

Coeficiente de Correlação (qualquer número) $\hat{y}_r \quad x \geq y \quad - 0,8824$

Média aritmética simples $\bar{g} \bar{x}$ 11,10 (M); $x \geq y$ 10,20 (W)

Desvio Padrão $g s$ 1,1937 (M); $x \geq y$ 1,1511 (W)

Exemplo 2

Utilizando as fórmulas

ATIVO A

(R)	R P(R)	R P (R)	R ² P (R)
0,10	4	0,40	1,60
0,15	7	1,05	7,35
0,40	12	4,80	57,60
0,25	15	3,75	56,25
0,10	18	1,80	32,40
Σ 1,00	—	11,80	155,20

$$E(R) = \sum R \cdot P(R) = 11,80$$

$$\text{Var}(R) = \sum R^2 \cdot P(R) - [\sum R \cdot P(R)]^2 = 155,20 - 11,80^2 = 155,20 - 139,24 = 15,96$$

Utilizando o PRGM JC/010/E

Entradas:

4 R/S	0,10 R/S
7 R/S	0,15 R/S
12 R/S	0,40 R/S
15 R/S	0,25 R/S
18 R/S	0,10 R/S

Saídas:

Saídas: g GTO 10 R/S 15,96 [Var(R)]
 RCL 0 11,80 [E(R)]

ANEXO B

MÉTODOS TRADICIONAIS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Comentários e Exemplos

No corpo do trabalho foram destacados alguns dos elementos que compõem o processo de investimento, tais como: projetos e suas tipificações, criação de valor, definição de orçamento de capital. Por esta razão entende-se que a breve exposição dos principais métodos tradicionais de análise de projetos de investimentos constitui um suporte às explanações lá contidas.

- **Valor Presente Líquido (VPL)**

É a soma de uma série de fluxos de caixa deslocados até a data zero, fornecendo indicação a respeito do potencial de criação de valor de um investimento. Caso ele seja maior que zero o investimento deve fornecer um valor adicional ao investidor, portanto deve ser aceito. Se o *VPL* for menor que zero, sinaliza que o investidor deve perder valor com o investimento. (BRASIL, 2002, p. 8).

Para Lapponi (2000, p. 87), o método do *VPL* é mais do que um simples cálculo. É o método de avaliação que mostra a contribuição do projeto de investimento no aumento do valor da empresa. O autor informa ainda que se a empresa for de capital aberto, com ações ordinárias negociadas na bolsa de valores, o método *VPL* mostra a contribuição do projeto de investimento na maximização do retorno dos acionistas.

Com um exemplo prático Lapponi (2000, p. 88), demonstra a metodologia de cálculo do *VPL*. Uma empresa interessada em investir R\$ 600.000,00 no Projeto (X) apresenta o fluxo de caixa, após pagamento dos impostos, retratado na tabela 1.

Aplicando-se o Método do *VPL*, é possível verificar se este projeto deve ser aceito admitindo-se taxa mínima de 12% a.a.

Tabela 12 – Investimento no Projeto (X)

Anos	Capitais (R\$10 ³)
0	(600)
1	120
2	150
3	200
4	220
5	150
6	180
7	80

Fonte: Lapponi, 2000, p.88

$$\text{VPL} = -600 + 120 \times 1,12^{-1} + 150 \times 1,12^{-2} + 200 \times 1,12^{-3} + 220 \times 1,12^{-4} + 150 \times 1,12^{-5} + \\ + 180 \times 1,12^{-6} + 80 \times 1,12^{-7}$$

$$\text{VPL} = 121,38753$$

$$\text{VPL} = 121,38753 \times 1000 = 121.387,53$$

O autor explica que o *VPL* maior que zero, no exemplo citado, recomenda a aprovação do projeto pelas seguintes razões:

No reagrupamento das parcelas positivas da fórmula do *VPL*, o resultado do somatório $\text{VPL} = -600.000 + \sum_{t=1}^7 \text{FC}_t \times 1,12^{-t} = 121.387,53$ é a soma dos valores presentes dos retornos anuais FC_t , entre a data $t=1$ e a data $t=7$ do fluxo de caixa, e FC_t o valor do capital na data t do fluxo de caixa.

Considerando a taxa de 12% a.a. o resultado do somatório dos fluxos é:

$$\sum_{t=1}^7 \text{FC}_t \times 1,12^{-t} = 721.387,53.$$

O $\text{VPL} = 121.387,53$ é obtido depois de subtrair R\$ 600.000,00 do valor presente dos 7(sete) retornos anuais R\$ 721.387,53. Ao analisar esses resultados o autor indica que no valor presente dos sete retornos anuais igual a R\$ 721.387,53 estão incluídos o investimento R\$ 600.000 e a sua remuneração à taxa de 12% a. a.

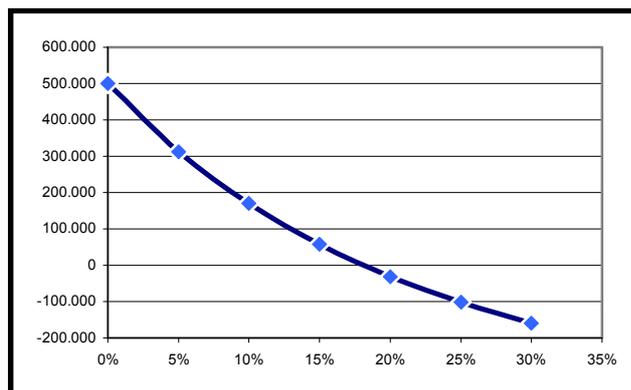
O VPL de R\$ 121.387,53, valor extra gerado pelo projeto, depois de recuperar e remunerar o investimento à taxa de juros de 12% a.a., é o lucro extra gerado pelo projeto. Desta forma espera-se que o valor da empresa tenha um acréscimo de R\$ 121.387,53 na data zero.

O autor também apresenta um outro exemplo para ilustrar o perfil do *VPL*.

Tabela 13 – Exemplo - Perfil do *VPL*

Taxa (%)	VPL (R\$)
0	500.000
5	312.804
10	169.380
15	57.529
20	- 31.107
25	- 102.373
30	- 160.433

Fonte:Lapponi, 2000, p.89



Fonte: Lapponi 1966, p. 22

Gráfico 7 – Perfil do VPL

Após a exposição do método, o autor da obra mencionada, conclui evidenciando as vantagens e desvantagens do VPL.

a) Pontos fortes:

- O método considera todos os capitais e a taxa mínima requerida na operação. Entende-se que estão inclusos os riscos das estimativas dos fluxos de caixa.
- Informa se o investimento aumentará ou não o valor da empresa;
- Se o resultado for positivo, o projeto deve ser aceito, pois o investimento será recuperado e remunerado à taxa mínima requerida.
- Se o valor do VPL for negativo o projeto não deverá ser aceito, pois gerará prejuízo igual ao VPL, medido na data zero.
- Os VPL's de projetos individuais poderão ser somados.

b) Pontos fracos:

- Necessidade de se conhecer a taxa mínima, o que nem sempre é fácil de ser conseguido, principalmente num projeto diferente dos regularmente realizados;
- Fornecer como resultado de avaliação uma medida absoluta e não uma medida relativa, ou seja, um valor monetário em vez de uma taxa de juro;
- Na comparação de projetos de investimento, o método VPL não permite comparar projetos a partir do investimento realizado. Esta crítica, segundo o autor está suportada na comparação de projetos com investimentos diferentes.

Brasil (2002, p. 9), informa que o Valor Presente Líquido de um projeto é muito sensível a variações na taxa de desconto. Quanto maior for esta taxa, menos valem os fluxos de caixa do projeto, e menor é o VPL resultante.

A taxa de desconto dos fluxos de caixa é freqüentemente chamada de taxa mínima de atratividade. Ela representa o retorno esperado pelos financiadores do projeto. Daí a necessidade de se descontar os fluxos até a data zero utilizando essa taxa.

- **Taxa Interna de retorno (TIR)**

Esse método faz com que o *VPL* de um projeto seja igual a zero. Representa o ponto de reversão da decisão de investir. Projetos com taxa de desconto (taxa mínima de atratividade) superior a TIR devem ser rejeitados. Projetos cujos valores de taxa de desconto são inferiores aos seus valores de TIR devem ser aceitos. (BRASIL, 2002, p. 11)

A utilização da taxa interna de retorno pode ser compreendida através do seguinte exemplo: As pesquisas de mercado antecipam que o lançamento do sabonete líquido (X) terá sucesso, pois atenderá a expectativa de novidades do mercado de cosméticos. As estimativas de mercado, de produção e de engenharia definiram o fluxo de caixa do projeto de investimento, depois dos impostos, registrado na tabela 1.2. Analisar o comportamento do *VPL* quando a taxa requerida varia entre 0% e 25% em intervalos de 5%. LAPPONI (2000, p. 155).

Tabela 14 – Estimativa de Investimento

Anos	Capitais (R\$10 ³)
0	(2.500)
1	350
2	450
3	500
4	750
5	750
6	800
7	1.000

Fonte:Lapponi, 2000, p.156

O autor mostra que substituindo os dados no modelo matemático do *VPL*, mantendo como variável a taxa de juro mínima requerida do projeto, *k*:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

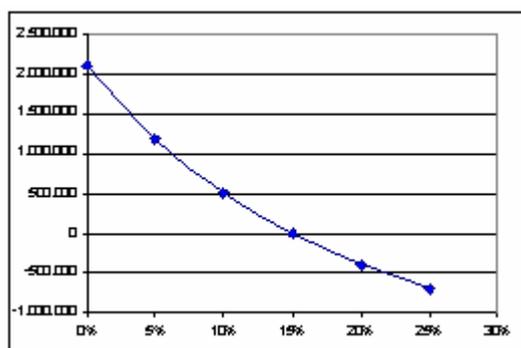
$$VPL = -2.500 + \frac{350}{(1+k)} + \frac{450}{(1+k)^2} + \frac{500}{(1+k)^3} + \frac{750}{(1+k)^4} + \frac{750}{(1+k)^5} + \frac{800}{(1+k)^6} + \frac{1.000}{(1+k)^7}$$

A tabela 4 mostra os resultados do *VPL* quando a taxa requerida *k* varia entre 0% e 25% em intervalos de 5%.

Tabela 15 – Variação da TIR

Taxa (%)	VPL (R\$)
0	2.100.000
5	1.185.741
10	508.428
15	- 3.133
20	- 396.383
25	- 703.610

Fonte: Lapponi, 2000.p.156



Fonte: Lapponi (1966, p. 24)

Gráfico 8 – Perfil da TIR

Lapponi (2000, p. 157), indica que uma análise dos resultados da tabela anterior mostra que:

- Na medida em que a taxa requerida *k* aumenta, o valor do *VPL* diminui;
- Existe uma taxa de juro *k* que anula o *VPL* do investimento; *VPL*=0
- Quando a taxa requerida *k* for menor que *k* o investimento será aceito.
- Quando a taxa requerida *k* for maior que *K* o investimento não deverá ser aceito.

Tomando por base os dados da tabela 1.3 o autor em suas considerações, ensina ainda como obter o valor de *K*:

$$k = 10\% + \frac{508.428}{508.428 + 3133} \times 5\% = 14,97\%$$

Portanto, a taxa de juro de 14,97% a.a. é um ponto de reversão da decisão de investir. Se a taxa mínima requerida for 14,97% o VPL será igual a zero, sendo assim, a taxa de juro que zera o VPL do fluxo de caixa do projeto de investimento é denominada *Taxa Interna de retorno*, ou simplesmente TIR.

- **Período de recuperação do capital (*payback*):**

De acordo com o que ensina Lapponi (1996, p.17), o método de *payback* mede o prazo necessário para se ter de volta o capital investido.

O *payback* será simples se não for considerado o custo do capital.

Quanto maior o *payback*, maior o tempo para que se obtenha de volta o capital investido.

Lapponi (1996, p. 19) apresenta o fluxo de uma empresa que deseja investir em um projeto no valor de R\$600.000,00.

A empresa tem por norma só aceitar projetos que tenham *PBS* menor que quatro anos. O projeto deve ser aceito, pois o retorno se dará entre o terceiro e quarto ano (3,59 anos).

Tabela 16 – Exemplo de Payback Simples

Anos	Capitais (R\$ 10 ³)	Acumulado (R\$ 10 ³)
0	- 600	- 600
1	120	- 480
2	150	- 330
3	200	- 130
4	220	90
5	150	240
6	180	420
7	80	500

Fonte: Lapponi, 2000, p. 157

Os valores da coluna (Acumulado) foram obtidos com os seguintes cálculos efetuados na HP-12C:

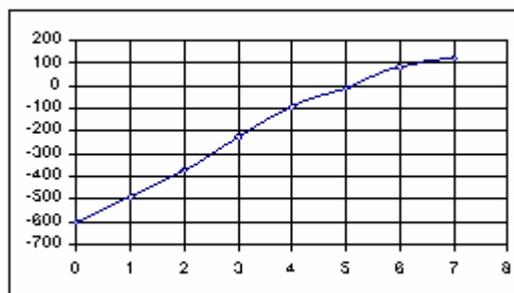
600 CHS Enter; 120 +; 150 +; 200 +; e dessa forma até o último capital.

Cálculo para determinar o *payback*.

Períodos	Entradas
1 (3º ano – 4º ano)	220 (entrada de Capital)
X meses	130 (acrécimo para ter acumulado zero)

$$X \text{ meses} = \frac{1 \times 130}{220} = 0,59$$

Infere-se que o investimento será recuperado em 3,59 anos, portanto será aceito.



Fonte: Lapponi (1966, p. 25)
Gráfico 9 – Payback Descontado

Esse método não é recomendado, segundo Lapponi (1996, p. 22), como técnica isolada, mas oferece as seguintes vantagens e desvantagens:

Facilidade de aplicação; define o risco do projeto em função do tempo de recuperação do investimento; é de fácil entendimento.

Entre os pontos fracos sobressai o fato de não levar em consideração o valor do dinheiro no tempo e não medir a rentabilidade do investimento.

A deficiência de não considerar o valor do dinheiro no tempo originou a criação do método do payback descontado *PBD* que consiste em incluir os custos dos fundos alocados no prazo de análise.

Segundo o autor, como exemplo, apresenta o fluxo de caixa de um projeto de investimento, após os impostos. Sabe-se que a empresa que só desenvolve projeto com *PBD* menor que três anos. Admitir o custo de capital igual a 12% a.a.

Tabela 17 – Exemplo de Payback Descontado

Anos	Capitais (R\$ 10 ³)	Valor Presente (R\$ 10 ³)	Acumulado (R\$ 10 ³)
0	- 600	- 600	- 600
1	120	107,143	- 492,857
2	150	119,579	- 373,278
3	200	142,356	- 230,922
4	220	139,814	- 91,108
5	150	85,114	- 5,994
6	180	91,194	85,200
7	80	36,188	121,388

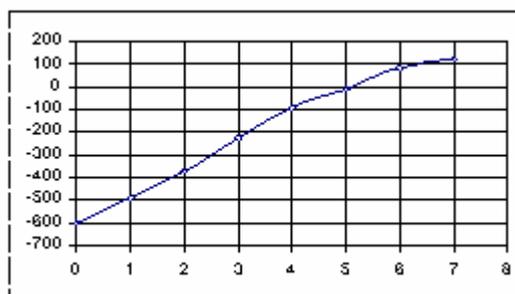
Fonte: Lapponi 1996, p. 25

A quarta coluna foi obtida com a utilização do PRGM-JC-01-D (Anexo 1).
Cálculo para determinar o payback descontado.

Períodos	Entradas
1 (5º ano – 6º ano)	91,194 (Valor Presente do 6º ano)
X meses	5,994 (acréscimo para ter acumulado zero)

$$X \text{ meses} = \frac{1 \times 5,994}{91,194} = 0,07$$

Infere-se que o investimento só será recuperado em 5,07 anos, portanto não será aceito.



Fonte: Lapponi (1966, p. 25)

Gráfico 10 – Payback Descontado

- **Índice de lucratividade (IL)**

Uma desvantagem apontada no Método do *VPL* é a do resultado ser um valor absoluto, monetário, em vez de um valor relativo, como porcentagem. Ao comparar projetos de investimentos utilizando apenas os respectivos *VPL*'s, não se tem nenhuma referência quanto ao valor investido em cada projeto. O *método do índice de lucratividade*, denominado método I.L. tenta resolver essa deficiência. (Lapponi, 2000, p. 141)

O *Método do* relaciona o VP dos Retornos e o valor do Investimento, desconsiderando o sinal negativo do desembolso.

$$IL = \frac{\text{VP dos Retornos}}{\text{Investimentos}}$$

Exemplificando, vale observar como se obtém o *índice de Lucratividade* do projeto de investimentos, segundo o fluxo:

Anos	A (R\$)
0	- 120
1	50
2	85
3	110
VP (R)	190,70
IL	1,59

Fonte: Lapponi, 2000p. 27

Os resultados dos VP dos (R) e do I. L. do projeto de investimento estão registrados nas duas últimas linhas da tabela acima.

• **Valor Anual Equivalente (VAE):**

Avalia a aquisição de ativos reais semelhantes em diferentes períodos, indicando a melhor opção de investimento de acordo com a durabilidade ou vida útil da aquisição. Um bom exemplo de aplicação do VAE é a compra de máquinas numa empresa.

Supondo que uma empresa é forçada a escolher entre duas máquinas (A e B). Os dois ativos possuem características técnicas diferenciadas, apesar de executarem a mesma atividade operacional. A máquina A custa o equivalente a R\$ 20.000,00 e possui uma vida útil de seis anos. A máquina B também custa R\$ 20.000,00, mas sua vida útil é três anos menor. A tabela a seguir apresenta os fluxos de caixa projetados aplicando-se uma taxa de desconto de 12% a. a.

Brasil (2002, p. 36), esclarece exemplificando o método.

Tabela 19 – Exemplo de V. A. E.

Anos	Máquina A (R\$10 ³)	Máquina B (R\$10 ³)
0	- 20	- 20
1	15	20
2	10	15
3	10	5
4	10	-
5	5	-
6	5	-

Fonte: Brasil, 2002, p. 36

$$VPL_A = 20.208,07 \text{ e } VPL_B = 13.373,95$$

A máquina escolhida deve ser a máquina A. Afirma o autor que a escolha não deve necessariamente ser esta, tendo em vista que a máquina B poderá ser substituída três anos mais cedo, o que pode alavancar maior valor para o investidor. Um investimento com VPL no valor de R\$ 20.208,07, distribuído em seis anos, não é necessariamente melhor que o VPL de R\$13.373,95 distribuídos em três anos. O investidor pode refazer o investimento de aquisição de máquina similar a B no ano três, de maneira a se ter um cronograma de seis anos. Se for possível isso, o investimento B passa a ser melhor. (Brasil, 2002, p. 36)

O autor informa que ao comparar projetos mutuamente excludentes com vida útil diferenciada deve-se adotar o critério do *VPL*, a fim de apurar seu valor equivalente anual (VAE). Portanto, o VAE nada mais é do que a distribuição uniforme do *VPL* entre os anos de vigência do investimento.

$$VAE = \frac{VPL \times i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

Onde:

VAE = valor anual equivalente; *VPL* = valor presente líquido, *i* = taxa de desconto dos fluxos de caixa estimados, *n* = vida útil do projeto.

Para o projeto A:

$$VAE = \frac{20\,208,07 \times 0,12}{1 - (1+0,12)^{-6}} = 4\,915,12$$

Para o projeto B:

$$VAE = \frac{13\,373,95 \times 0,12}{1 - (1+0,12)^{-3}} = 5\,568,24$$

Portanto, como se pode perceber, o projeto B gera valor anual maior, tornando o investimento mais atrativo. Ao final do ano 3, o investidor pode optar por fazer novo investimento na máquina B, com performance idêntica ou melhor, supondo avanço tecnológico durante os três primeiros anos. (Brasil, 2002, p. 37)

Os métodos acima descritos retratam modelos determinísticos, isto é, trabalham com a suposição de conhecimento dos dados de entrada e é justamente esse termo suposição que demanda estudos em sentido de reduzir o que se pode denominar risco.

REFERÊNCIAS

- AMRAM, Martha; KULATILAKA, Nalin. **Real options: managing strategic investment in an uncertain world**. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1957.
- ARAÚJO, Vitor. **Muita matemática na alta finança**. Centro de matemática da Universidade do Porto. 12/03/2003. Internet.
- BESSADA, Octavio. **O mercado de derivativos financeiros**. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- BEUREN, Ilse Maria. **Gerenciamento da informação: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 1998.
- BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. **Fundamentos de investimentos**. Tradução de Robert Brian Taylor. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- BERNSTEIN, Peter L.; DAMODARAN, Aswath. **Administração de Investimentos**. Tradução de Cyro C. Patarra e José Carlos Barbosa dos Santos. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- BORDINI, Giovani Antonio. **A teoria das Opções Reais aplicada na análise da decisão de um investimento de uma empresa de software sobre um produto para a internet em tecnologia ASP**. Florianópolis: UFSC, 2003. 132p. Dissertação de mestrado.
- BRANDÃO, Luiz Eduardo Teixeira. **Qual o momento certo de investir na empresa?** Revista Conjuntura Econômica – Fundação Getúlio Vargas (EPGE/FGV). São Paulo, fev. 2001.
- BRASIL, Haroldo Guimarães. **Avaliação moderna de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- _____. **Avaliação de um negócio do setor de energia elétrica: uma aplicação do modelo de opções reais**. IBMEC, 2001.
<http://www.ibmec.br/sub/sp/article.php?topicid=144> acesso em 19/12/2003
- BRIGHAM, Eugene F. e HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Tradução de Maria Imilda da Costa e Silva. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- CASSAROTTO FILHO, Nelson; KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- COPELAND, Thomas E.; ANTIKAROV, Vladimir. **Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos**. Tradução de Maria José Cyhlar. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

_____. Tom; KOLLER, Tim e MURRIN, Jack. **Avaliação de empresas: calculando e gerenciando o valor das empresas.**

_____. KOLLER, Tim; MURRIN, Jack. **Avaliação de empresas “valuation”: calculando e gerenciando o valor das empresas.** Tradução de Maria Cláudia S. R. Ratto. São Paulo: Makron Books. 2000.

COSTA JR., Newton Carneiro Affonso da et al. **Mercado de capitais: análise empírica no Brasil.** São Paulo: Atlas, 2000.

_____. Notas de Aula colhidas por Francisco de Resende Baima e Edi Luiz Z. Vedana.

DAMODARAN, Aswath. **Finanças corporativas aplicadas: manual do usuário.** Tradução de Jorge Ritter. Porto Alegre: Bookman, 2002.

_____. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

DEZEN, Francisco José Pinheiro. **Opções reais aplicadas à escolha de alternativa tecnológica para o desenvolvimento de campos marítimos de petróleo.** Dissertação 19/01/2001. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências.
<http://www.cepetro.unicamp.br/teses/mestrado/pdf/Francisco%20Jos%E9%20Pinheiro%20Dezen.pdf>

DUARTE JUNIOR, Antonio Marcos. **Risco: definições, tipos, medição e recomendações para gerenciamento.**
<http://www.listaderiscos.com.br/lr/biblioteca.aspx>

_____. **Gerenciamento de riscos corporativos no unibanco s.a.**
<http://www.listaderiscos.com.br/lr/biblioteca.aspx>

_____. **Gerenciamento de riscos corporativos: classificação, definições e exemplos.** <http://www.listaderiscos.com.br/lr/biblioteca.aspx>

_____. **A importância do gerenciamento de riscos corporativos.**
<http://www.listaderiscos.com.br/lr/biblioteca.aspx>

FÉLIX, Elisabete Gomes Santana. **Opções reais: tipologias e sua avaliação.**
http://www.ti.usc.es/lugo-xiii-hispano-lusas/pdf/04_FINANZAS/01_felix.pdf.
 Disponível em 15/12/2003.

FIGUEIREDO, ANTONIO Carlos. **Introdução aos derivativos.** São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2002.

Gênesis. Português. In: **Bíblia sagrada.** Tradução do Centro Bíblico Católico, 88. ed. São Paulo: Editora Ave Maria, 1980. p. 73-82.

GALESNE, Alain; FENSTERSEIFER, Jaime E.; LAMB, Roberto. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

HOCHHEIM, Norberto. **Elaboração de projetos e análise de investimentos**. Apostila 2003. Instituto Catarinense de Pós-Graduação Curso de Especialização em Administração da Produção. Blumenau (SC)

KASSAI, Roberto et all. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

LAPPONI, Juan Carlos. **Avaliação de projetos de investimento: modelos em Excel**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora Ltda, 1996.

_____. **Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora Ltda, 2000.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação: com Internet**. 4. ed. Tradução de Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

LEMOS, Ângela Denise da Cunha; CUNHA, Neila C. Viana da. **Inteligência competitiva, a informação utilizada estrategicamente, considerando as questões ambientais: o caso do segmento automobilístico**. Disponível em <<http://members.lycos.co.uk/Dablum/artigo14.htm> >. Acesso em 12 fev. 2003

LEITE, Helio de Paula. **Introdução à administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1986.

LEMGRUBER, Eduardo Facó. **Estimação do beta de ações através do método dos coeficientes agregados**. In **Mercado de capitais – análise empírica no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2000.

LINTZ, Alexandre Carlos; Sousa Almir Ferreira de. **O modelo de opções reais para avaliação de projetos de investimento de capital**. V SEMEAD – Ensaio de finanças. Junho de 2001

LOPES, Eurico Pereira. **Opções reais: a nova análise de investimentos**. 2. ed. Lisboa: edições Sílabo, 2001.

MACHADO, José Roberto. **Administração de finanças empresariais**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MARTINS, Eliseu. **Avaliação de empresas da mensuração contábil à econômica**. São Paulo: Atlas, 2001.

MEIRELLES, Jorge Luís Faria; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento e MATIAS, Alberto Borges. **Teoria de Opções e sua aplicação na Avaliação de investimento** VI SEMEAD – Ensaio de Finanças. Disponível em <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/finan%E7as/012Fin%20-%20A%20Teoria%20de%20Op%E7oes.doc>>. Acesso em 20 jan. 2003.

MENEZES, Emilio Araújo. **Estimação do beta de ações através do método dos coeficientes agregados**. In Mercado de capitais – análise empírica no Brasil. São Paulo: Atlas, 2000.

Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras. **Avaliação de empresas: da mensuração contábil à econômica**. Eliseu MARTINS, (organizador). São Paulo, 2001.

MINARDI, Andréa Maria Accyoly Fonseca. Teoria de opções aplicada a projetos de investimento. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, nº. 02, abr/jun 2000.

NEVES, Myrian B. Eiras das. **Estimação do beta de ações através do método dos coeficientes agregados**. In Mercado de capitais – análise empírica no Brasil. São Paulo: Atlas, 2000.

PEREIRA DA SILVA, Patrícia. Tese: **Investimentos internacionais como método de criação de valor: avaliação através das opções reais**.

RAMOS, André da Costa. **Utilização das técnicas de avaliação de risco como auxílio nas decisões de investimento de capital**.
http://www.estacio.br/graduacao/administracao/artigos/tecnicas_avalicao.pdf

REZENDE, Denis Alcides. ABREU, Aline França. **Tecnologia da informação: aplicada a sistemas de informações empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

RIGOLON, Francisco José **Zagari**. Opções reais, análise de projetos e financiamentos de longo prazo. In Revista do BNDES, v.1, n. 1, jun, 1994. Disponível em <http://www.Bndes.gov/conhecimento/revista/rev1107.pdf>. acesso 16/04/2002 .

RODRIGUES, M. V. **Qualidade de vida no trabalho**. 1989. 180f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTOS, Elieber Mateus dos. **Um estudo sobre a teoria das opções reais aplicada à análise de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D)**. Itajubá: EFEI, 2001. 138p. (Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola Federal de Engenharia de Itajubá).

SANTOS, Elieber Mateus dos; PAMPLONA, Edson de Oliveira. **Captando o valor da flexibilidade gerencial através da teoria das opções reais**. Disponível em <http://www.iem.efei.br/edson/download/Art1elieberenegep01.pdf>. Acesso em 05 jul. 2003.

_____. **Teoria das opções reais: aplicação em pesquisa e desenvolvimento (P&D)**. <http://www.iem.efei.br/edson/download/Artelieber2oEBF02.pdf> >. Acesso em 05 jul. 2003.

SECURATO, José Roberto. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1993.

_____. OLIVEIRA, Edson Ferreira de. **Medindo o grau de globalização da economia-1990/1998**. III SEMEAD

<<http://www.fia.com.br/labfin/pesquisa/artigos/arquivos/77.pdf>>

SCHWARTS, Peter. **A arte da previsão: planejando o futuro em um mundo de incertezas**. Tradução de Alana Madureira. São Paulo: Ed. Página Aberta: 1995.

SILVA NETO, Lauro de Araújo. **Opções do tradicional ao exótico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

_____. **Derivativos: definições, emprego e risco**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SOARES, M^a I. R. T. **A decisão de investimento financeiro e a decisão de investimento produtivo: algumas considerações sobre questões de irreversibilidade e de diferimento**. Paper Apresentado no 4^o Encontro Nacional de Economia Industrial, 29 e 30, de Setembro de 1995.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 1999.

TRIGEORGIS, Lenos. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation**. 5. ed. Massachusetts: Mit Press, 2000.

WOILER, Sansão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos: planejamento, elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1996.

ZILBER, Silvia Novaes. **Fatores críticos para o desempenho e implantação de e-business por empresas tradicionais**.

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-18062003-100825/publico/TeseFinal.pdf>>. Acesso em 12 fev. 20

Wilmott, P. (1999) **Derivatives**. New York: Wiley 03. <<http://www.wilmott.com/>>, acesso em 16/12/2003.

WEBIBLIOGRAFIA

<http://real-options.planetaclix.pt/BM.pdf>

<http://www.globalinvest.com.br>

http://www.gesbanha.pt/realst/rs_art.htm

<http://www.riskmetrics.com>

<http://www.erisk.com>

<http://www.puc-rio.br/marco.ind/>

<http://search.freefind.com/find.html?id=8023201&pid=r&mode=ALL&query=Real+Options&t=s>

<http://www.creditoerisco.com.br/new/apostila.asp#apostila>

<http://www.mcombs.utexas.edu/faculty/luiz.brandao/MIS383N/Assignments/Mckinsey%20%20Copeland%20How%20much%20is%20flexibility%20worth.pdf>

<http://www.decisioneering.com/crystalball.html>

<http://www.treeplan.com>

<http://real-options.de/Software/software.html>

<http://real-options.planetaclix.pt>

<http://people.bu.edu/nalink/>

<http://www.creditoerisco.com.br/new/vocabulario-1.asp>

<http://www.tce.sc.gov.br/biblioteca/glossario/d.htm>

<http://www.cblc.com.br/cblc/Default.asp>

<http://www.bdscorp.com.br/sitecorp/>

<http://www.riskcontrol.com.br/>

<http://www.listaderiscos.com.br/lr/>

<http://www-ec.njit.edu/~mathis/interactive/index.html>

<http://www.moneychimp.com/articles/valuation/capm.htm>

http://www.investsul.com.br/textos_academicos.asp

http://www.fgvsp.br/academico/producao/analise_metodos/metodobinomial.PDF

<http://www.investsul.com.br/downloads.html>