

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**BRENER ELIAS DA COSTA**

**ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE OPÇÕES REAIS NO BRASIL**

**Uberlândia  
2014**

**BRENER ELIAS DA COSTA**

**ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE OPÇÕES REAIS NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Gestão Financeira e Controladoria.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Kárem Cristina de Sousa Ribeiro

Uberlândia  
2014

**Reitor da Universidade Federal de Uberlândia**  
Elmiro Santos Resende

**Diretor da Faculdade de Gestão e Negócios**  
Kárem Cristina de Sousa Ribeiro

**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração**  
Valdir Machado Valadão Júnior

**Brener Elias da Costa**

## **ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE OPÇÕES REAIS NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Gestão Financeira e Controladoria.

Uberlândia, 20 de fevereiro de 2014.

Banca de Examinadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Kárem Cristina de Sousa Ribeiro (orientadora)  
Universidade Federal de Uberlândia – FAGEN/UFU

---

Prof. Dr. Vinícius Silva Pereira  
Universidade Federal de Uberlândia – FAGEN/UFU

---

Prof. Dr. Luiz Eduardo Teixeira Brandão  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – IAG/PUC-RJ

Aos meus pais, Claudonor e Adeli.  
Aos meus irmãos, Claudio e Kênia.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelas oportunidades que me proporciona.

Aos meus pais, pelos ensinamentos que fizeram chegar até mim, juntamente com o incansável auxílio que me ofereceram sempre que deles precisei. Agradeço, também, aos meus irmãos, por se fazerem sempre presentes.

A minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Kárem Cristina de Sousa Ribeiro, pelo conhecimento transmitido, pela confiança e amizade. Também ao Prof. Dr. Kleber Carlos Ribeiro Pinto, pelos ensinamentos e dedicação aos detalhes.

Aos colegas e amigos, que, juntos, cursamos o mestrado, em especial, a Raquel, Virgínia, Rodrigo e Oswaldo.

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Gestão e Negócios (FAGEN), por disponibilizarem o curso de Mestrado, do qual eu pude fazer parte como discente.

Agradeço aos professores e colaboradores, tanto deste Programa de Pós-Graduação em Administração quanto da FAGEN.

Agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento de meus estudos durante o curso de mestrado, em especial, aquelas, de cujos momentos privei em um convívio por dedicação a esta dissertação.

Determinação coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso.

Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los.

Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.

Dalai Lama

## RESUMO

A eficiência dos métodos tradicionais de avaliação de investimento passou a ser questionada, por não considerarem as possíveis incertezas associadas aos investimentos. Os métodos baseados no Fluxo de Caixa Descontado ( FCD ) ignoram o valor das opções que surgem nos projetos de investimentos, especialmente aqueles sob elevado grau de risco e incerteza. Neste contexto, a incerteza cria oportunidades, e os projetos podem ser vistos como uma série de opções, que podem ou não ser exercidas, incorporando o benefício da flexibilidade estratégica e administrativa. Assim, esta teoria surge como alternativa à análise de decisões sobre ativos reais, vindo especialmente a complementar os métodos tradicionais de avaliação de investimentos, fornecendo aos gestores a capacidade de mensurarem as diferentes opções possíveis sobre um projeto. No Brasil, pelo levantamento bibliográfico realizado, o modelo de opções, é utilizado desde 1989 e o legado da produção brasileira é em termos quantitativos e qualitativos, desconhecido. Deste modo, realizou-se um inventário de caráter descritivo ou de mapeamento, e, em um segundo momento de maneira analítica, buscando compreender os conceitos e pesquisas que têm norteado a produção bibliográfica brasileira sobre a análise de investimento de capital por meio da Teoria de Opções Reais – TOR. O método de pesquisa do tipo Estado da Arte apresentado neste trabalho passa por um processo de avaliação sistemática dos trabalhos acadêmicos sobre a TOR, publicados no Brasil a partir de 1989, quando se dá o início da produção no país, até 2012. Foi realizado um levantamento da produção brasileira de dissertações de mestrado e teses de doutorado, obtendo, como universo de pesquisa, 202 trabalhos catalogados, Apêndice A. Dentre as variáveis analisadas, estão: natureza da pesquisa e embasamento conceitual; instrumento de medida e coleta de dados; tipos de análise dos dados empregados; métodos matemáticos aplicados; modelos de cálculo das opções e tipos de opções. O balanço da totalidade de estudos permitiu avaliar seu crescimento tanto qualitativo quanto quantitativo, indicar os temas e setores mais abordados, evitando, assim, repetição, e conhecendo as diferentes perspectivas, abordagens e metodologias empregadas, além de tendências e vieses sobre o tema. Concluiu-se que a Teoria de Opções Reais ainda não foi disseminada de forma expressiva e que a produção dos trabalhos se encontra muito concentrada em poucas instituições e regiões geográficas; o foco dos estudos sobre opções em ativos reais está centrado em investimentos sequenciais e não interdependentes, havendo a primazia da utilização de métodos baseados em Simulação e na Programação Dinâmica para a avaliação de opções, como a Simulação Monte Carlo, modelos de treliça binomial e métodos binomiais logarítmicas; destaca-se, ainda, a diversidade de setores em que os trabalhos analisados foram aplicados, e a presença primordial dos setores em que há comercialização do ativo subjacente, como o petrolífero e de mineração. A pluralidade de abordagens e de enfoques teóricos e metodológicos encontrados na produção brasileira reforça a maturidade alcançada pela teoria, indicando haver uma massa crítica diversificada e consistente para produzir um salto tanto qualitativo como teórico nas produções brasileiras.

**Palavras-Chave:** Teoria de Opções Reais, Estado da Arte, Análise de Investimento.



## ABSTRACT

The efficiency of traditional methods of evaluation started to be questioned because they couldn't consider possible unsureness associated to investments. Discounted Cash Flow ( DCF ) methods ignore the value of options which appear in investment projects, specially those under high risk and unsureness. This way, uncertainty generates opportunities and the projects can be seen as options that may or not be exercised, including the strategy and management's flexibility as a benefit. Therefore, this theory emerges as an alternative to the analysis of decisions about real assets, complementing the traditional methods for investment's evaluation, providing to the managers the capacity to measure possible options about a project. In Brazil, as bibliographical survey, the model options, is used since 1989 and the legacy of Brazilian production in quantitative and qualitative terms is unknown. This way, a descriptive or mapping inventory has been made, and later, in an analytical analysis, trying to comprehend the concepts and research that are guiding the Brazilian's bibliographic production about analysis of capital investment, through the Real Option's Theory – ROT. The State of Art research method shown in this academic work goes through a systematic evaluation process of the academic works about ROT, published in Brazil from 1989, when the production in the country has started, until 2012. A survey about the brazilian production in master's dissertations and PhD theses has been made, achieving a total research of 202 cataloged works, Appendix A. Among the analyzed variables are: Research's nature and conceptual basement; device for measure and data gathering; type of analysis from the applied data; mathematic methods used; models for calculus of options and kinds of options. The balance of the entirety of studies allowed to evaluate its both qualitative and quantitative growth, point the most approached themes and departments, avoiding repetition, and knowing the different perspectives, approaches and applied methods, beyond tendencies and bias about the theme. It has been deduced that the Real Options Theory has not been yet disseminated in a expressive way, and the work's production is too concentrated in a few institutions and geographic regions; the focus of studies about options in real assets is centered in sequential and uncorrelated investments, mainly of application of Simulation-based methods and Dynamic Programming to the option's evaluation, like the Monte Carlo Simulation, binomial lattice models and binomial logarithmic methods; still, highlights itself the diversity of departments where the analyzed works were applied, and the primordial presence of departments where there is commercialization of underlying assets, as oil and mining. The plurality of approaches and both theoretical and methodological focus found inside the brazilian production reinforces the maturity reached by the theory, indicating that there is a diversified critic mass which is consistent to produce both a qualitative and theoretical leap in the brazilian productions.

**Key-Words:** Real Options Theory, State of Art, Investment Analysis.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1: Linha de Mercado de Títulos (SML) .....	46
Figura 2: Assimetria na distribuição de probabilidades.....	66
Figura 3: Valor da flexibilidade.....	69
Figura 4: Aplicação das Opções Reais .....	76
Figura 5: Grid do Método das Diferenças Finitas.....	92
Figura 6: Modelo de Árvores Binomiais com três períodos .....	94
Figura 7: Movimentos de um ativo pelo modelo binomial .....	105
Figura 8: Movimento de uma opção de compra de um período .....	106
Figura 9: Árvore Binomial de um período .....	106
Figura 10: Árvore Binomial dois períodos .....	107
Figura 11: Espaço de Opções .....	110

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Metodologias tradicionais para a análise de viabilidade em projetos .....	38
Quadro 2: Métodos estocásticos de análise de investimento .....	55
Quadro 3: Impacto dos fatores sobre o valor de compra e venda .....	63
Quadro 4: Classificação das series de opções em relação ao preço de exercício .....	64
Quadro 5: Comparação entre opções Financeiras e Opções Reais .....	68
Quadro 6: Variáveis das Opções Financeiras e seu correspondente nas Opções Reais .....	72
Quadro 7: Tipologia das Opções Reais .....	87
Quadro 8: Técnicas de avaliação de opções mais empregadas .....	90
Quadro 9: Comparativo das técnicas de precificação de opções .....	90
Quadro 10: Métodos de precificação de Opções Reais .....	101
Quadro 11: Equivalência entre os parâmetros da equação de B&S e de PSS .....	115
Quadro 12: Matriz de tópicos para a análise dos trabalhos sobre Opções Reais .....	126

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Participação dos trabalhos por nível de pós-graduação na produção total .....	127
Gráfico 2: Repartição da produção acadêmica por ano .....	128
Gráfico 3: Número de programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado .....	131
Gráfico 4: Produção por Estado-membro da União.....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição da produção por instituição e por titulação .....	130
Tabela 2: Distribuição da produção por curso .....	131
Tabela 3: Termo “Opção” e limitação da pesquisa.....	133
Tabela 4: Estratégia de pesquisa e tipos de dados apresentados no mapeamento (em %).....	133
Tabela 5: Tema principal das Dissertações/Teses .....	135
Tabela 6: Setores de aplicação da TOR.....	136
Tabela 7: Softwares utilizados para o cálculo das opções reais.....	138
Tabela 8: Opções Reais mensuradas .....	141
Tabela 9: Método da Teoria das Opções Reais utilizado para cálculo .....	143
Tabela 10: Modelo para cálculo das Opções Reais .....	143
Tabela 11: Abordagem do valor do projeto.....	144
Tabela 12: Método de abordagem ao risco para o cálculo de Opções .....	145
Tabela 13: Método com o qual se comparou o resultado da TOR.....	146

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABRAFIX -	Associação Brasileira de Concessionárias de Serviços Telefônico Fixo
ACEL -	Associação Nacional das Operadoras Celulares
ANATEL -	Agência Nacional de Telecomunicações
APM -	<i>Arbitrage Pricing Model</i>
APV -	<i>Adjusted Present Value</i>
ARR-	<i>Accounting Rate of Return</i>
BDTD -	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BM&F -	Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo
BOVESPA -	Bolsa de Valores de São Paulo
CAPES -	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPM -	<i>Capital Assets Pricing Model</i>
CMePC -	Custo Médio Ponderado de Capital
CNPQ -	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMUT -	Comutação Bibliográfica
DTA -	<i>Decision Tree Analysis</i>
FCD -	Fluxo de Caixa Descontado
GVW -	Método de Grant, Vora e Weeks (1997)
IBC -	Índice Benefício Custo
IBMEC-	Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais
LSM -	Mínimos Quadrados de Monte Carlo
MAD -	<i>Market Asset Disclaimer</i>
PMI -	Project Management Institute
PUC-RJ -	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
PUC-SP -	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Roce -	Retorno Sobre Capital Empregado

ROI -	Retorno Sobre Investimento
SML -	<i>Security Market Line</i>
TIR -	Taxa Interna de Retorno
TMA -	Taxa Mínima de Atratividade
TOR -	Teoria das Opções Reais
TRC -	Taxa de Retorno Contábil,
UFF –	Universidade Federal Fluminense
UFMG –	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR -	Universidade Federal do Paraná
UFRGS -	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC –	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR –	Universidade Federal de São Carlos
UNESP -	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP –	Universidade Estadual de Campinas
UNIFEI-	Universidade Federal de Itajubá
USP –	Universidade de São Paulo
VAE -	Valor Anual Equivalente
VPL -	Valor Presente Líquido
WACC -	<i>Weighted Average Cost Of Capital</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_k$	- fator macroeconômico qualquer
$a_I$	- representa a constante associada a cada função base $B_I$ .
$B_f$	- é o benefício fiscal ao pagamento de Juros Sobre o capital Próprio
$B_t$	- benefícios gerados ao longo do tempo;
$C$	- opção de compra sobre o ativo - <i>Call</i>
$C_t$	- Valor da opção de compra no instante $t$
$cus_t$	- investimento e custo de operação
$C_u$	- valor da opção de compra ao final de um período de subida
$C_d$	- valor da opção de compra ao final de um período de decida
$D$	- dividendos esperados até o vencimento da opção
$E$	- esperança
$E(F_1)$	- corresponde à taxa de retorno esperada do primeiro fator macroeconômico
$E(F_k)$	- representa a taxa de retorno esperada do “késimo” fator macroeconômico,
$e$	- base dos logaritmos naturais, constante= 2,71828;
$FC_t$	- fluxo de caixa líquido esperado para o período $t$ ;
$F_t$	- representa o valor da oportunidade de investimento no tempo $t \in [0, T)$
$I$	- investimento inicial
$i$	- taxa de desconto dos fluxos de caixa estimados
$k$	- custo de capital do projeto ou taxa de desconto ajustada ao risco
$K_d$	- custo de capital de terceiros
$K_E$	- representa o retorno esperado de um ativo
$K_e$	- custo do capital próprio
$K_E$	- representa o retorno esperado de um ativo
$K_p$	- capital próprio
$K_t$	- capital de terceiros



$n$ -	número de períodos
$N(.)$ -	função de probabilidade cumulativa de uma variável normal padronizada
$P$ -	valor da opção de venda do ativo ( <i>Put</i> ):
$p$ -	prêmio pelo risco
$q$ -	probabilidade
$P_t$ -	valor da opção de venda no instante $t$
$Q$ -	representa uma medida de probabilidade neutra ao risco
$\mathfrak{I}_t$ -	representa o conjunto de informações disponíveis em $t$
$r$ -	taxa de juros condicionada ao risco
$r_f$ -	taxa de desconto livre de risco
$R_F$ -	representa o retorno de um ativo livre de risco
$(R_M - R_F)$ -	representa o prêmio de risco do mercado
$R_M$ -	representa o retorno esperado da carteira de mercado
$S$ -	valor do ativo-objeto ou ativo subjacente
$S_0$ -	valor presente do ativo subjacente;
$SD$ -	desvio-padrão dos valores da opção
$S_{\text{máx}}$ -	valor máximo do ativo
$S_{\text{min}}$ -	valor mínimo do ativo;
$S_T$ -	preço do ativo na data de exercício $T$
$T$ -	data do vencimento da opção
$t$ -	período de tempo em análise;
$u$ -	fator de subida de preços
$d$ -	fator de queda de preço,
$V(w, t_j, t, T)$ -	representa o fluxo de caixa gerado pelo exercício da opção em qualquer instante $t_j > t$ .
$VP(S)$ -	valor presente dos fluxos de caixa do projeto;
$VP(X)$ -	o valor presente do preço de exercício do projeto;
$V_t$ -	valor presente dos fluxos de caixa no tempo $t$ ,

- $W$  - representa uma das trajetórias simuladas (amostras) para o preço do ativo objeto até o vencimento;
- $X$  - preço do exercício da opção;
- $X_1, X_2, \dots, X_n$  - um processo estocástico discreto
- $\beta$  - representa o risco sistemático ou não diversificável do ativo diante do mercado;
- $\pi_T$  - remuneração em  $T$ .
- $\sigma$  - desvio-padrão, volatilidade

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA .....	22
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	25
1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA .....	26
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	27
<b>2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS .....</b>	<b>28</b>
2.1 OS MÉTODOS DETERMINÍSTICOS E A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS (TOR) .....	28
2.2 A TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA) .....	29
2.3 INVESTIMENTO EM SITUAÇÃO DE CERTEZA.....	29
2.4 MÉTODOS DETERMINÍSTICOS PARA A AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS .....	30
2.4.1 Método da Taxa Interna de Retorno – TIR.....	30
2.4.2 Método do Valor Presente Líquido (VPL) .....	31
2.4.3 Payback Descontado.....	35
2.4.4 Valor Anual Equivalente (VAE) .....	35
2.4.5 Índice Benefício Custo (IBC) .....	36
2.5 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM SITUAÇÃO DE INCERTEZA.....	39
2.6 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM SITUAÇÃO DE RISCO .....	40
2.6.1 Métodos de Análise do Risco .....	41
2.6.2 Relações entre o Risco, Estrutura de Capital e a Taxa de Desconto.....	42
2.6.3 O Cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital .....	42
2.6.4 Modelos de Cálculo do Custo de Capital Próprio .....	44
2.6.5 Arbitrage Pricing Model (APM) .....	47
2.6.6 Taxa de Desconto Ajustada .....	48
2.7 MÉTODOS ESTOCÁSTICOS.....	49
2.7.1 Árvore de Decisão .....	49
2.7.2 Análise de Cenários.....	51
2.7.3 Análise de Sensibilidade .....	51
2.7.4 Simulação de Monte Carlo .....	53
2.8 A INCORPORAÇÃO DO RISCO E DA FLEXIBILIDADE NAS ANÁLISES DE INVESTIMENTO .....	56
<b>3. TEORIA DAS OPÇÕES REAIS.....</b>	<b>58</b>
3.1 HISTÓRICO DO MODELO DE OPÇÕES .....	58

3.2	OPÇÕES FINANCEIRAS .....	59
3.2.1	Opção de Compra ( <i>Call Option</i> ) .....	62
3.2.2	Opção de Venda ( <i>Put Option</i> ) .....	62
3.3	OPÇÕES REAIS .....	64
3.3.1	Analogia entre Opções Reais e Opções Financeiras.....	70
3.3.2	Conceitos Fundamentais a Teoria de Opções Reais .....	72
3.3.2.1	Irreversibilidade, Incerteza e <i>Timing</i> .....	72
3.3.2.2	Portfólio Replicante, Probabilidade Neutra a Risco e <i>Marketed Asset Disclaimer</i> - MAD .....	74
3.3.1	As Limitações nas Aplicações das Opções Reais .....	75
3.4	TAXONOMIA DAS OPÇÕES REAIS .....	78
3.4.1	Opção de Diferir, Esperar ou <i>Timing</i> .....	78
3.4.2	Opção de Abandono .....	79
3.4.3	Opção de Contração .....	81
3.4.4	Opção de Expansão .....	81
3.4.5	Opção de Informação .....	82
3.4.6	Opção de Mudança.....	83
3.4.7	Mudança de Uso ( <i>Inputs ou Outputs</i> ).....	83
3.4.8	Opção de Investir por Estágios ( <i>Time-to-build Option</i> ) .....	84
3.4.9	Opção de Parar e Reiniciar Operações ( <i>Shut down/restart Option</i> ) .....	84
3.4.10	Interações entre Opções, Opções Compostas .....	85
3.4.11	Opção Composta do Tipo Arco-Íris ( <i>Rainbow Option</i> ) .....	86
3.4.12	Opções Exóticas .....	86
3.4.12.1	Opções de barreira.....	86
3.4.12.2	Opções Asiáticas .....	87
3.5	MÉTODOS DE PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES REAIS .....	89
3.6	DESCRIÇÕES DOS MÉTODOS DE APREÇAMENTO DE OPÇÕES REAIS .....	91
3.6.1	Método das Diferenças Finitas .....	91
3.6.2	Métodos Numéricos, Programação Dinâmica .....	93
3.6.3	Técnicas de Simulação .....	96
3.6.4	Algoritmos Genéticos.....	100
3.6.5	Teoria de Conjuntos Fuzzy.....	100
3.7	TÉCNICAS DE APREÇAMENTO DE OPÇÕES.....	102
3.7.1	Modelo de Black e Scholes .....	102
3.7.2	Modelo Binomial.....	104
3.7.3	Modelo do Espaço de Opções Luehrman .....	109
3.7.4	Método dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo (LSM).....	111
3.7.5	Método de Grant, Vora e Weeks .....	112
3.7.6	Método de Gamba .....	113

3.7.7	Modelo de Paddock, Siegel e Smith .....	114
3.7.8	Modelo de Brennan e Shwartz .....	115
3.7.9	Modelo de Cortazar, Schwartz e Casassus. ....	116
3.7.10	Modelo de Schwartz e Zozaya (2000).....	116
3.7.11	Modelo de Majd e Pindyck (1987).....	117
3.7.12	Modelo de Mcdonald e Siegel.....	117
3.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	117
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>119</b>
4.1	PROCEDIMENTOS E ETAPAS METODOLÓGICAS.....	121
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>127</b>
5.1	ANÁLISE CATALOGRÁFICA DOS TRABALHOS MAPEADOS .....	127
5.2	ANÁLISE DA PRESENÇA DO TERMO OPÇÕES, LIMITES E TIPOS DE PESQUISA MAPEADOS .....	132
5.3	ANÁLISES DO TEMA, SETORES ECONÔMICOS E SOFTWARES EMPREGADOS.....	134
5.4	ANÁLISE DOS ELEMENTOS INTRINSECAMENTE RELACIONADOS À TOR.....	141
5.5	MÉTODOS E MODELOS DE CÁLCULO DA TOR.....	142
5.6	ABORDAGENS DO PROJETO E DO RISCO NO CÁLCULO DA TOR.....	144
5.7	LIMITAÇÕES DO ESTUDO REALIZADO E PESQUISAS FUTURAS .....	146
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>149</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>154</b>
	<b>APÊNDICE A - LISTA DOS TRABALHOS MAPEADOS .....</b>	<b>169</b>
	<b>APÊNDICE B - RESUMOS DOS TRABALHOS MAPEADOS.....</b>	<b>186</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Importância do Tema e Problema de Pesquisa

Um dos aspectos importantes para o sucesso econômico das empresas depende, dentre outros fatores, dos estudos de viabilidade econômica de seus projetos que antecedem à tomada de decisão. Tomar uma decisão de investimento, quando não existe incerteza, é relativamente simples, com o cálculo do Valor Presente Líquido – VPL e da Taxa Interna de Retorno – TIR. Estes métodos pressupõem as decisões futuras do projeto como certas, contudo, na prática, não se sabe ainda se de fato elas ocorrerão, uma vez que as decisões são, quase sempre cercadas de incertezas e grande parte das informações ainda está por ser descoberta.

A eficiência dos métodos tradicionais de avaliação começou a ser questionada, por não considerarem as possíveis incertezas associadas ao investimento. O método do Fluxo de Caixa Descontado – FCD, por exemplo, define os fluxos de caixa futuros a partir de informações disponíveis no momento zero. Para Dixit e Pindyck (1994, p. 3), “o método do Fluxo de Caixa Descontado não considera algumas características básicas que envolvem a decisão de investimento”. Potencialmente, a aplicação desses métodos pode induzir a decisões equivocadas ou imprecisas. Myers (1987) argumenta que a avaliação de oportunidades de investimentos, utilizando a abordagem tradicional, ignora o valor do surgimento de opções em projetos de investimentos sob risco e incerteza, ignorando ainda os investimentos que não se pagam imediatamente, mas deixam bases importantes para o crescimento futuro.

Nesse contexto, a incerteza cria oportunidades e os projetos podem ser vistos como uma série de opções, que pode ou não ser exercida, incorporando o benefício da flexibilidade estratégica e administrativa. Segundo Copeland e Antikarov (2001), uma opção é o direito, e não a obrigação, de empreender uma opção quer seja de diferir, expandir, contrair, ou abandonar, a um custo predeterminado, chamado de preço de exercício, durante um período de tempo determinado pela duração da opção, chamado de período de exercício. Diferentemente 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 corporação possui em um projeto de investimento de capital em ativos reais.

A teoria de valoração por opções tem o intuito de obter valores mais realistas para o

resultado de um investimento de capital, capturando os diferentes caminhos que a gestão de uma empresa poderia tomar ao longo da fase de investimento, levando em consideração as incertezas do resultado deste investimento.

As decisões de investimento envolvem três características comuns, que consistem em: (i) o investimento é parcial ou completamente irreversível; (ii) existe incerteza sobre o retorno futuro que pode ser proporcionado pelo investimento; (iii) existe flexibilidade quanto ao momento de investir, o investidor pode postergar o investimento a fim de obter mais informações sobre os fatores que afetam a real possibilidade de obtenção do retorno. Logo, um investidor deve reconhecer essas características básicas e aproveitar as oportunidades e a flexibilidade estratégica intrínseca ao projeto.

Copeland e Antikarov (2001, p. 404) afirmam inclusive que: “O VPL força a uma decisão com base na expectativa presente sobre as informações futuras, enquanto a avaliação por opções permite a flexibilidade da tomada de decisões no futuro mediante a disponibilidade de informações”.

Portanto, a Teoria das Opções Reais – TOR, surge como alternativa à análise de decisões de investimentos tradicional, vindo a complementar os métodos tradicionais de avaliação, fornecendo aos gestores uma capacidade de mensurar as alternativas possíveis sobre um projeto.

No Brasil, o modelo de opções reais, dado o levantamento realizado nesta pesquisa, passou a ser utilizado para a análise de investimentos em ativos reais, a partir do ano de 1989, e o legado da produção brasileira é, em termos quantitativos e qualitativos, desconhecida. Assim, torna-se necessário o levantamento em caráter de um inventário, descritivo ou de mapeamento, em um segundo momento de maneira analítica, buscando responder às questões do tipo: “o quê?”, “por quê?” “como?” e “quanto?”, a fim de compreender os conceitos e pesquisas que têm norteado a produção bibliográfica brasileira sobre análise de investimento de capital por meio da Teoria de Opções Reais.

Para responder a essas perguntas, precisa-se de um método de avaliação, denominado Estudo Bibliométrico ou Estado do Conhecimento, o qual evidencia a importância em mapear e conhecer os trabalhos acadêmicos publicados em determinada área por meio de revisões sistemáticas (SOARES, 1987; FERREIRA, 2002). O balanço da totalidade de estudos, dentre estes, teses e dissertações, que têm sido realizados em uma determinada área, permite avaliar seu crescimento tanto qualitativo quanto quantitativo, possibilitando indicar os temas mais

abordados, conhecer as diferentes perspectivas, abordagens e metodologias empregadas, além de tendências e vieses de cada área, evitando, assim, repetição. Em suma, visam à elaboração de uma revisão crítica da produção de uma determinada área.

Desta forma, a pergunta a ser respondida por esta pesquisa é: Qual é o estado do conhecimento da Teoria das Opções Reais no Brasil, considerando a análise de teses e dissertações para o período de 1989 a 2012?

A compreensão do estado do conhecimento sobre um tema, também denominado de Estado da Arte, exige uma revisão crítica da produção científica correspondente. Sobre os procedimentos da pesquisa, Soares (1987) cita:

“Esta compreensão do estado de conhecimento sobre um tema, em determinado momento, é necessária no processo de evolução da ciência, a fim de que se ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos, ordenação que permita indicação das possibilidades de integração de diferentes perspectivas, aparentemente autônomas, a identificação de duplicações ou contradições, e a determinação de lacuna e vieses” (SOARES, 1987, p. 3).

Segundo Ferreira (2002), uma pesquisa do tipo “Estado da Arte” constitui-se no

“desafio de conhecer o já construído e produzido para depois buscar o que ainda não foi feito, de dedicar cada vez mais atenção a um número considerável de pesquisas realizadas de difícil acesso, de dar conta de determinado saber que se avoluma cada vez mais rapidamente e de divulgá-lo para a sociedade (...)” (FERREIRA, 2002, p. 259).

O levantamento sobre as pesquisas em Administração no Brasil do tipo “Estado da Arte” se intensificaram nos últimos anos, e, na área de finanças, os metaestudos contemplaram áreas como: Finanças Geral, com as publicações de Camargos, Coutinho e Amaral (2005); Leal, Oliveira e Soluri (2003); Camargos, Silva e Dias (2009); Finanças Comportamentais, com Vieira, Pereira (2009); sobre Análise de Risco, por Rocha et al (2010).

Desses estudos, apenas o de Camargos, Silva e Dias (2009), que realizou o levantamento da produção científica na área de finanças no Brasil, analisou 391 artigos publicados nos anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração (Enanpad), entre 2000 a 2008. Os autores concluíram que 21,5% dos artigos da área de finanças referenciam a Teoria de Opções Reais e/ou *Project Finance*, o que representa 4,3% do total de artigos publicados no Enanpad durante o período em análise, contudo esta se faz a única consideração sobre o tema de Opções Reais nos metaestudos em finanças no Brasil.

Trigeorgis (2007) fornece um panorama abrangente da literatura estrangeira e das



aplicações existentes em opções reais, contudo não faz menção ao desenvolvimento dos trabalhos nesta área no Brasil.

Esta dissertação busca mostrar o levantamento da produção brasileira em estudos voltados para a TOR, haja vista que as publicações nacionais sobre o tema somente se iniciam a partir de Cardoso (1989), com sua dissertação intitulada: “Análise de projetos considerando a opção de abandono”. Segundo Santos (2001, p. 3), Pessoa (2006, p. 23), “no Brasil, são poucos os artigos que abordam a teoria, embora esta esteja sendo foco de trabalhos em nível de mestrado e doutorado”.

O método de pesquisa do tipo Estado da Arte a ser apresentado neste trabalho passa por um processo de avaliação sistemática dos trabalhos acadêmicos sobre a "Teoria das Opções Reais", publicados no Brasil de 1989 até 2012.

Inicialmente, realizou-se um levantamento da produção brasileira de dissertações de mestrado e teses de doutorado que abordaram a Teoria de Opções Reais. A partir da identificação dos procedimentos utilizados e dos setores econômicos em que a TOR foi aplicada, os trabalhos foram selecionados, classificados e analisados.

Ao explorar os estudos acadêmicos sobre a TOR, elaborados nos cursos pós-graduação *Stricto Sensu*, este estudo consolida-se em um documento analítico, ao evidenciar o que já foi desenvolvido no país sobre a TOR desde 1989 a dezembro de 2012.

## **1.2 Objetivos da Pesquisa**

Este trabalho tem como objetivo principal o de estabelecer o estado em que a Teoria das Opções Reais encontra-se em termos de aplicações e estudos em nível de teses e dissertações nos cursos de pós-graduação *Stricto Sensu* no Brasil, até o ano de 2012.

Os objetivos secundários são: (1) discutir a importância da consideração dos riscos e da flexibilidade nos métodos de avaliação econômica de projetos e mostrar a contribuição da TOR para a avaliação econômica de projetos; (2) expor os procedimentos utilizados nos trabalhos analisados; (3) discutir os resultados apresentados nas aplicações da TOR; (4) apresentar os setores da economia em que a TOR vem sendo aplicada e que trazem as vantagens de sua utilização em relação aos métodos que desconsideram a flexibilidade; (5) oportunidades de pesquisa; (6) as Taxonomias e opções utilizadas; (7) os métodos e modelos para o cálculo das Opções Reais; (8) a abordagem do valor do projeto e abordagem ao risco.

### 1.3 Justificativa do Tema

A TOR ainda é pouco utilizada pelas organizações empresariais nos seus estudos de avaliação econômica de projetos (LUEHRMAN, 1998; SEPPÄ E LAAMANEN, 2000). Um estudo que consolida os conhecimentos sobre o tema mostra as possibilidades de aplicação, as vantagens e as limitações, que podem contribuir para a sua maior utilização, vindo a melhorar as decisões sobre investimentos.

Trigeorgis (1996) afirma que, ao pensar em futuras oportunidades de investimento como opções reais, o investidor passa a contar com novos *insights* que revolucionam a alocação de recursos corporativos.

As empresas que não consideram as incertezas ligadas aos investimentos, dependendo apenas de análise de FCD, “caem inevitavelmente na armadilha de subestimar o valor de seus projetos e consequentemente não investir o suficiente em oportunidades altamente promissoras, mas incertas” (PUTTEN e MACMILLAN, 2004, p. 134).

De acordo com Brealey e Myers (1998), o VPL trata os investimentos como se fossem “caixas pretas”, as quais produziriam fluxos de caixa sem qualquer intervenção. Ou seja, o VPL assume um envolvimento passivo do administrador em face de uma determinada estratégia operacional.

De acordo com Dias (2004), um diferencial da Teoria das Opções Reais é a consideração da incerteza. Os métodos tradicionais tendem a avaliar a incerteza como um fator negativo e prejudicial ao desenvolvimento do projeto, entretanto a análise pelas opções reais esboça a incerteza como a possibilidade de obter benefícios futuros.

Assim, a abordagem de opções foca o valor da flexibilidade gerencial para responder otimamente às mudanças de cenário caracterizadas pela incerteza e outros aspectos (DIAS, 2004).

Luenberger (1998, p. 90) aponta que, em termos financeiros, uma estratégia de negócios é mais uma série de opções do que uma série de fluxos de caixa estáticos. A TOR considera também a irreversibilidade, o risco associado ao investimento e o momento para efetivar o projeto, o que proporciona melhores decisões.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

O trabalho proposto encontra-se desenvolvido ao longo de 6 (seis) capítulos, incluindo este de introdução.

No Capítulo 2, são apresentados os conceitos inerentes à análise de investimentos, em que são descritos os métodos tradicionais de análise de investimentos em ativos reais e sua classificação em determinísticos e probabilísticos.

O Capítulo 3 reuni informações sobre os conceitos que subsidiam a Teoria de Opções Reais, a fim de fornecer elementos para a compreensão dos principais modelos e taxonomia da teoria que estão sendo desenvolvidos no âmbito acadêmico dos cursos de pós-graduação *Stricto Sensu* no Brasil.

O Capítulo 4 reúne informações quanto aos procedimentos de pesquisa utilizados.

No Capítulo 5 são apresentados o levantamento bibliométrico da produção acadêmica brasileira sobre a Teoria de Opções Reais e a análise dos dados obtidos com o emprego de métodos quantitativos e qualitativos.

Finalmente, no Capítulo 6, são apresentadas as considerações finais do trabalho, dentro das quais se encontram elementos a serem considerados para a aplicação e desenvolvimento da teoria em estudo.

Ao final do trabalho, são apresentadas as referências, que fundamentaram esta dissertação, e os anexos que a complementam com as informações específicas e os resumos dos trabalhos mapeados.

## **2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS**

### **2.1 Os Métodos Determinísticos e a Teoria das Opções Reais (TOR)**

De acordo com Dixit e Pindyck (1994), a Economia define investimento como o ato de incorrer em um custo imediato na expectativa de recompensa futura. A maior parte das decisões de investimento envolve três características importantes: o investimento é parcial ou completamente irreversível; existe incerteza sobre o retorno futuro a ser proporcionado pelo investimento; e o investidor deve considerar a flexibilidade, a possibilidade de postergar o investimento, a fim de obter mais informação sobre os fatores que afetam a obtenção do retorno.

Os métodos determinísticos de avaliação econômica de projetos, ao se basearem em uma taxa de desconto certa, consideram apenas as informações disponíveis no momento zero e não contam com a incerteza e a flexibilidade. Dixit e Pindyck (1994) indicam que o método FCD não considera algumas características básicas que envolvem a decisão de investimento, e, assim, pode induzir o investidor a tomar decisões equivocadas ou imprecisas. Paddock, Siegel e Smith (1988) também apontam que os métodos de avaliação econômica determinísticos podem produzir resultados inadequados por não considerarem possíveis incertezas associadas ao investimento.

A teoria de valoração por opções possibilita capturar os diferentes caminhos que a gerência de uma empresa poderia tomar ao longo da fase de investimento e leva em consideração as incertezas do resultado deste investimento. O problema fundamental, na decisão de investir ou abandonar, é o longo tempo ocorrido desde a tomada de decisão pelo investimento, e, neste caso, a TOR apresenta a flexibilidade como vantagem sobre o método do Valor Presente Líquido (VPL), pois proporciona critérios explícitos para a decisão a respeito de quando as operações devem ser iniciadas, encerradas ou abandonadas. Em Copeland e Antikarov (2001, p 404) consta: “O VPL força uma decisão com base na expectativa presente sobre as informações futuras, enquanto a avaliação por opções permite a flexibilidade da tomada de decisões no futuro mediante a disponibilidade de informações”.

Para uma compreensão sobre a evolução dos métodos de avaliação, foram apresentados, ao longo deste capítulo: o conceito de taxa mínima de atratividade, uma revisão

dos conceitos de investimentos em condições de certeza, e dos métodos determinísticos de avaliação econômica de projetos, os conceitos de investimentos sob condições de incerteza, a incorporação da análise do risco e a consideração da flexibilidade.

## **2.2 A Taxa Mínima de Atratividade (TMA)**

A TMA é a taxa a partir da qual o investidor sente-se atraído por investir em um projeto, assumindo certo grau de risco quanto aos resultados esperados.

Para Pilão e Hummel (2003), a taxa mínima de atratividade representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento. Ela é formada, basicamente, por três componentes: o custo de oportunidade, o risco do negócio e a liquidez do negócio.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), o projeto deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco. O custo médio ponderado de capital – CMPC, pode ser utilizado como a TMA, quando o projeto de investimento tem nível de risco comparável ao risco peculiar da empresa. Quando o risco do valor esperado do projeto for maior do que o risco da empresa, então, a TMA deverá ser superior ao CMPC.

De outro lado, um investidor pode rejeitar um projeto de rendimento esperado maior em favor de outro, com retorno esperado menor, mas que implique também um risco menor. Neste caso, incorre-se em um custo de oportunidade, que é por ele assumido em função do seu elevado grau de aversão ao risco.

## **2.3 Investimento em Situação de Certeza**

A análise de investimentos em situação de certeza desconsidera as diferenças de risco entre os projetos e pressupõe um resultado final certo para cada projeto analisado, assim, em uma decisão entre dois ou mais projetos, a escolha recairá naquele que proporcionar maior retorno.

Hirschfeld (1989) e Groppelli e Nikbakht (2002) apontam que a abordagem da certeza avalia os fluxos de caixa como certos, portanto, o cálculo do Valor Presente Líquido é feito utilizando-se uma taxa de desconto livre de risco, como, por exemplo, no Brasil, a taxa de rendimento da poupança.

Sob a situação de certeza, os métodos de avaliação econômica de projetos tradicionais podem ser classificados em dois grupos: os que não consideram o valor do dinheiro no tempo, como o *Payback* Simples, o Ponto de Equilíbrio e o Retorno Médio Contábil; e os que o consideram. Os últimos são baseados no fluxo de caixa descontado, como o Valor Presente Líquido (VPL), o Valor Anual, o método da Taxa Interna de Retorno (TIR), o *Payback* descontado, o Índice de Lucratividade e os métodos da Taxa Global de Rentabilidade e da Relação Benefício-Custo (BREALEY e MYERS, 1998; CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2000; COPELAND e ANTIKAROV, 2001; ASSAF NETO, 2002; ROSS, WESTERFIELD E JAFFE, 2007). Já Pamplona e Montevechi (2005) afirmam que os métodos do VPL, Valor Anual e a TIR sobressaem por sua exatidão e equivalência.

Por serem pressupostos para a compreensão da TOR, os métodos que consideram o valor do dinheiro no tempo foram detalhados neste trabalho.

## **2.4 Métodos Determinísticos para a Avaliação Econômica de Projetos**

### **2.4.1 Método da Taxa Interna de Retorno – TIR**

O método da TIR determina a taxa de retorno periódica oferecida pelos fluxos de caixa presente e futuros do projeto. Ele oferece ao investidor uma estimativa percentual do quanto uma unidade monetária investida no projeto poderá lhe retornar em ganhos positivos ou negativos, em uma data focal. Para Mannarino (1991), a TIR representa a rentabilidade média do capital aplicado em um projeto, dependendo de suas características econômicas intrínsecas.

Para Fleischer (1988), Hirschfeld (1989), Brealey e Myers (1998), Casarotto Filho e Kopittke (2000), Laponi (2000), Assaf Neto (2002), Ross, Westerfield e Jaffe (2007), o método da TIR indica a taxa necessária de desconto para que o VPL seja nulo.

Horgren, Foster e Datar (2000, p. 556) mencionam que a taxa interna de retorno (TIR) “é a taxa de desconto na qual o valor atual dos recebimentos esperados de um projeto é igual ao valor atual dos desembolsos esperados”.

Conforme Buarque (1991), a taxa interna de retorno é obtida por intermédio dos dados do próprio fluxo do projeto, não sendo necessário arbitrar um valor de taxa de desconto.

Desconsiderando as diferenças entre os riscos de projetos distintos, um projeto deve ser recusado se a sua TIR for menor do que a TMA, e a escolha dentre os projetos com a TIR

maior do que a TMA deve recair sobre o de maior TIR. Se a TIR for igual à TMA, denota que o projeto não adiciona nem deduz riqueza ao investidor.

O método da TIR não deve ser a única opção para a avaliação econômica de projetos, pois apresenta alguns inconvenientes. Contador (1997) e Casarotto e Kopittke (2000) asseguram que existem possibilidades de determinados investimentos admitirem a existência de múltiplas TIR. Neves (1982) recomenda a necessidade do cuidado na interpretação da solução, devendo-se dar preferência ao método do valor presente líquido (VPL).

O método da TIR pressupõe uma taxa média ao longo da vida útil do projeto e não diferencia a escala dos dispêndios com a implantação, os reinvestimentos, os custos operacionais e as receitas. Por isto, não pode ser empregado para comparar projetos de diferentes grandezas.

Weston e Brigham (2000, p. 538), entendem que “em muitos aspectos, o método do VPL é melhor do que a TIR (...). Entretanto o método da TIR é familiar a muitos executivos empresariais, está largamente entrincheirado na indústria e tem algumas qualidades”.

O uso do método da TIR é importante na escolha de alternativas de investimentos em que está em julgamento a viabilidade econômica de alternativas isoladas. Ele é muito utilizado pela facilidade e compreensão do cálculo e oferece uma taxa de fácil compreensão pelo investidor (CASAROTTO FILHO e KOPITTKE 2000).

Para Faro e Faro (1999, p.3), “a possibilidade de colapso do critério da taxa interna de retorno provocou uma intensa busca de condições de suficiência para sua aplicabilidade”, assim, as desvantagens relacionadas como o método da TIR são: (1) deve ser comparada com o valor de uma TMA arbitrada; (2) pode fornecer taxa de retorno não realista; (3) pode fornecer múltiplas taxas de retorno, dificultando a interpretação dos resultados (CASAROTTO E KOPITTKE 2000; ROSS, WESTERFIELD E JAFFE 2007).

#### **2.4.2 Método do Valor Presente Líquido (VPL)**

O conceito de valor presente foi utilizado no século XVI, entretanto os fundamentos teóricos do valor do dinheiro no tempo foram estabelecidos por Fisher (1930). Harvey (1986) informa que Irving Fisher propôs, em 1907, um consumo baseado na teoria da taxa de juros que refletiria o equilíbrio entre a renda de hoje e a renda marginal do período seguinte.

Grant (2003) informa que Fisher conseguiu estabelecer uma ligação fundamental entre o valor presente líquido de uma companhia e o movimento de desconto do fluxo de caixa esperado.

O cálculo do VPL é tradicionalmente determinado pela equação 1 ou 2:

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+r_f)} + \frac{FC_2}{(1+r_f)^2} + \dots + \frac{FC_t}{(1+r_f)} + \dots + \frac{FC_n}{(1+r_f)^n} - I \quad (1)$$

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+r_f)^t} - I \quad (2)$$

Em que:

$FC_t$  é o fluxo de caixa líquido esperado para o período  $t$ ;

$r_f$  é a taxa de desconto (TMA livre de risco);

$n$  é o número de períodos a que se refere o fluxo de caixa; e

$I$  é o investimento inicial.

Para Hirschfeld (1998), o método do VPL tem como finalidade determinar um valor no instante inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e dispêndios. Em outras palavras, Brigham e Houston (1999, p. 383) citam: “VPL é igual ao valor presente dos fluxos de caixa líquidos descontados ao custo marginal do capital”.

Para Fisher (1954), o valor de um bem é determinado considerando o valor presente dos benefícios futuros que ele proporcionará, calculados com a utilização de uma taxa de desconto. Assim, o método do VPL vale-se dos conceitos do FCD.

Cohen, Gompers e Vuolteenaho (2002) indicam que projetos com VPL zero ou positivos não devem ser previamente descartados pelo investidor, enquanto os com VPL negativos, sim.

Lapponi (2000) revela que o VPL é uma técnica adotada como parâmetro para analisar a sensibilidade dos projetos, possibilitando sua aceitação ou rejeição.

A abordagem do VPL pressupõe a perpetuidade do negócio e se baseia na técnica do FDC, que requer que os fluxos de caixa do projeto e a taxa de desconto sejam estimados.

Brennan e Schwartz (2001) explicam que o padrão da técnica do VPL permanece inalterado desde o surgimento do modelo desenvolvido por Fisher, com adaptações de Dean,



em 1951, e de Bierman e Smidt em 1960. Shrieves e Wachowicz Jr (2000) esclarecem que o método do VPL é a forma mais tradicional de aplicação do FCD, embora outras técnicas que requerem o FCD também são úteis: fluxos de caixa livre, para avaliação de empresas, e modelos de desconto de dividendos, para avaliação do capital próprio.

Segundo Chadwell-Hatfield (1997), embora os praticantes da avaliação de investimentos não indiquem preferência pelo VPL sobre as demais técnicas, os teóricos de finanças fazem essa recomendação, uma vez que o uso do VPL seleciona, consistentemente, projetos que maximizam a riqueza dos acionistas.

Copeland e Antikarov (2001) ressaltam que o VPL é a ferramenta mais utilizada pelas grandes empresas em análise de investimentos. Contudo foram necessários mais de vinte anos para que as empresas americanas começassem a recorrer à técnica do VPL, em substituição ao *Payback*.

Como qualquer empreendimento implica investimentos, pressupõe-se que os investidores, ao realizarem suas aplicações, façam uma análise prévia de seus negócios. Há de se ponderar que a técnica do VPL é útil para as tomadas de decisão de investimentos em projetos e que persiste, ao longo do tempo, como um dos métodos mais empregados em termos de análise financeira (BREALEY e MYERS, 2000).

O VPL constitui-se no somatório de diferenças entre entradas e saídas líquidas de caixa, descontadas a uma TMA, para o presente, e representa o valor atualizado de um projeto. As principais características do método do VPL são: considera como certos os fluxos de caixa futuros do empreendimento; utiliza períodos determinados; usa taxas de desconto fixas para atualizar o fluxo de caixa.

Trigeorgis (1996) cita que existe também o caso de projetos interdependentes de considerável importância estratégica, pois, ainda que o VPL individual seja negativo, a sua aceitação é justificada por ter o potencial de gerar uma nova oportunidade de investimento lucrativo no futuro, em um projeto dependente deste.

O VPL é um método defendido por Contador (1988, p. 44), que indica ser “melhor enfocado, isento de falhas matemáticas, pois considera o valor do dinheiro no tempo sem cair nas contradições de outros indicadores”.

Ross, Westerfield e Jaffe (2007, p. 123) procuram evidenciar que “o fluxo de caixa como um instrumento ideal, porque representa entradas e saídas de recursos financeiros

diferentemente do lucro, que é uma medida contábil, contendo no seu valor não só as movimentações financeiras, mas também as econômicas”.

As críticas ao método VPL são referentes ao não tratamento das incertezas. Trigeorgis (1996) julga que a técnica tradicional do VPL deva ser vista como uma entrada para o método do VPL Expandido, baseado em opções.

Copeland e Antikarov (2001) argumentam que o método do VPL apresenta falhas em relação às expectativas de fluxos de caixa futuro e subestima as oportunidades de investimentos. Dixit e Pindyck (1994) destacam como um problema do VPL o fato de ele pressupor um cenário fixo, no qual a organização inicia e completa o projeto, gerando um fluxo de caixa sem contingência para a toda a vida esperada do projeto.

A abordagem realizada por Trigeorgis (1996) ressalta que o padrão de critério do fluxo de caixa descontado subestima as oportunidades de investimento, conduzindo a decisões míopes, de subinvestimento, e a eventuais perdas de posição competitiva, porque esses critérios ainda ignoram, ou não avaliam corretamente, estratégias importantes. Para Rocha (2001), o VPL não leva em conta fatores como o valor agregado pelo gerenciamento eficiente do futuro ativo, a incerteza de variáveis-chave ou as mudanças das políticas regulatórias.

Folta e O'Brien (2002) avaliam o VPL como um dos instrumentos mais importantes desenvolvidos nas últimas décadas em termos de teoria de investimento. Entretanto o VPL subestima o retorno dos investimentos, uma vez que estes estão sujeitos à incerteza contínua e que parte do investimento é irreversível. Além disso, há de se considerar que o investidor poderia suspender a decisão de aplicações durante algum tempo.

Mason e Weeds (2003) argumentam que a literatura sobre investimento irreversível sob incerteza utiliza a regra do VPL, e que esta está incorreta, pois determina somente a decisão do tipo “agora ou nunca” e falha na apreciação do adiamento do investimento.

Ao se referir à metodologia de tomada de decisão sobre investimentos de capital de risco, Soon (2002) informa que as avaliações tradicionais do VPL são inadequadas para muitos projetos arriscados.

A avaliação econômica pelo VPL tradicional conduz à tomada de decisão com uma visão estreita, pois não considera a flexibilidade gerencial, nem futuras oportunidades de negócios. Sobre o método do VPL, os autores acima pesquisados, neste item, apontam as suas limitações e indicam a necessidade de incrementar o método com procedimentos que

reconhecem o risco e a possibilidade de postergação da decisão. Então, torna-se pertinente traçar considerações sobre decisões de investimento sob condições de incerteza.

### **2.4.3 Payback Descontado**

O *payback* descontado ou elaborado vale-se de uma taxa de desconto para atualizar o fluxo de caixa e verificar o número exato de períodos em que o empreendimento recupera o valor inicial investido. Normalmente, essa taxa de desconto usada é a TMA, a qual é determinada pelo próprio investidor como parâmetro para a remuneração de seu capital (GROPPELLI e NIKBAKHT, 2002).

Ainda para Groppelli e Nikbakht (2002), se o período de *payback* descontado representar um tempo aceitável pelos investidores, o projeto será selecionado. Este método envolve, em geral, um número de períodos maior, caracterizando-se por ser mais conservador que o método clássico. Contudo o *payback* descontado continua por não considerar as entradas de caixa após o período de recuperação do investimento e utilizar a TMA como desconto, e, como esta, geralmente, é arbitrada, pode conduzir a falhas na comparação de projetos.

### **2.4.4 Valor Anual Equivalente (VAE)**

O valor anual equivalente - VAE é a expressão anual do valor presente líquido no horizonte de planejamento, mensurado a uma determinada taxa de desconto. O VAE é um critério útil para comparar investimentos com períodos, ou horizontes, desiguais (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2007).

O método consiste em transformar a distribuição de FCs, representativos de cada alternativa em análise, em uma serie periódica uniforme equivalente de duração igual à vida útil. Aceita-se cada alternativa que tenha um VAE positivo ou nulo comparado a TMA do investidor, caso contrário, a alternativa deve ser rejeitada. Dentre as alternativas aceitas, seleciona-se a de maior VAE em relação à TMA. Para Soares (2003), um projeto é considerado viável economicamente se o VAE for positivo, o que demonstra que os benefícios periódicos são maiores do que os custos periódicos.

Brasil (2002) corrobora que, ao comparar projetos mutuamente excludentes com vida

útil diferenciada, se deve adotar o critério do VPL, a fim de apurar seu valor equivalente anual. O VAE consiste na distribuição uniforme do VPL entre os anos de vigência do investimento.

O valor anual equivalente é calculado pela equação 3:

$$VAE = \frac{VPL * i}{1 - (1 + i)^{-n}} \quad (3)$$

Em que:

*VAE* é o valor anual equivalente;

*VPL* = valor presente líquido;

*i* = taxa de desconto dos fluxos de caixa estimados;

*n* = vida útil do projeto.

Para Ross, Westerfield e Jaffe (2007, p.128), a vantagem da aplicação desse método está na análise de alternativas mutuamente excludentes com horizontes diferentes, em que aparece o problema clássico de substituição de equipamentos. O método considera o valor do dinheiro mediante o uso da taxa de atratividade. Para os autores, tem-se como desvantagem a dificuldade do investidor em estabelecer a taxa de atratividade, e o fato de os projetos com investimentos iniciais diferentes poderem ter o mesmo VAE, o que exige que sua aplicação seja complementada com outros métodos.

#### 2.4.5 Índice Benefício Custo (IBC)

Conforme Souza e Clemente (2001), o Índice de Benefício Custo - IBC é uma medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido. Representa, para todo o horizonte de planejamento N, o ganho por unidade de capital investido no projeto depois de expurgada a TMA.

Para Contador (1997), consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Um investimento é considerado viável se apresentar o  $B/C > 1$ , tendo o seu VPL positivo, e quanto maior esta relação, mais atraente será o projeto. Caso contrário, se o projeto apresentar o  $B/C < 1$ , será inviável, não se aconselhando, a sua realização, visto que terá o seu VPL negativo.

Os benefícios e os custos de cada projeto dependem do ponto de vista pelo qual são

avaliados. Para projetos de instituições privadas, o enfoque será o lucro do empresário, confrontando os investimentos necessários para a obtenção desses lucro. No entanto, para projetos do setor público, esse foco se altera, sendo necessário observar se os projetos geram benefícios e custos não contemplados diretamente, tais como impactos ambientais, sociais e culturais etc. (SOUZA e CLEMENTE, 2001; MOTTA e CALÔBA, 2002).

Ainda segundo estes autores, o principal objetivo de recorrer a essa metodologia está na possibilidade de comparação entre os custos e os benefícios associados aos impactos de estratégias alternativas, em termos de seus valores monetários, permitindo definir prioridades e adotar primeiro as estratégias cujos benefícios líquidos são mais elevados.

Como fórmula desse índice, tem-se as equações 4 e 5:

$$B / C = \frac{\sum_{t=1}^n ben_t / (1 + k)^t}{\sum_{t=1}^n cus_t / (1 + k)^t} \quad (4)$$

$$VPL = \frac{\sum_{t=1}^n (ben_t - cus_t)}{(1 + K)^t} \quad (5)$$

Em que:

*cust*= investimento e custo de operação;

*bent* = benefícios gerados ao longo do tempo;

*t* = período de tempo em análise;

*k*= taxa de desconto.

Para Motta e Calôba (2002), a limitação se apresenta, principalmente, quando se estabelece uma taxa de desconto no tempo dos benefícios esperados, isto porque, muitas vezes, o imediatismo econômico desvia a sociedade de opções sustentáveis ou socioeconômicas em que a atribuição de valores tangíveis são complexas.

A seguir, tem-se o Quadro 1, que apresentada como uma compilação das principais metodologias tradicionalmente utilizadas para a análise de projetos por empresas.

Quadro 1: Metodologias tradicionais para a análise de viabilidade em projetos

<b>Método</b>	<b>Definição</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Taxa Interna de Retorno - TIR</b>	É a taxa de juros/desconto implícita numa série de desembolsos e receita, que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para trazer ou levar cada valor do fluxo de caixa para uma data focal.	Viabilidade econômica de projetos, considerando alternativas isoladas; O método retorna uma taxa a ser comparada; Fácil aplicação; Domínio geral.	Desconsiderando as diferenças entre os riscos de projetos distintos; Existência de múltiplas TIR; Resultado comparado com o valor de uma TMA arbitrada.
<b>Valor Presente Líquido - VPL</b>	Determina o valor presente das receitas futuras descontados a uma taxa mínima de atratividade apropriada, para um instante determinado, subtraído o custo do investimento inicial.	Considera o valor do projeto no tempo; Permite somar os VPLs de projetos individuais; Não é afetado por técnicas contábeis Reflete o aumento de riqueza para o acionista Fácil aplicação; Domínio geral.	Pressupõe um cenário fixo; Análise de projetos do tipo “agora ou nunca”; Deve-se conhecer o valor da TMA. Não considera a flexibilidade gerencial, nem futuras oportunidades de negócios.
<b>Payback Descontado</b>	Calcula o tempo/período necessários para recuperar o investimento inicial, dados os fluxos de caixa futuros, descontados a uma taxa mínima de atratividade.	Considera o valor do dinheiro no tempo; Calcula a liquidez do projeto.	Não considera todos os fluxos de caixa do projeto; Penaliza projetos de longo prazo; Não considera a flexibilidade gerencial; Deve-se conhecer o valor da TMA.
<b>Valor Anual Equivalente - VAE</b>	Corresponde à parcela periódica e constante do valor presente líquido da opção de investimento no horizonte de planejamento, descontado à TMA.	Análise de alternativas mutuamente excludentes com períodos ou horizontes diferentes; Considera o valor do dinheiro no tempo.	Valor da TMA arbitrada; Projetos com investimentos iniciais diferentes podem ter o mesmo VAE.
<b>Índice Benefício Custo - IBC</b>	Consiste na relação entre o valor presente dos benefícios/receitas e o valor presente dos custos/investimento inicial.	Retorna o ganho por unidade de capital investido no projeto depois de expurgada a TMA.	Deve-se conhecer o valor da TMA. Não considera a flexibilidade gerencial;

Fonte: Autor.

Apresenta-se na sequência a análise de investimento em situação de incerteza e risco, bem como os modelos utilizados para a consideração destes nas precificações de investimentos.

## 2.5 Análise de Investimentos em Situação de Incerteza

As incertezas dizem respeito àquilo que não se conhece ou não se sabe sobre o futuro. Os resultados financeiros de um projeto, quase sempre, estão associados a uma distribuição aleatória, característica da situação de risco. Mas, ocasionalmente, pode ocorrer situação de incerteza absoluta<sup>1</sup> (SIMONSEN, 1994).

A incerteza surge quando há o desconhecimento sobre os fatos que poderão acontecer no futuro (SOUZA e CLEMENTE, 2001), ou quando não se conhece absolutamente nada sobre a distribuição das probabilidades dos eventos futuros esperados (FLEISCHER, 1988), ou ainda, quando uma situação futura não pode ser expressa na forma de probabilidades (KNIGHT, 2005).

Ao discorrer sobre incerteza, Sá (1999, p. 28) enfatiza que esta ocorre quando não se tem conhecimento da distribuição de probabilidades a respeito de algum evento, e o que se busca, em alguma situação de incerteza, é “estimar uma distribuição de probabilidades para eventos futuros, baseados em resultados de situações análogas do passado”.

Micalizzi (1999) classifica a incerteza em: econômica e técnica. A incerteza econômica depende de fatores exógenos ao projeto, tais como a evolução dos preços no mercado e a volatilidade das vendas. Explícita, ainda, o autor, que esse tipo de incerteza pode influenciar o administrador a adiar a implantação de um projeto até obter maiores informações. A incerteza econômica é, frequentemente, compensada por um elevado valor positivo do VPL. Por outro lado, a incerteza técnica depende de fatores endógenos ao projeto, tais como a quantidade e a qualidade de matéria-prima, e que podem influenciar a antecipação do início de um projeto, apesar de, comumente, necessitar de uma coleta de informações adicionais sobre seu potencial de lucratividade.

Lambrecht e Perraudin (1999) ponderam que, na prática, o momento da decisão pelo investimento é afetado pelo ambiente competitivo. Para os autores em, algumas situações, o tomador de decisões, considerando a própria percepção sobre as incertezas inerentes ao projeto, teme a possibilidade de um competidor obter vantagem agindo primeiro, então, antecipa seus investimentos para neutralizar a ação do competidor.

---

<sup>1</sup> Alguns autores denominam a incerteza absoluta como forte, e tem o significado atribuído à distribuição de probabilidades existentes.

Os métodos para subsidiar os investidores nas análises de projetos relacionados à incerteza são vários: Neves (1982) aponta as matrizes de decisão, maximin ou minimax e maximax; o método de Hurwicz; o método de Savage; e método de Laplace; no entendimento de Pamplona e Montevechi (2006), acrescentam-se os métodos de análise de sensibilidade; e a técnica baseada na teoria *Fuzzy Sets*.

## 2.6 Análise de Investimentos em Situação de Risco

O risco teve seu marco fundamental com Markowitz (1952). Sua teoria está baseada na compensação entre o retorno e o risco, a qual defende a diversificação na carteira de investimentos.

A teoria definida por Sharpe (1964), denominada Modelo de Precificação de Ativos ou CAPM (*Capital Assets Pricing Model*), estabelece uma relação matemática entre risco e retorno e defende compensações aos investidores devido à maior exposição ao risco.

Para Souza e Clemente (2001), o risco caracteriza-se pelo conhecimento de uma probabilidade de que o evento venha a ocorrer no futuro. Hirschfeld (1989) e Securato (1996) definem risco como a probabilidade de insucesso de uma decisão ou evento.

Ross, Westerfiel e Jaffe (2007) asseveram que os riscos dividem-se em sistemáticos (risco não diversificável), aqueles que são derivados do mercado, e não sistemáticos (risco diversificável), aqueles que são originados da própria organização. O risco diversificável pode ser reduzido por meio da elaboração de diversos projetos ou investimentos em carteira de ativos; já o risco não diversificável não pode ser eliminado dessa forma.

O risco, no ambiente dos negócios, representa probabilidades de perdas ou ganhos dentro de patamares aceitáveis. Brito (1981) considera que o investidor possui as suas preferências e, entre as combinações de investimento com o mesmo nível de risco, sempre escolherá aquela que oferecer a máxima rentabilidade. Entre as combinações de investimento com a mesma rentabilidade esperada, sempre optará por aquela que oferecer o menor risco.

A apuração do risco é complexa nos investimentos relacionados aos ativos reais, principalmente quando não existe um histórico de retornos que facilite o cálculo de um valor esperado, do desvio padrão e das correlações entre diferentes ativos. E mesmo que existam lastros, em títulos, os ativos reais não podem ser infinitamente indivisíveis, conforme premissa adotada por Markowitz (1952).



A seguir, são tratados os principais métodos para a análise de risco.

### **2.6.1 Métodos de Análise do Risco**

Os métodos de análise do risco podem ser quantitativos ou qualitativos. Segundo Kassai et al. (2000), os métodos quantitativos de análise do risco se baseiam na distribuição de frequência, no desvio-padrão, nos coeficientes de variação e de correlação, nas árvores de decisão e na simulação. Podem ainda ser incrementados com as técnicas de regressão linear e análise de sensibilidade.

Pamplona e Montevechi (2005) e Casarotto Filho e Kopittke (2000) apontam os principais métodos probabilísticos de análise de investimentos em situação de risco: Simulação e Árvore de Decisão. Boiteux (1982) orienta que um método probabilístico permite prever os resultados de um evento futuro, mediante uma análise estatística associada a uma distribuição de probabilidades e expectativas de ocorrência dos eventos.

A análise qualitativa de riscos consiste num processo de gerenciamento baseado na avaliação dos impactos potenciais dos eventos futuros nos objetivos do projeto (PMI, 2000). Disnmore e Cavalieri (2003) recomendam a classificação e a qualificação do risco por meio de matrizes de ranking, nas quais os possíveis acontecimentos futuros e seus impactos no projeto são escalonados.

Para a quantificação e a análise de um investimento com risco, Abreu e Stephan (1982) sugerem um processo composto de três fases: (1) determinística – que consiste em estruturar o problema com distinção entre as variáveis controláveis e incontroláveis; (2) probabilística – em que são determinadas as distribuições de probabilidade das variáveis incontroláveis, usando dados históricos, previsões e estimativas de especialistas; (3) informativa – em que os resultados do processamento estatístico dos dados e a suas análises oferecem as informações que possibilitam a tomada de decisão.

O dimensionamento do risco possui uma relação com a estrutura de capital da empresa, tratada a seguir.

### 2.6.2 Relações entre o Risco, Estrutura de Capital e a Taxa de Desconto

A taxa de desconto utilizada para determinar o valor econômico de um investimento é, usualmente, calculada pelo custo médio ponderado de capital (CMPC). Ela incorpora o risco associado ao negócio e os custos do capital próprio e de terceiros.

O risco está associado às probabilidades de ocorrências futuras e seus impactos nos resultados financeiros do projeto. O custo de capital próprio refere-se à remuneração aos acionistas ou cotistas da empresa e o custo de capital de terceiros corresponde aos juros da dívida, que sofrem influência do grau de endividamento da empresa.

Uma decisão sobre a estrutura de capital da empresa possui caráter estratégico. Se, de um lado, a empresa pode obter um benefício fiscal no cálculo do lucro tributável devido à dedução dos juros da dívida no pagamento do imposto de renda, de outro, quanto mais alto for o grau de endividamento, mais elevadas serão as taxas de juros dos fornecedores de crédito.

Modigliani e Miller (1958) indicam que a empresa deve aproveitar as oportunidades de investimentos cujos retornos sejam superiores ao CMPC, adicionando riqueza ao capital dos acionistas. Brealey e Myers (1998) afirmam que os projetos devem ser avaliados com base em taxas de desconto que reflitam o risco inerente a cada negócio.

No próximo tópico, são apresentadas as fórmulas para o cálculo do custo médio ponderado de capital.

### 2.6.3 O Cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital

O cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital – CMPC, antes do benefício do imposto de renda pondera a participação do capital próprio e do capital de terceiros com as suas respectivas taxas, determinando uma taxa ponderada, equação 6.

$$CMPC_{ab} = k_p \frac{K_p}{K_p + K_t} + k_t \frac{K_t}{K_p + K_t} \quad (6)$$

Onde:

$CMPC_{ab}$  é o custo médio ponderado de capital antes dos benefícios fiscais;

$k_p$  é o custo do capital próprio;

$K_p$  é o capital próprio;

$k_t$  é custo de capital de terceiros;

$K_t$  é o capital de terceiros;

O custo médio ponderado de capital considerando o benefício do imposto de renda sobre o capital de terceiros, segue a equação 7:

$$CMPC_{bt} = k_p \frac{K_p}{K_p + K_t} + k_t(1 - a_{ir}) \frac{K_t}{K_p + K_t} \quad (7)$$

Onde:

$CMPC_{bt}$  é o custo médio ponderado considerando, a dedutibilidade do custo do capital de terceiros;

$a_{ir}$  é a alíquota do imposto de renda.

A legislação tributaria brasileira permite que os juros sobre o capital próprio sejam dedutíveis no cálculo do imposto de renda da empresa, por outro lado, é tributado no cálculo do imposto de renda pessoal do investidor, Lei nº 9.249/95 (BRASIL, 1995).

Decorrente dessa forma de remuneração do capital do acionista há, segundo Amaral (2005), a necessidade de adaptar-se o cálculo do CMPC como demonstrado pela equação 8.

$$CMPC_{btp} = (k_p - b_f) \frac{K_p}{K_p + K_t} + k_t(1 - a_{ir}) \frac{K_t}{K_p + K_t} \quad (8)$$

$CMPC_{btp}$  é o custo médio ponderado de capital que conta as vantagens tributárias sobre os custos de capital de terceiros e próprio;

$b_f$  é o índice do benefício fiscal devido ao pagamento de juros sobre o capital próprio do investidor (imposto de renda retido na fonte).

Ainda que a estrutura de capital da empresa possa variar de um momento para outro, segundo Copeland e Antikarov (2001), na prática, o analista deve usar uma única estrutura de capital para todo o período de projeção do fluxo de caixa do projeto, valendo-se de uma estrutura de capital-alvo.

Naturalmente, cada projeto, caso seja escolhido para o investimento, tem a sua data de início, e a estrutura de capital da empresa pode mudar de um momento para outro. Para Luehrman (1997), é incorreto considerar a mesma estrutura de capital para qualquer projeto. Afinal, cada projeto pressupõe diferentes premissas, como taxas de desconto apropriadas ao

risco, então, para cada projeto, poderá haver um CMPC.

#### 2.6.4 Modelos de Cálculo do Custo de Capital Próprio

Para Copeland e Antikarov (2001, p. 214), “o custo do capital próprio é a parte mais difícil de ser estimada, porque não pode ser observada diretamente no mercado de capitais”. Os autores recomendam para tal a utilização da metodologia do *Capital Asset Pricing Model* - CAPM ou o *Arbitrage Pricing Model* - APM.

Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2007), o modelo de precificação de ativos de capital representa um dos avanços mais relevantes na teoria de finanças, uma vez que mostra como o retorno esperado de um ativo está relacionado com o seu risco sistemático.

O risco sistemático é aquele que não pode ser eliminado por meio da diversificação dos investimentos em uma carteira ou *portfólio* de ativos, enquanto o risco não sistemático (diversificável) pode.

Markowitz (1952) comprova a importância de carregar *portfólios* de dois ou mais ativos em detrimento de um, a fim de se obter retorno superior a partir de um mesmo nível de risco, definido como o desvio padrão dos retornos reais dos ativos.

De acordo com a teoria tradicional de finanças, os principais pressupostos decorrentes para a utilização do CAPM são: não existem custos de transação; os ativos são infinitamente divisíveis; não existe imposto de renda para pessoas físicas; nenhum indivíduo pode afetar o preço das ações, seja comprando ou vendendo; ao tomarem decisões sobre seus *portfólios*, os indivíduos o fazem levando em conta apenas as condições de risco e retorno; vendas a descoberto são livres; os indivíduos podem, de forma ilimitada, aplicar ou tomar recursos à taxa livre de risco; todos os investidores possuem expectativas homogêneas e idênticas; todos os ativos são negociáveis, (FAMA e PENTEADO 2002).

O modelo CAPM teve origem nas obras de Sharpe (1964), Lintner (1965) e Black (1972), que se inspiraram nos trabalhos de Markowitz (1952) sobre o critério da média-variância. Este modelo estipula que a taxa de rentabilidade esperada dos ativos com risco é linearmente ligada a dois fatores comuns: a taxa livre de risco e a taxa de retorno esperada da carteira do mercado. O retorno esperado de um ativo é igual à soma da taxa livre de risco e de um prêmio pelo risco.

Seguindo a orientação de Penteado e Fama (2002), o retorno esperado de um ativo é a soma do retorno de um ativo livre do risco mais uma parcela para remunerar o risco. Esta parcela para remunerar o risco pode ser determinada como um coeficiente de volatilidade  $\beta$ , que consiste na razão entre a covariância do retorno esperado do ativo livre de risco e o retorno do mercado, pela variância do retorno de mercado, conforme mostra a Equação 9, e a diferença entre os retornos de mercado e do ativo livre de risco (Equação 10).

$$\beta = \frac{Cov_{R_F, R_M}}{Var_{R_M}} \quad (9)$$

Onde:

$\beta$  é o coeficiente de volatilidade, a medida do risco sistemático ou não diversificável do ativo diante do mercado.

$Cov_{R_F, R_M}$  é a covariância do retorno esperado do ativo em relação ao retorno do mercado;

$Var_{R_M}$  é a variância do retorno do mercado

O modelo CAPM (Equação 10) mostra que o retorno esperado de um ativo está linearmente relacionado ao seu  $\beta$ . Segundo Weston e Brigham (2000), o CAPM trata-se de um modelo baseado na proposição de que a taxa de retorno requerida de qualquer investimento é igual à taxa de retorno isenta de risco mais um prêmio de risco, em que o risco reflete a diversificação.

A taxa de retorno esperada de um investimento calculada por meio do CAPM é expressa como função linear de  $\beta$ , tendo como coeficiente de inclinação, o prêmio de risco do mercado ( $R_M - R_F$ ).

$$K_E = R_F + \beta(R_M - R_F) \quad (10)$$

Em que:

$K_E$  representa o retorno esperado de um ativo;

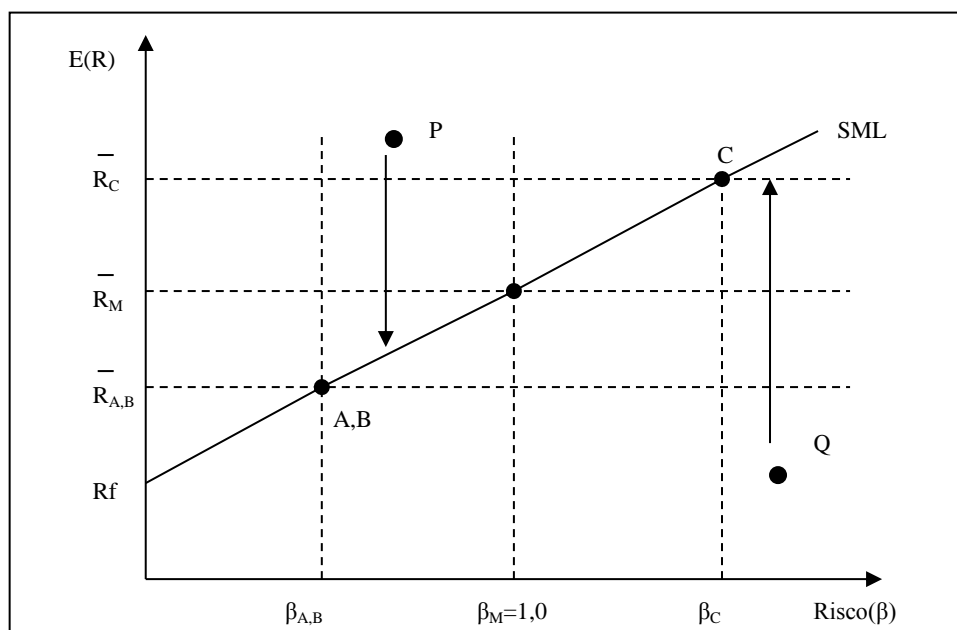
$R_F$  representa o retorno de um ativo livre de risco;

$R_M$  representa o retorno esperado da carteira de mercado;

$(R_M - R_F)$  representa o prêmio de risco do mercado.

Esta função, também denominada de linha de mercado de títulos (SML - *Security*

*Market Line*), é explicitada na figura 1.



Fonte: Assaf Neto (2006, p. 273). Adaptado.

Figura 1: Linha de Mercado de Títulos (SML)

A Figura 1, que ilustra a SML, possui um coeficiente de inclinação e um intercepto, que, no caso, é a taxa livre de risco ( $R_F$ ). Como o beta do título é medido no eixo horizontal, o coeficiente de inclinação é  $(R_M - R_F)$  obtendo uma inclinação positiva, desde que o retorno esperado da carteira de mercado seja mais elevado que a taxa livre de risco. Visto ser a carteira de mercado um ativo com risco, a teoria aponta que seu retorno esperado é maior que o *risk free* -  $R_F$ . Os pontos P e Q, que se encontram fora da SML, por força de oferta e demanda do mercado, tendem a se sobrepor à reta.

A utilização da metodologia do CAPM e do custo médio ponderado de capital, apresenta algumas limitações, para Lueherman (1997), o modelo de fluxo de caixa, descontado, é aplicável apenas para empresas com estruturas de capitais mais simples e estáticas. Como, na maioria dos casos reais, a estrutura de capital é mais complexa e dinâmica, o custo médio ponderado de capital deve ser corrigido não somente a cada projeto, mas também a cada período. Em caso contrário, a probabilidade de erros nas avaliações é relevante.

### 2.6.5 Arbitrage Pricing Model (APM)

A *Arbitrage Pricing Model* - APM, foi desenvolvida por Ross (1976), é um modelo alternativo que busca superar as limitações do modelo CAPM. Tem como pressuposto que o mercado é a única fonte de risco, unidirecional e relativo apenas a um fator (beta). Visando transpor esta limitação, construiu-se a APM, um modelo de múltiplos fatores que generaliza o CAPM e procura explicar as relações entre o retorno esperado de um ativo quantificando às oscilações de mercado, e outros fatores que afetam as características individuais de cada ativo, que podem ser de âmbito setorial ou macroeconômico, responsáveis pelo risco sistemático.

A teoria do APM deixa em aberto questões como o número e a identificação dos fatores. Para Roll e Ross (1980), há algumas fontes de risco sistemático relevantes como: índice de confiança, produto, inflação inesperada, estrutura a termo de taxa de juros e risco de mercado. Chen, Roll e Ross (1986) identificaram as seguintes variáveis: taxa de crescimento real da produção industrial, taxa de inflação, *spread* entre títulos de longo e curto prazo e risco de crédito.

O APM postula que o retorno esperado de um ativo é linearmente definido por k fatores micro e macroeconômicos independentes uns dos outros, (equação 11):

$$K_E = R_F + [E(F_1) - R_F] * \beta_1 + [E(F_2) - R_F] * \beta_2 + \dots + [E(F_K) - R_F] * \beta_K \quad (11)$$

Em que:

$K_E$  representa o retorno esperado de um ativo;

$R_F$  representa o retorno do ativo livre de risco;

$E(F_i)$  corresponde à taxa de retorno esperada do fator macroeconômico  $i$ .

$\beta_i$  representa a sensibilidade do ativo em relação ao fator macroeconômico correspondente.

O modelo da APM deixa em aberto questões como o número e a identificação dos fatores fundamentais da economia que afetam o modelo, como os identificados por Roll e Ross (1980), que indicam algumas fontes de risco sistemático que acreditavam ser relevantes para o mercado de capitais, tais como: índice de confiança, produto, inflação inesperada, estrutura a termo de taxa de juros e risco de mercado. Chen, Roll e Ross (1986) identificaram as seguintes variáveis: taxa de crescimento real da produção industrial, taxa de inflação (esperada e não- esperada), estrutura a termo da taxa de juros (*spread* entre títulos de longo e curto prazo) e risco de crédito, medido pela diferença entre as taxas *corporate* e as do tesouro.

O modelo explica os retornos dos ativos como reflexos de um número indeterminado de fatores que quantificam o contexto econômico, político e empresarial em que a empresa está inserida (COSTA, CUNHA e RIBEIRO; 2008).

### 2.6.6 Taxa de Desconto Ajustada

Um método pode ser determinístico, se há a possibilidade de prever todos os seus passos conhecendo seu ponto de partida, resultando a mesma resposta, se partir do mesmo ponto inicial. Em contraste, um modelo estocástico contém termos aleatórios que tornam menos provável o cálculo exato da saída. Os termos aleatórios do modelo podem ser deliberados como uma descrição das incertezas. Normalmente, o modelo determinístico engloba apenas o processo, enquanto o estocástico considera, também, as incertezas que modificam as condicionantes de entrada do sistema. (HOWARD; STEPHEN; IRL, 2007).

Em ambientes de incerteza, a introdução do risco nos projetos requer uma taxa de desconto, que representa a soma da taxa de retorno livre de riscos  $r_f$ , e o prêmio pelo risco assumido  $p$ , usado para compensar o risco associado ao projeto, simbolicamente,  $r = r_f + p$ . Analogamente, o conceito de investimentos compatíveis passa a ser entendido como investimentos com as mesmas características de risco.

A formula do VPL com risco pode ser apresentada adicionando a variável a qual representa o equivalente de certeza esperado, em que seria a porcentagem de uma entrada de caixa estimada que os investidores ficariam satisfeitos em receber, com certeza, a cada ano. Como indicado na fórmula 12:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{\alpha_t \times FC_t}{(1+r_f+p)^t} \quad (12)$$

Onde

$\alpha_t$  = ao fator de equivalência a certeza no ano  $t$  ( $0 \leq \alpha_t \leq 1$ );

$r_f$  = taxa de retorno livre de risco;

$p$  = ao prêmio pelo risco;

$t$  = número de períodos do projeto;

$FC_t$  = é o fluxo de caixa líquido para o período  $t$ .

O valor do prêmio pelo risco pode ser calculado como  $[(1+r_f)(1+\sigma) - 1]/100$  onde  $\sigma$



é o desvio padrão das últimas doze ocorrências mensais em torno da média da taxa SELIC, como risco de mercado.

Trigeorgis (1996) assevera que, de maneira geral, os projetos de um mesmo negócio, que tenham as mesmas características de risco, não afetam o risco total da empresa, e podem ser descontados ao custo de oportunidade de capital da empresa. Projetos com riscos diferentes do risco médio da empresa tendem a mudar a postura de risco total da organização, e devem ser descontados a uma taxa diferente do custo de capital da mesma.

Finalizam-se, aqui, os conceitos introdutórios e necessários para a compreensão das seções posteriores. A seguir, foram abordados os métodos tradicionais de análise de investimento, os quais estão divididos em métodos determinísticos e métodos probabilísticos.

## **2.7 Métodos Estocásticos**

Modelos matemáticos que descrevem sistemas probabilísticos são chamados de estocásticos. Um processo estocástico é um conjunto de variáveis randômicas ordenadas no tempo, definidas sobre um espaço de amostragem comum. O conjunto de todos os possíveis valores que estas variáveis randômicas podem assumir é chamado de espaço de estado. Um processo estocástico discreto é descrito pelo conjunto  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , caso o conjunto for  $\{X_t/t \leq 0\}$ , então, tem-se um processo estocástico contínuo (KELTON; LAW, 2001; BITTENCOURT, 2012).

Os sistemas mais complexos, no mundo real, com elementos estocásticos, não podem ser precisamente descritos por um modelo matemático que possa ser avaliado analiticamente. Neste caso, a simulação estocástica fornece saídas aleatórias e deve, por isso, ser tratadas como somente uma estimativa das características do modelo.

### **2.7.1 Árvore de Decisão**

Uma abordagem que considera a incerteza e a possibilidade de decisões posteriores por parte da gerência é a análise por de árvores de decisão (DTA - *Decision Tree Analysis*). A DTA ajuda a gerência a estruturar o problema de decisão, mapeando o contingente de ações gerenciais possíveis, em todos os estados da natureza, de forma hierárquica. De acordo com Magee (1964), a árvore de decisões é um meio de mostrar graficamente uma decisão de

investimento e de expor a interação entre a decisão presente e as possíveis decisões futuras e suas consequências.

Casarotto Filho e Kopittke (2000, p. 217) definem árvore de decisão como uma maneira gráfica de visualizar as consequências de decisões atuais e futuras, apurando, ainda, a ocorrência de eventos aleatórios. A árvore de decisões possibilita ao investidor uma visão geral do investimento, reduzindo os possíveis riscos inerentes a um projeto, evidenciando, também, as opções, as vantagens financeiras intrínsecas às diversas ações que podem ser estrategicamente definidas.

Essa metodologia é adequada e útil para analisar decisões de investimento sequenciais e complexas. Para Pamplona e Montevechi (2005), a árvore de decisão permite um controle eficiente de alguns problemas de investimentos sujeitos a risco.

Para Assaf Neto (2002, p. 343), “as decisões das empresas apresentam um caráter sequencial, em que uma decisão tomada hoje exige novas decisões no futuro.” A Árvore de Decisão destaca as possíveis estratégias de ação e leva o dirigente a reconhecer as interdependências entre a decisão inicial e as decisões seguintes.

O modelo da árvore de decisão é um método que oferece condições de identificar e captar o valor da flexibilidade, tomando como parâmetro os diversos cenários possíveis e suas probabilidades de ocorrência (COPELAND e ANTIKAROV, 2001).

Esse processo permite representar, num formato gráfico, um fluxo monetário, que depende de decisões sequenciais ao longo do tempo. Trigeorgis (1996) ressalta que a análise por Árvore de Decisão é bem apropriada, quando as decisões de incerteza são discretas no tempo, sendo bem adequado para a análise de investimentos sequenciais.

Para Magee (1964), o método de análise pelas árvores de decisões, tem grande valor para representar as informações de forma sistemática, o que leva a melhores decisões. Deste modo, ajuda a gerência a determinar qual alternativa, em qualquer ponto de escolha, fornecerá o maior ganho financeiro esperado, dadas as informações e alternativas pertinentes para a decisão.

Mason e Merton (1985), Kemna (1993), Brealey e Myers (1998) destacam, como limitação das Árvores de Decisões, a ineficiência na determinação das taxas requeridas de retorno, que, a princípio, são diferentes em cada opção da árvore, devido às probabilidades distintas.

### **2.7.2 Análise de Cenários**

Segundo Costa (2002), cenário é um conjunto coerente e consistente de hipóteses ou premissas, que pode ocorrer, tanto de forma quantitativa, quanto qualitativa, sobre as características, condições ou atributos considerados plausíveis e que sejam dominantes no ambiente externo e futuro de um empreendimento. Para Oliveira (1999) e Cavalcanti (2001), cenários são interações entre projeções variadas de tendências históricas e postulações de eventos específicos; histórias de como o mundo poderá se transformar no futuro. Prever essas transformações pode ajudar a reconhecer e adaptar diferentes aspectos de mudanças nas empresas e organizações.

A metodologia de análise de cenários, para Minardi (2000), incide no valor do projeto como fruto da média ponderada de vários cenários traçados, devendo ser estimada uma probabilidade para cada cenário. Apesar de ser um modelo bastante utilizado na prática, é cercado de grande subjetividade, tendo em vista a dificuldade de estimar todos os cenários possíveis e as suas probabilidades de ocorrência.

A análise de cenários também pode ser elaborada por meio do cruzamento de informações dos ambientes externo e interno das empresas, criando cenários que, usualmente, se apresentam sob os pontos de vista otimista, realista e pessimista. Tavares (1991) estima, ainda, a classificação das forças ambientais, segundo a natureza de suas influências, como as sociais, as econômicas, as tecnológicas e as políticas. Neste sentido, Vasconcellos Filho e Pagnoncelli (2001) recomendam a necessidade de identificar, dentre os cenários traçados, aquele que será referência, o qual permitirá visualizar as mudanças mais importantes que poderão ocorrer nos demais ambientes.

Entre as críticas sobre a utilização dessa técnica, Assaf Neto (2002) reconhece a impossibilidade de se prever todos os cenários possíveis, além de que a probabilidade considerada de ocorrência de cada cenário se constitui de uma parcela de subjetivismo.

### **2.7.3 Análise de Sensibilidade**

A análise de sensibilidade é um método de tratamento de incertezas em projetos, o qual analisa as variáveis-chave que afetam o VPL dos fluxos de caixa do projeto, sendo as mais consideradas os custos; as taxas de desconto; e a agilidade nos processos produtivos. Os benefícios também são variáveis, como o preço de venda e a demanda, que são utilizados na

busca de respostas sobre quais grandezas, e o projeto é mais sensível ao se alterar, isoladamente, cada um dos parâmetros de entrada. A análise de sensibilidade é um estudo de premissas para identificar de forma qualificada a variabilidade diante das incertezas externas e internas de um projeto (ROSS, WESTERFIEL e JAFFE, 2007).

Na afirmação de Marchetti (1995), a análise de sensibilidade é um procedimento útil para identificar as variáveis que apresentam importantes efeitos sobre o retorno. Para Assaf Neto (2002), a análise de sensibilidade é uma metodologia de avaliação de risco que revela em quanto o resultado econômico, em particular, o VPL de um investimento, se modificará diante de alterações em variáveis estimadas dos fluxos de caixa. Porém a análise se limita a dar alguma indicação do efeito sobre as medidas de desempenho, mas é limitada no montante de informações que fornece para uma adequada decisão. Segundo Sanvicente (1997, p. 68), acredita-se que “se deve utilizar a análise de sensibilidade quando se pretende levar em conta o fator incerteza na avaliação de alternativas de investimento, por meio da distribuição de probabilidade do fluxo de caixa do projeto”.

Para Ross, Westerfiel e Jaffe (2007, 177), “ao se utilizar a técnica, verifica-se o quão sensível é a variação do VPL a uma variação de um dos componentes do fluxo de caixa”. Admite-se que os fluxos de caixa passem a ser variáveis aleatórias, e a dispersão dos possíveis valores de cada item do fluxo de caixa, em relação ao valor esperado, é relevante.

Uma vez que não se tem controle dos acontecimentos futuros, mudanças nas principais estimativas referentes ao investimento, são passíveis de provocar alterações no valor do VPL do projeto, que podem reverter a posição de se investir. Portanto, a análise de sensibilidade pode ser considerada um procedimento que indicará em quanto o VPL mudará, mediante os efeitos das variações de uma estimativa pertinente dos fluxos de caixa de investimento.

Com relação às críticas a esse método, destacam-se as informações de Kazay (2001), para o qual esse método envolve alguns inconvenientes que afetam a análise, dentre eles, a dificuldade em estabelecer a sensibilidade cruzada, isto é, investigar o efeito para mais de uma incerteza, além do fato de que a sensibilidade mede incertezas em termos de custos de operação. Essa crítica é pertinente, porque esse tipo de análise não examina um plano de expansão combinando as incertezas, nem possibilita a introdução de novas informações de prospecção ou redução de demanda.

#### 2.7.4 Simulação de Monte Carlo

O método foi desenvolvido, originalmente, para o projeto Manhattan, durante a Segunda Guerra Mundial, e é creditado ao matemático Stanislaw Ulam, ao trabalhar com John Von Newman e Nicholas Metropolis. Uma forma de investigação que se baseia no uso de números fortuitos e estatística de probabilidade, em um processo estocástico, para cada variável crucial do projeto, simulando os resultados das saídas possíveis (MOORE;WEATHERFORD, 2005).

Um dos primeiros estudos envolvendo a Simulação de Monte Carlo, na avaliação de investimentos, data de 1964, por David B. Hertz, com a publicação do artigo *Risk Analysis in Capital Investments*, segundo Pamplona e Montevechi (2005).

O comportamento aleatório/randômico da simulação assemelha-se ao dos jogos dos cassinos de Monte Carlo. O método prevê quais resultados poderá assumir, mas não qual será o próximo resultado. De tal modo, as ferramentas computacionais selecionam, aleatoriamente, os dados de entrada, dentro de uma distribuição de probabilidades definida inicialmente, obtendo os dados de saída. Essa simulação é repetida tantas vezes quanto se deseje.

O método de Monte Carlo vale-se de amostras aleatórias repetidas das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis primárias decisivas do projeto, para obter distribuições de probabilidade ou perfis de risco do VPL de uma dada estratégia de gerência (TRIGEORGIS, 1996).

Trigeorgis (1996) e Brealey e Myers (1998) asseveram que o método, normalmente, segue as seguintes etapas principais: Inicialmente, efetua-se a construção do modelo do projeto, que consistem em modelar, por meio de um conjunto de equações matemáticas, todas as variáveis primárias que sejam relevantes ao projeto, devendo abranger a descrição das interdependências entre as variáveis, mediante diferentes períodos de tempo.

A especificação das probabilidades consiste em determinar as distribuições de probabilidade para cada uma das variáveis prioritárias, quer seja por meio subjetivo ou por histórico de dados empíricos. Após a simulação, deve-se proceder à Análise de Sensibilidade, para determinar quais variáveis são importantes e quais não são.

Em seguida, para a simulação dos fluxos de caixa, faz-se a retirada de uma amostra aleatória da distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis primárias essenciais, permitindo o cálculo dos fluxos de caixa líquidos para cada período. Isso torna possível a

determinação do VPL para a amostra.

O processo é diversas vezes, sendo armazenado, para cada repetição, o fluxo de caixa resultante ou o VPL da amostra, até que, finalmente, uma distribuição de probabilidade para os fluxos de caixa do projeto ou para o VPL possa ser gerada.

As principais vantagens de Monte Carlo sobre outros métodos numéricos é a possibilidade de calcular o erro da estimativa, sendo este independente da estimativa e da dimensão do problema.

Embora o método de Monte Carlo possa manipular problemas de decisão complexos sob incerteza, com um número grande de variáveis de entrada e interações, esse método apresenta limitações, como a dificuldade de capturar, correta e imparcialmente, todas as interdependências inerentes às distribuições de probabilidade.

Dias (1996) ressalta que essa técnica é apenas uma ferramenta de simulação de probabilidades, e não é uma ferramenta de otimização, sob a incerteza de que apresente um indicador de tomada de decisão. Por isso, usar essa ferramenta para determinar taxas de desconto, com o objetivo de tomar uma decisão ótima em ambiente de incerteza, é, no mínimo, uma compreensão inadequada dessa técnica e de suas possibilidades.

Para Marks (2002), a Simulação Monte Carlo possibilita várias alternativas de ocorrências para fornecer uma distribuição de probabilidades que serve para a análise de decisão. Contudo ainda não existe uma regra para traduzir esse perfil em decisões de ação.

Outra desvantagem da técnica é que o erro é inversamente proporcional ao tamanho da amostra, melhores estimativas requerem maiores amostras e, conseqüentemente, um maior esforço computacional. O método também assume que o projeto tem uma vida fixa e não inclui uma flexibilidade gerencial.

Boyle (1977) foi um dos primeiros a usar a simulação de Monte Carlo para valorizar opções. Porém “o método Monte Carlo deveria mostrar-se mais valioso em situações onde é difícil, se não impossível, proceder usando uma abordagem mais precisa” (BOYLE, 1977, p.335).

Na análise de investimentos com a utilização de opções reais, sua aplicação descarta a necessidade de escrever equações diferenciais e permite a simulação direta dos processos estocásticos de várias fontes de incerteza simultaneamente – o que se torna ainda mais útil em problemas de maior complexidade. O método, em conjunto com o conceito de neutralidade ao

risco, possibilita obter o valor da opção a partir de uma regra de exercício determinada.

Para Luenberger (1998), é amplamente utilizado em cálculo de valor das opções, porém limitado para opções europeias, representa, também, uma abordagem que pode acomodar retornos e processos estocásticos complexos, podendo ser usado quando o retorno depende de alguma função de toda a trajetória seguida por uma variável, e não apenas de seu valor final.

Na tentativa de suprir as limitações da metodologia tradicional e possibilitar análises de investimentos mais inequívocas, passou-se a recorrer a teoria das opções reais. Essa metodologia não visa a substituir as ferramentas tradicionais, mas, sim, complementá-las a partir da valoração das flexibilidades dos projetos. Isto ocorre, conforme Brasil (2002, p.130), “através de modelos que consideram o efeito conjunto da volatilidade, taxa de juros e data da maturação dessas oportunidades”. Além disso, integra finanças e estratégia, propiciando uma avaliação mais acurada de projetos que seriam subestimados e até mesmo rejeitados pela metodologia tradicional (MARTINS, 2005).

A seguir, apresenta-se, no Quadro 2, o resumo dos métodos estocásticos de análise de investimento, sem flexibilidade gerencial.

Quadro 2: Métodos estocásticos de análise de investimento

<b>Método</b>	<b>Definição</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Desvantagem</b>
<b>Árvore de decisão</b>	Consiste em um meio de mostrar graficamente uma decisão de investimento e de expor a interação entre a decisão presente, e as possíveis decisões futuras e suas consequências.	Visão geral do investimento; Capta o valor da flexibilidade gerencial; Analisa decisões de investimento sequenciais e complexas; Utiliza-se de processo probabilístico.	Ineficiência na determinação da TMA; TMA diferentes em cada nó da árvore de decisão;
<b>Análise de cenários</b>	Avaliar o impacto de várias circunstâncias/cenários nos retornos da empresa, considerando os dados históricos e as projeções futuras.	Antecipação de um conjunto de fatores de risco; Avalia o impacto/ retorno para cada probabilidade de cenário.	Subjetividade intrínseca ao método; Impossibilidade de se prever todos os cenários possíveis; Subjetividade na determinação da probabilidade de ocorrência de cada cenário

<b>Método</b>	<b>Definição</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Desvantagem</b>
<b>Análise de Sensibilidade</b>	Analisa as variáveis-chave que afetam o VPL dos fluxos de caixa do projeto, utiliza inúmeros valores possíveis para uma dada variável. Quantifica a sensibilidade dos resultados em relação às mudanças em uma variável de entrada, mantendo os outros fatores constantes.	Utiliza-se de processo probabilístico para a distribuição dos fluxos futuros;  Avalia a quais variáveis o projeto está mais suscetível às variações em seu retorno.	Limita-se ao montante de informações/variáveis que se fornece para uma dada decisão ou equação;  Dificuldade em estabelecer a sensibilidade cruzada.
<b>Simulação de Monte Carlo</b>	Utiliza amostras aleatórias repetidas das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis primárias de decisivas do projeto, para obter distribuições de probabilidade ou perfis de risco do VPL de uma dada estratégia gerencial.	Possibilita o cálculo do erro da estimativa;  Manipula problemas de decisão complexos sob incerteza, com múltiplas variáveis de entrada e interações;  Considera todas as combinações possíveis na distribuição probabilística dos perfis de risco analisados.	Dificuldade de capturar, correta e imparcialmente, todas as interdependências inerentes às distribuições de probabilidade;  O resultado da simulação é um perfil de risco do VPL em vez de um perfil de risco dos fluxos de caixa intermediários

Fonte: Autor

Julga-se que os métodos anteriormente apresentados, apesar de considerarem a análise de investimento como uma resultante de variáveis probabilísticas, deixam de considerar as flexibilidades estratégicas que se apresentam durante o período de exercício de um projeto. Nos próximos tópicos, busca-se apresentar de que modo a incorporação da flexibilidade pode afetar o valor do investimento.

## 2.8 A Incorporação do Risco e da Flexibilidade nas Análises de Investimento

No contexto métodos de análises da apreciação de investimentos, considerar o valor de um projeto com base unicamente nos tradicionais resulta na não apreciação das variáveis de um cenário altamente mutável e, nem sempre, conduz à melhor solução estratégica (DIXIT e PINDYCK, 1994). Para acompanhar estas mudanças, necessita-se que haja ferramentas de análise que permitam captar o valor das alternativas que surgem ao longo da implantação de um investimento, capazes de manter a empresa em sintonia com o mercado.

Para Brasil (2002, p. 129), “existem algumas limitações com relação aos métodos tradicionais de investimento que podem ser trabalhadas por um modelo complementar, no



entanto, não excludente.” Os problemas e as limitações dos métodos tradicionais de avaliação dos projetos de investimento fizeram com que os profissionais e acadêmicos da área de finanças buscassem novos métodos de avaliação.

Minardi (2000, p.75) observa que “a flexibilidade gerencial ou as formas de adaptação às mudanças do ambiente empresarial nada mais são que uma série de opções reais”. Nas últimas décadas, surgiu uma nova técnica de avaliação, chamada de Teoria das Opções Reais, baseada na incorporação das opções reais, cuja abordagem tem o potencial de avaliar o projeto proveniente de uma administração ativa e das suas interações estratégicas (TRIGEORGIS, 1996).

Nesse âmbito, eis que a Teoria de Opções Reais é exequível para a análise de investimento, sendo este tema explorado no próximo Capítulo desta dissertação, juntamente com alguns conceitos fundamentais para o seu entendimento.

### 3. TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

Myers (1977) relacionou os conceitos de opções financeiras de Black e Scholes (1973) aos investimentos reais, chegando à teoria das “Opções Reais”. Brealey e Myers (1998) afirmam que todas as decisões de investimentos giram em torno de duas opções, investir ou não investir.

#### 3.1 Histórico do Modelo de Opções

A Bíblia (Livro de Gênesis, 27) é responsável pelo mais antigo relato de uso de opções, narrando a fuga de Jacó para se livrar da ira de seu irmão gêmeo Esaú. Sua mãe recomendou-lhe que fosse para a casa do seu irmão Labão, em Padã-Arão. Lá, Jacó trabalhou durante um ano sem remuneração. Decorrido esse tempo, Labão indagou-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” (OPTIONS INSTITUTE, 1999).

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, mas não a obrigação, de desposar Raquel.

O escritor luso Camões (1595), em seu soneto “Sete anos de pastor Jacob servia”, faz uma explícita referência ao episódio Bíblico supracitado.

Sete anos de pastor Jacob servia  
Labão, pai de Raquel, serrana bela;  
Mas não servia ao pai, servia a ela,  
E a ela só por prêmio pretendia.

Os dias, na esperança de um só dia  
Passava, contentando-se com vê-la;  
Porém o pai, usando de cautela,  
Em lugar de Raquel lhe dava Lia.

Vendo o triste pastor que com enganos  
Lhe fora assim negada a sua pastora,  
Como se a não tivera merecida;

Começa de servir outros sete anos,  
Dizendo: - Mais servira, se não fora  
Para tão longo amor tão curta a vida!

Segundo Copeland e Antikarov (2001), 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 uma farta colheita de azeitonas naquele ano, assim, pegou todas as suas economias e negociou junto aos proprietários de prensas de azeite o direito de usar as prensas para a produção de óleo de oliva, na época da colheita, pelo prazo habitual, mediante pagamento imediato. Desta maneira, caso a colheita de olivas se confirmasse ser muito boa, existiria um ágio para que se pudesse utilizar das prensas e, então, o filósofo lucraria com a opção de usar os equipamentos por um preço pré acertado menor. A safra superou as expectativas, e o filósofo cobrou dos interessados em extrair o azeite o preço de mercado, que era então definido pela demanda, e fez fortuna. Esses são os registros históricos mais antigos de um contrato de opção real.

### **3.2 Opções Financeiras**

De acordo com Hull (1998), a partir de 1973, quando as opções de ações foram, inicialmente, negociadas em bolsa de valores, os mercados de opções cresceram significativamente, surgindo uma demanda crescente por técnicas para uma avaliação mais exata do seu valor.

As opções financeiras se constituem como um dos tipos de instrumentos de derivativos transacionados no mercado. Esses ativos, por si sós, não possuem um valor efetivo, o valor depende ou deriva de outros títulos, sendo o seu preço condicionado à incerteza do valor do ativo subjacente a que representa, como, por exemplo: preço das ações, índices de ações, taxas de juros, taxas de câmbio e commodities, (HULL, 1998). Para analisar os ativos de derivativos, usa-se a teoria das opções, que tem por característica dar ao detentor da opção o direito, mas não a obrigação, de comprar ou vender esse título por um preço pré-fixado em uma data futura – preço de exercício. O detentor opta por exercer ou não o seu direito, de acordo com o seu interesse. Nessa modalidade, comumente, as opções exigem um pagamento antecipado, denominado de prêmio, que tem por finalidade refletir o valor de sua flexibilidade.

O valor desse prêmio é bem inferior, se comparado ao do próprio ativo subjacente, do qual a opção foi derivada ou a que foi associada. O mercado de opções permite que o investidor alavanque sua posição em um ativo específico, além de possibilitar um aumento no retorno sobre o investimento inicial. Esse retorno também é maximizado, quando existirem

incertezas associadas ao ativo subjacente.

As opções dão ao investidor o melhor dos mundos: a possibilidade de evitar apenas os cenários que acarretem resultados negativos, desfrutando, todavia, dos cenários que lhe trazem resultados favoráveis. Para obter essa vantagem, o comprador deverá pagar antecipadamente um preço (no caso, o prêmio) que, na prática, representa o custo de eliminação do cenário desfavorável, (FORTUNA, 1999).

O mercado de opções negocia os direitos de compra ou venda, mas não as ações diretamente, de forma que o valor do prêmio é o resultado das forças de oferta e procura por esses direitos, alterando-se de acordo com a oscilação do preço da ação no mercado à vista. Após o vencimento, caso a opção não tenha sido exercida, o titular perde integralmente o valor aplicado no prêmio. A relação entre o preço corrente de um ativo e o seu preço de exercício pode ser estabelecida de três formas distintas: (1) *in-the-money*, quando o valor intrínseco da opção é maior que zero, o que torna interessante o exercício da opção; (2) *out-of-the-money*, quando o valor inerente à opção é menor que zero e, por isso, a opção não será exercida; e (3) *at-the-money*, quando o valor da opção é igual a zero. Em outras palavras, uma opção de compra só será exercida quando o preço de mercado for superior ao preço de exercício da opção, e o investidor estará ganhando apenas quando a soma do valor intrínseco e o valor atual do prêmio pago, quando da aquisição da compra, forem superiores ao preço de exercício. Analogamente, uma opção de venda somente será exercida, caso o preço de mercado seja inferior ao preço de exercício.

Segundo Hull (1998), há dois tipos básicos de opções financeiras: a opção de compra ou *Call* e a opção de venda ou *Put*. A opção de compra proporciona ao seu titular o direito de comprar um ativo em determinada data por um preço préfixado, chamado preço de exercício. Em contraste, o detentor de uma opção de venda possui o direito de vender um ativo, em certa data, por um preço determinado.

Ainda segundo Hull (1998), as opções financeiras são, geralmente, classificadas de acordo com a sua possibilidade de exercício antecipado. Enquanto as opções europeias só podem ser exercidas na sua data de vencimento, as opções americanas podem ser exercidas em qualquer momento até seu vencimento.

A avaliação de opções europeias apresenta-se como uma tarefa bastante simples, quando comparada à avaliação de opções americanas (FARIAS FROTA, 2003). Uma vez que as opções europeias só podem ser exercidas nas suas respectivas datas de vencimento, apenas o conhecimento do preço final do ativo é necessário para que elas sejam avaliadas. Em 1973, Black e Scholes desenvolveram uma solução analítica para a avaliação de opções de compra

do tipo europeia. Para as opções de natureza mais complexa, como as opções americanas, soluções analíticas são difíceis e trabalhosas e requerem alto poder computacional, necessitando de desenvolvimento de técnicas para tornar a avaliação desses derivativos mais amigáveis.

Dentre os primeiros modelos desenvolvidos para a avaliação de opções americanas, destaca-se o modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979). A grande vantagem deste modelo é a sua capacidade em avaliar a possibilidade de exercício antecipado das opções americanas, fornecendo uma aproximação eficiente do seu valor. A maior deficiência do modelo binomial reside na hipótese de que o preço do ativo objeto é o único fator a ser considerado aleatório na análise. Segundo Stentoft (2004), esta não é uma suposição válida, entretanto, sabe-se que a solução do problema se torna, computacionalmente, inviável, à medida que cresce o número de fatores estocásticos considerados, isso ocorre porque a dimensão do problema cresce exponencialmente com o número desses fatores.

A utilização de técnicas de simulação para avaliar opções financeiras surgiu a partir dos trabalhos de Boyle (1977), como uma alternativa à utilização do método binomial. Essas técnicas ganharam popularidade devido a características como flexibilidade, transparência e simplicidade do processo, tornando o processo de avaliação independente da quantidade de variáveis de estado e dos respectivos processos estocásticos empregados. Além disso, do ponto de vista prático, a simulação permite o uso da computação em paralelo, possibilitando ganhos de eficiência e desempenho (NASCIMENTO, 2005).

A descrição da terminologia de opções, de acordo com Minardi (2004) e Ross, Westerfield e Jaffe (2007), é expressa a seguir:

Exercício da opção: é o ato de comprar ou vender o ativo a que a opção se refere, por meio de um contrato de opção;

Preço de Exercício (“*exercise price*” ou “*striking price*”): é o preço fixado no contrato da opção, pelo qual o titular pode comprar ou vender o ativo-objeto;

Data de expiração ou de vencimento (*expiration date, exercise date ou maturity*): é a data após a qual uma opção não existe mais, ou expira. No caso de opções ditas Americanas, o exercício da opção pode ser realizado a qualquer momento após sua aquisição até a data de vencimento. No caso das opções denominadas Europeias, o exercício só pode ser realizado na data de vencimento.

### 3.2.1 Opção de Compra (*Call Option*)

Para Fernandes e Santos (2001), Minardi (2004), Fortuna (2005), e Ross, Westerfield e Jaffe (2007), o modelo de opção de compra possibilita ao detentor da ação o direito, mas não a obrigação, de adquirir um ativo em determinado período, por um preço préfixado. Esta modalidade de opção é representada pela equação 13, para a avaliação do capital investido:

$$CT = \text{Max} (ST - X, 0) \quad (13)$$

Em que:

$CT$  = Valor da opção

$T$  = Data do vencimento

$S$  = Preço do ativo objeto

$X$  = Preço do exercício

A característica dessa opção é que o investidor adquire o direito de exercê-la ou não, mediante o pagamento antecipado de um valor previamente contratado, para o futuro, na data do vencimento  $T$ , pelo valor do preço do exercício  $X$ . Como o investidor possui o direito, mas não a obrigação de executar o negócio, conforme descrito a seguir, duas alternativas se apresentam.

Primeiramente, se o preço do ativo subjacente  $ST$  for maior que o preço do exercício  $X$ , o titular da opção exerce o seu direito, comprando a opção por um valor menor que o estabelecido pelo mercado, e desconta-se o valor inicial pago para exercer essa modalidade de contrato. O investidor obtém o valor máximo da opção, que varia entre  $(ST - X)$  e zero (0).

Em segundo lugar, se o preço do ativo subjacente  $ST$  for menor ou igual ao preço do exercício  $X$ , o investidor não exerce o seu direito de adquirir a opção, perdendo apenas o valor inicialmente contratado para exercer a opção.

### 3.2.2 Opção de Venda (*Put Option*)

Ainda segundo Fernandes e Santos (2001), Minardi (2004), Fortuna (2005), e Ross, Westerfield e Jaffe (2007), a opção de venda permite ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de vender um ativo em determinado período, a um preço préestabelecido. Esta modalidade de opção, como forma de avaliação, é apresenta pela equação 14.

$$PT = \text{Max} (X - ST, 0) \quad (14)$$

Em que:

$PT$  = Valor da opção

$T$  = Data do vencimento

$ST$  = Preço do ativo objeto

$X$  = Preço do exercício

Quanto à opção de venda, o investidor adquire o direito de exercê-la ou não, vendendo a opção, mediante o recebimento antecipado de um valor contratado para o futuro, ou, na data do vencimento  $T$ , negociar o bem ao preço do exercício  $X$ .

Duas possibilidades podem ocorrer, por um lado, se o preço do ativo subjacente  $ST$  for menor ou igual ao preço do exercício  $X$ , o investidor exerce o direito de vender a opção, recebendo mais pelo valor do bem do que ele realmente vale, obtendo o máximo da opção, que varia entre  $(X - ST)$  e zero (0);

Por outro lado, se o preço do ativo subjacente  $ST$  for maior que o preço do exercício  $X$ , o investidor não exerce o seu direito de vendê-la por um valor contratado menor que o estabelecido pelo mercado, perdendo o valor da contratação da opção.

Alguns aspectos técnicos são levados em consideração ao se relacionar as opções financeiras com as opções reais, destacando-se, entre eles, as formas como são concebidas. As opções financeiras originaram-se de ativos de derivativos, e as reais se reportam aos ativos reais. Contudo ambas buscam captar o valor da flexibilidade das opções de decisões de investimento.

A Quadro 3 sintetiza as variáveis e de seus efeitos previsíveis sobre os preços de opções de compra e venda.

Quadro 3: Impacto dos fatores sobre o valor de compra e venda

<b>Fator</b>	<b>Efeito sobre o valor da Call</b>	<b>Efeito sobre o valor da Put</b>
<b>Aumento do valor do ativo subjacente (<math>S</math>)</b>	Aumenta	Diminui
<b>Aumento do preço de exercício (<math>X</math>)</b>	Diminui	Aumenta
<b>Aumento da volatilidade (<math>\sigma</math>)</b>	Aumenta	Aumenta
<b>Aumento do tempo até o termino do prazo (<math>T</math>)</b>	Aumenta	Aumenta
<b>Aumento das taxas de juros (<math>r</math>)</b>	Aumenta	Diminui
<b>Aumento dos dividendos pagos (<math>D</math>)</b>	Diminui	Aumenta

Fonte: Damodaran (2002, p.348)

As opções, como já citado, podem ser classificadas de acordo com o preço de exercício e o preço à vista do ativo-objeto observado no momento, conforme a Quadro 4.

Quadro 4: Classificação das series de opções em relação ao preço de exercício

<b>Classificação</b>	<b>Opção de Compra (Call Option)</b>	<b>Opção de venda (Put Option)</b>
Dentro do dinheiro ( <i>In the money</i> )	Preço do ativo-objeto é maior que o preço de exercício	Preço do ativo-objeto é menor que o preço de exercício
No dinheiro ( <i>At the Money</i> )	Preço do ativo-objeto é igual ao preço de exercício	Preço do ativo-objeto é igual ao preço de exercício
Fora do dinheiro ( <i>Out-of-the-money</i> )	Preço do ativo-objeto é menor que o preço de exercício	Preço do ativo-objeto é maior que o preço de exercício

Fonte: Moraes (2006, p. 29).

No Brasil, a principal bolsa que negocia opções de ações é a Bolsa de Valores de São Paulo - Bovespa, e as opções de commodities, como ouro, café e outras são negociadas na Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo - BM&F.

### 3.3 Opções Reais

Como abordado no início deste capítulo, a expressão Opções Reais foi, inicialmente, utilizada por Myers (1977), criando uma nova abordagem para a análise de investimentos. Em seus estudos, descreveu a analogia entre as oportunidades de expansão de uma empresa e a precificação de contratos de opções de compra financeiros, desenvolvidos por Black, Merton e Scholes em 1973.

Segundo Copeland e Antikarov (2001), uma opção real é o direito de empreender uma ação, podendo o detentor desta diferir, expandir, contrair ou abandonar o projeto, a um custo predeterminado, que se denomina preço de exercício, por um período preestabelecido – a vida da opção. O termo foi cunhado para essa aplicação, em que 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.). A opção real reflete, então, as várias alternativas de investimento de um projeto de investimento de capital.

Um dos pontos chave da avaliação por opções reais, por definição, está centrado no direito de empreender uma ação. Este direito diz respeito à flexibilidade gerencial existente na maioria das empresas.

A aplicação dos conceitos de opções para ativos reais tem sido uma importante e



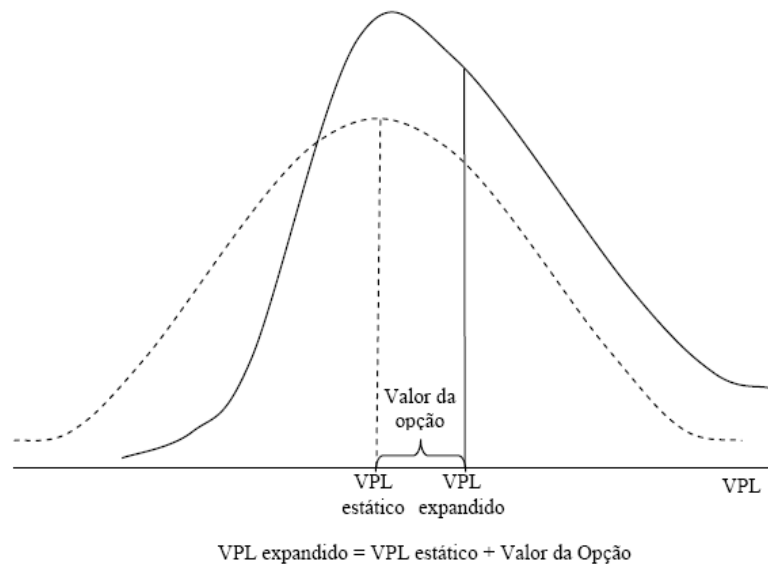
interessante área em desenvolvimento na teoria e na prática de finanças. Ela tem revolucionado a maneira como acadêmicos e tomadores de decisão pensam sobre projetos de investimento ao incorporar de forma explícita a flexibilidade gerencial nas análises. (Schwarz e Trigeorgis, 2001, 1).

A discrepância entre a teoria financeira tradicional e a realidade das empresas sugere que a gerência se adapta a novas situações não previstas, inicialmente, na construção de um fluxo de caixa de um projeto.

Projetos que podem ter a decisão de investimento prorrogada, a fim de se beneficiar de informações disponíveis no futuro ou que possuam outras opções embutidas, envolvem um custo de oportunidade de investimento que deve ser levado em consideração. A não inclusão desse custo de oportunidade no processo de avaliação pode levar a decisões de investimento imperfeitas.

Segundo Teixeira (2007), a flexibilidade pode agregar um valor significativo ao projeto, principalmente em casos em que haja uma grande incerteza em relação ao fluxo de caixa futuro, permitindo tomar ações em resposta a alterações de mercado. Podem-se aproveitar condições ambientais favoráveis e elevar o valor presente dos fluxos de caixa esperados do projeto, pelo exercício do direito de ação. Em condições desfavoráveis de incerteza, a gerência opta por medidas que minimizem as perdas, como a redução de escala, a interrupção ou o abandono do projeto. Essa flexibilidade gerencial introduz uma assimetria na distribuição de probabilidades do valor presente líquido de um empreendimento. Desta forma, pode-se citar que um projeto possui um valor expandido que corresponde à soma do seu VPL estático e o valor da opção adicionado pela possibilidade de adaptabilidade estratégica dos projetos (TRIGEORGIS e MASON, 1987).

A Figura 2 mostra, graficamente, o comportamento da distribuição de probabilidade do VPL, quando é introduzida a flexibilidade gerencial.



Fonte: Trigeorgis, 1996

Figura 2: Assimetria na distribuição de probabilidades

A curva de probabilidades tracejada registra a distribuição dos valores esperados do Valor Presente Líquido estático, indicando que essa distribuição, na ausência de flexibilidade, tende a ser simétrica. Já no gráfico de traço contínuo, a inclusão da flexibilidade, gerencial (por exemplo: a opção de abandono ou deferimento) pode reduzir os valores negativos esperados do VPL, causando uma assimetria na distribuição de probabilidades original.

Essa assimetria expande o valor esperado do VPL original, adicionando a este um prêmio pela flexibilidade gerencial, Como demonstrado pela equação 15.

$$VPL \text{ Expandido} = VPL \text{ estático} + \text{Prêmio da Opção} \quad (15)$$

A incerteza não deve ser vista como um aspecto negativo no processo decisório. Para Amran e Kulatilaka (2000), a incerteza cria oportunidades, e, nesta condição, uma gerência ativa cria valor ao investimento, ampliando as possibilidades de aferir ganhos maiores.

A empresa tomará decisões de investimento e operacionais com relação a um projeto, durante toda a vida deste. Ao avaliar um projeto hoje, supõe-se que as decisões futuras serão ótimas, contudo não se sabe, ainda, quais serão essas decisões, uma vez que grande parte das informações ainda está por ser descoberta (PASIN, MARTELANC e SOUSA, 2004).

Nota-se que a opção somente faz sentido em virtude da incerteza ou da falta de informação dos indivíduos. Se os fenômenos analisados pelas ciências da decisão ou finanças fossem determinísticos e seus agentes racionais, as preferências dos indivíduos convergiriam

para a alternativa que trouxesse maior satisfação, lucro ou prazer. Nesta condição, qualquer discussão sobre opção seria redundante (SIQUEIRA e SASSATANI, 1999).

De acordo com Dixit e Pindyck (1994), para existir uma opção real, são necessárias três condições básicas:

1. Irreversibilidade: o projeto é parcial ou totalmente irreversível, isto é, não é possível recuperar todo o investimento inicial, caso haja mudança de planos.
2. Incerteza: a respeito dos retornos futuros do investimento, o fluxo de caixa não é fixo e conhecido previamente.
3. Possibilidade de reavaliação: é possível postergar a ação para obter mais informações sobre o futuro.

Copeland e Antikarov (2001) ainda vinculam a utilização da técnica, quando o VPL do projeto está próximo de zero, se o valor presente do projeto for muito negativo, a flexibilidade, provavelmente, não será suficiente para viabilizar o projeto. Em casos de VPL altamente positivos, o projeto é aprovado mesmo sem a incorporação de opções na análise.

A valoração do prêmio da opção real é feita de maneira análoga às opções financeiras, e seu valor depende principalmente de cinco variáveis básicas, (COPELAND; ANTIKAROV, 2001, p.7):

1. Preço do Ativo Subjacente (S) em opções reais: é o valor de um projeto, um investimento de ativos reais. Distintamente das opções financeiras, o detentor de uma opção real pode afetar o valor do Ativo Subjacente e de todas as opções reais que dele dependem;
2. Preço de Exercício (X): é o montante investido para “exercer” a opção, se estiver “comprando” o ativo (opção de compra), ou o montante recebido, se estiver “vendendo” o ativo. A variação no Preço de Exercício altera o valor das opções;
3. Prazo de Vencimento das Opções (T): é o tempo desde a negociação até a oportunidade de exercício de a opção desaparecer. Quanto maior este tempo, maior o valor da opção;
4. Taxa de Juros (r): corresponde à taxa de juros que influencia no preço da opção. Quanto maior o valor dessa taxa, maior será o valor da opção;
5. Volatilidade ( $\sigma$ ): é a variação do valor do Ativo Subjacente, ou seja, o risco quanto

aos retornos proporcionados pelo projeto, ou investimento.

Os determinantes fundamentais do valor de uma opção, relacionando as variáveis ligadas às opções financeiras às opções reais, são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5: Comparação entre opções Financeiras e Opções Reais

<b>Opções Financeiras</b>	<b>Opções Reais</b>
<b>Valor do ativo-objeto ou ativo subjacente (S)</b>	O valor do projeto, investimento ou aquisição
<b>Preço de exercício (X)</b>	É o montante a ser investido para exercer a opção
<b>Tempo para o vencimento (T)</b>	Prazo limite para o exercício da opção
<b>Volatilidade do preço do ativo-objeto (<math>\sigma</math>)</b>	Valor das opções aumenta de acordo com o nível de risco do ativo subjacente e é calculado com base nos principais fatores de risco que afetam o ativo subjacente
<b>Taxa de juro livre de risco (r)</b>	Taxa de juros na qual o valor da ação é descontado a valor presente

Fonte: Hull (1998, p.170)

As razões de buscar técnicas que possam complementar a análise tradicional do Fluxo de Caixa Descontado é que, além desta metodologia ignorar possíveis flexibilidades gerenciais, não considera as características importantes das decisões de investimento verificadas na prática (DIXIT e PINDYCK, 1994).

Contudo, de acordo com Silva (2002), o modelo de avaliação por Opções Reais não substitui o método do VPL ou FDC, mas, sim, deve ser aplicado de forma complementar. Essa abordagem visa a incorporar e mensurar a flexibilidade ou as opções das decisões gerenciais que podem ser tomadas no futuro, à medida que as incertezas vão se concretizando.

A ferramenta de opções reais não representa apenas um número para a tomada de decisão de investimento. É, na verdade, uma poderosa extensão dos tradicionais modelos de fluxo de caixa, sendo uma metodologia eficiente para anexar e quantificar estratégia. De uma forma realista, garante uma avaliação contínua e sensível das decisões a serem tomadas, tanto sob o ponto de vista da administração, como do investidor. (SILVA, 2002, p. 4).

A figura 3, a seguir, corrobora que a análise por Opções Reais e por FCD deve ser vista como ferramenta complementar de auxílio à tomada de decisão. A primeira utilizada em situações de grande volatilidade e onde haja possibilidade de ações contingentes por parte da gerência, e a análise de fluxo de caixa descontado empregada em condições de baixa incerteza e pouca flexibilidade gerencial (MILLER e PARK, 2002).

Flexibilidade (capacidade de reagir)	Alta	Flexibilidade de valor moderado	Flexibilidade de valor alto
	Baixa	Flexibilidade de valor moderado	Flexibilidade de valor baixo
		Baixa	Alta
		Incerteza (Probabilidade de receber novas informações)	

FONTE: Copeland e Antikarov (2001) - Adaptado  
 Figura 3: Valor da Flexibilidade

As flexibilidades gerencias aliadas à incerteza incluem a possibilidade de esperar por novas informações antes de incorrer em investimentos irreversíveis, a possibilidade de novas estratégias e rumos durante a evolução do empreendimento, e ainda, quando o valor do investimento estiver mais relacionado a opções futuras de crescimento do que ao fluxo de caixa imediato do projeto (AMRAM; KULATILAKA, 1999).

No que se refere às técnicas numéricas, a contribuição de Trigeorgis (1996) é inegável, quando ressalta que, geralmente, há dois tipos de técnicas numéricas para avaliação de opções: a primeira aproxima o valor sobre o processo estocástico direto, e é, usualmente, mais intuitiva; já a segunda tem o resultado aproximado por equação diferencial parcial, sendo a simulação de Monte Carlo ou o processo binomial, ambos, aproximações do processo estocástico.

A TOR deve ser vista como ferramenta adicional no processo de tomada de decisão. A maior barreira à adoção da Teoria das Opções Reais parece ser a falta de modelo global, já que não há um método padronizado capaz de ser aplicado em toda e qualquer análise de investimento.

### 3.3.1 Analogia entre Opções Reais e Opções Financeiras

Myers (1977) foi o primeiro autor a defender que uma oportunidade de investimento deveria ser vista como uma opção. Uma opção, seja ela real ou financeira, é um contrato entre duas partes, que dá ao seu comprador um direito, mas não uma obrigação, de comercializar uma determinada quantidade fixa de determinado ativo a um preço estabelecido em\ou até uma data prefixada.

Segundo Copeland e Keenan (1998), Minardi (2000), Copeland e Antikarov (2001) e Minardi (2004), é possível fazer uma correspondência entre as características de um projeto analisado sob a óptica das opções reais e os pressupostos que definem o valor das opções financeiras, embora essa analogia não seja de todo perfeita:

1. Opções financeiras típicas têm vida curta (inferior a um ano para expiração, embora existam algumas warrants de 5 a 10 anos). Opções reais têm vida longa, podendo ser perpétuas em alguns casos;
2. Embora as opções financeiras possam ser exercidas antecipadamente (antes do vencimento), a análise desse exercício é secundária, pois, dada a vida curta da opção, o custo de não a exercê-la no momento ótimo não é significativo. Em opções reais, no entanto, a decisão de exercer antecipadamente uma opção ou de se adotar um projeto é crítica;
3. Os ativos-objetos de opções financeiras são comercializados em vários mercados e, como seus preços nunca serão negativos, a escolha dos processos aleatórios para a precificação do ativo objeto é mais limitada. Em opções reais, o ativo-objeto (projeto), geralmente, não é comercializado, e nada garante que seu valor não se torne negativo, o que pode implicar trabalhar com maior gama de processos aleatórios para o valor do ativo objeto;
4. Opções financeiras, em geral, envolvem uma única opção. Opções reais, usualmente, são compostas. As opções financeiras são, exclusivamente, de quem as possui, já as opções reais podem ser partilhadas com competidores. Por outro lado, ao contrário das opções sobre ações, as opções reais não são normalmente transacionáveis, e são, com frequência, 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”.

Outra diferença importante entre opções financeiras e reais, destacada por Copeland e Antikarov (2001, p. 113), é que “a maioria das opções financeiras é constituída de apostas secundárias. Elas não são emitidas pelas empresas cujas ações se alicerçam, mas por agentes independentes.” O agente que a lança não tem influência alguma sobre o preço dessas ações. No caso das opções reais, a gerência controla o ativo subjacente em que se alicerça a TOR. Com isso, alterações no valor do ativo real subjacente alteram o valor da opção.

Trigeorgis e Mason (1987) propõem utilizar um ativo financeiro gêmeo - *twin security*, altamente correlacionado no cálculo do valor da opção, e considerar esse fato ao interpretar os resultados. Na prática, o ativo gêmeo é utilizado em três situações: na análise de empreendimentos envolvendo recursos naturais, em razão da existência do mercado futuro; na avaliação de uma área de negócio, quando há uma empresa do mesmo setor com ações negociadas em bolsa; quando o projeto contribui, significativamente, para o valor de mercado da empresa, e pode-se utilizar a ação da própria empresa como ativo financeiro gêmeo.

Minardi (2004) ressalta que o ativo-objeto das opções reais, na maioria das vezes, não é comercializado no mercado, como consequência, existe dificuldade para montar uma carteira *hedge* que elimine as oportunidades de arbitragem, inviabilizando o conceito de ambiente neutro a risco, devendo adotar o valor do ativo sem flexibilidade como valor do ativo-objeto. Deste modo, deve o ativo ser tratado como se fosse negociado no mercado, pois este contribui diretamente com o valor de uma empresa com ações no mercado.

Para Copeland e Antikarov (2001), o valor do ativo real pode ser usado como ativo financeiro gêmeo, afirmam, ainda, que o valor do ativo real é perfeitamente correlacionado com ele mesmo e, por isso, é a melhor estimativa não tendenciosa do valor de mercado do ativo real, se este for negociado. Os autores propõem que se adote o valor presente do próprio projeto sem opções (flexibilidade), calculado pelo método do FCD tradicional, que é o melhor estimador não tendencioso do valor de mercado do projeto, caso ele seja negociado no mercado.

O Quadro 6 esboça um paralelo entre as variáveis básicas que determinam o valor das opções financeiras e seu correlativo nas opções reais:

Quadro 6: Variáveis das Opções Financeiras e seu correspondente nas Opções Reais

<b>Opção Financeira</b>	<b>Opção Real (Projeto de Investimento)</b>
<b>Preço do ativo subjacente (S)</b>	Valor presente dos fluxos de caixa do projeto
<b>Preço de exercício (X)</b>	Investimento inicial
<b>Tempo até o vencimento (T)</b>	Vida útil do projeto
<b>Volatilidade (<math>\sigma</math>) Taxas de juros (r)</b>	Valor do dinheiro no tempo (taxa de desconto )
<b>Volatilidade (<math>\sigma</math>)</b>	Incerteza sobre os fluxos de caixa do projeto

Fonte: Hull (1998, p.170)

Amram e Kulatilaka (1999, p.38) destacam, apesar da complexidade no cálculo das opções reais, a importância da mudança de cultura nas organizações, para possibilitar a aplicação dessa teoria, visto que em seus dizeres, a complexidade das ferramentas obscureceu o poder das ideias subjacentes. Acredita-se que o verdadeiro valor das opções reais não está nos resultados de fórmulas matemáticas, mas na modificação do pensamento dos executivos sobre investimento estratégico.

### 3.3.2 Conceitos Fundamentais a Teoria de Opções Reais

#### 3.3.2.1 Irreversibilidade, Incerteza e *Timing*

Para Dixit e Pindyck (1994), investimentos são o ato de incorrer em custos imediatos na expectativa de futuros ganhos. A maioria das decisões de investimento tem em comum importantes características que devem ser consideradas: irreversibilidade, a incerteza e o tempo - *timing*, bem como 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 cuidadosa dessas características que formam a base da teoria do investimento sob incerteza e são especificados a seguir.

Primeiramente, um projeto tem a característica de ser irreversível (*sunk cost*), não sendo possível, em caso de desistência, recuperar todo o montante empreendido. A maioria dos investimentos em projetos é total ou parcialmente irreversível, o exercício “agora” do investimento exclui a possibilidade futura de exercer a opção. Dixit e Pindyck (2001), afirmam que, quando uma empresa realiza um investimento irreversível, está, na verdade, matando uma opção, desistindo da possibilidade de aguardar novas informações que possam afetar positivamente seu valor.



Os investimentos específicos de uma empresa são, em grande parte, custos afundados. Desembolsos em propaganda, por exemplo, são específicos de cada firma e irre recuperáveis nesse sentido. Por sua vez, um investimento mal sucedido, em uma empresa específica, só teria possibilidade de ser recuperado pela venda da planta a outra firma de mesmo segmento, provavelmente, com um desconto, que se refere ao custo de oportunidade em adquirir essa planta e não uma outra.

No entanto investimentos não específicos de firmas são parcialmente irreversíveis. Computadores, automóveis e equipamentos de escritório, por exemplo, podem ser revendidos a diferentes empresas, mas a preços inferiores ao custo de reposição. O investimento em capital humano também é parcialmente irreversível, devido aos custos elevados de admissão, treinamento e demissão.

Assim, para Dixit e Pindyck (1994), a maioria do custo de investimento é um custo afundado. Logo, a irreversibilidade faz com que a espera tenha valor. Somente quando a probabilidade de insucesso é significativamente baixa é que o investimento irreversível deve ser feito. A espera é reversível, com exceção nos investimentos do tipo “agora ou nunca”.

A incerteza sobre o futuro é a segunda característica importante na decisão de investir, a qual não deve ser vista como um aspecto negativo no processo decisório. Para Amran e Kulatilaka (2000), a incerteza cria oportunidades de investimento, ampliando as possibilidades de atingir ganhos maiores. Tais oportunidades podem ser visualizadas como ações futuras a serem tomadas pela gerência da empresa, com vista a melhor aproveitar a conjuntura. Ações como: diferir, expandir, contrair, abandonar, criam valor ao projeto, pois limitam as possíveis perdas nos fluxos de caixa futuro.

A última questão estratégica a ser analisada deve ser quanto ao “*timing*” do investimento. A priori, todo investimento pode ser adiado, desde que seu custo de adiamento seja suplantado pelos benefícios gerados por adia-lo. Para projetos com cenários desfavoráveis, há possibilidade de esperar por novas informações e/ou melhores condições em uma data futura.

Em geral, não é obrigatório investir imediatamente, sendo raro um investimento do tipo “agora ou nunca”. Para Dixit e Pindyck (1994), pode-se esperar e observar o mercado, pois, na maioria dos casos, o adiamento dos projetos é factível. Ressalta-se que há projetos que devem ser executados imediatamente, pois o “tempo” da opção está expirando e, passado este tempo, a opção não tem qualquer valor.

### 3.3.2.2 *Portfólio Replicante, Probabilidade Neutra a Risco e Marketed Asset Disclaimer - MAD*

Uma abordagem proposta por Copeland e Antikarov (2001), para a precificação de opções, diz respeito à proposição do portfólio replicante, que consiste na criação de um portfólio de títulos cujos valores tenham os mesmos retornos do projeto em análise, baseando-se no princípio da não arbitragem<sup>2</sup>. A dificuldade de uso desta metodologia consiste em que, se tratando de ativos reais, nem sempre, é possível identificar um portfólio replicante para o projeto.

Alternativamente, os autores propõem que se adote o valor presente do próprio projeto, sem flexibilidade, como ativo subjacente sujeito a risco, considerando que é a melhor estimativa não tendenciosa do valor de mercado do projeto. A esta hipótese os autores deram o nome de *Marketed Asset Disclaimer - MAD*.

Segundo Pinto (2004), o uso da premissa de que o valor presente de um projeto é um estimador do seu valor de mercado, permite-se considerar que o mercado é completo e que a solução do problema seja feita por meio de probabilidades neutras ao risco. Um mercado é considerado completo, quando há ativo no mercado com as mesmas características de retorno e risco do ativo em questão. Uma outra abordagem alternativa é o uso da probabilidade neutra a risco, que é, matematicamente, equivalente à abordagem do *portfólio* replicante.

Nessa conjectura, a Teoria de Opções Reais tem como base o modelo de Black e Scholes, o qual é concernente à teoria de precificação de derivativos que envolvem a hipótese de neutralidade ao risco dos agentes. Esse princípio da precificação por não arbitragem permite abandonar o formato da função utilidade da riqueza, assumindo que a utilidade esperada seja idêntica à utilidade da esperança da utilidade, equação 16.

$$E(U(w)) = U(E(w)) \quad (16)$$

Corroborando esta equação, têm-se que as variáveis da equação diferencial de Black e Scholes (equações 31 e 32) são: o preço do ativo-objeto; a volatilidade do retorno do ativo-objeto; o tempo; e a taxa de juros livre de risco, e que estas não são afetadas pela preferência

---

<sup>2</sup> Formalizado por Harrison e Kreps (1979) e Harrison e Pliska, (1981), pode ser resumido como a imposição de um conjunto de restrições nos processos estocásticos, medidos em tempo contínuo, que impedem a possibilidade de lucros certos sem risco, os preços dos ativos devem ser consistentes de forma que seja impossível auferir lucros sem correr risco.

ao risco dos investidores<sup>3</sup>, visto que são concebidas sob o argumento de ausência de oportunidades de arbitragem.

Nesse caso, assume-se a hipótese de que todos os investidores são neutros ao risco, o que simplifica o modelo de análise e precificação de opções, uma vez que todos os investidores não requerem nenhum prêmio para induzi-los a correr risco; os ativos se valorizam com a taxa de juros livre de risco; o valor presente de qualquer fluxo de caixa é o seu valor esperado, descontada a taxa de juros livre de risco.

Admite-se que o valor esperado do ativo-objeto, no vencimento da opção, é igual a seu valor atual, corrigido pela taxa de juros livre de risco. O *payoff* esperado nesta orbe neutra ao risco é calculado e descontado no tempo à taxa livre de risco, sendo este o retorno esperado para todos os ativos. Esta taxa, por sua vez, se aplica tanto ao valor esperado da opção quanto ao valor esperado do ativo-objeto na data de vencimento da opção. Desconta-se o *payoff* a valor presente, usando a taxa livre de risco e obtém-se o preço da opção na data atual.

Como as probabilidades neutras em relação ao risco são apenas uma função da taxa *risk-free*, elas permanecem constantes de momento para outra de decisão, o modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979) e a simulação de Monte Carlo de processos neutros ao risco são aplicações deste princípio que facilitam, na prática, a precificação de opções, se comparadas ao modelo de *portfólio* replicante em que as taxas ajustadas ao risco variam.

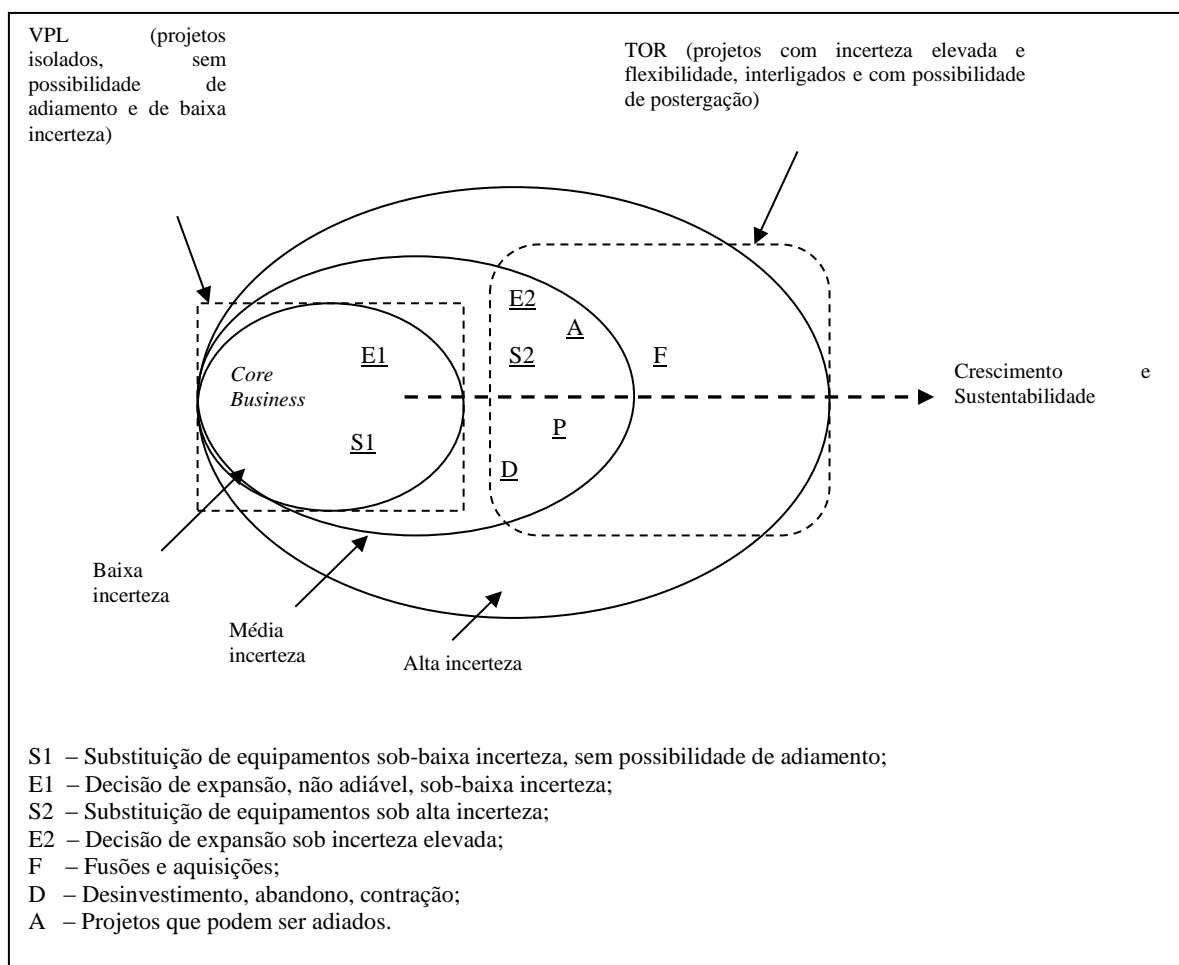
### 3.3.1 As Limitações nas Aplicações das Opções Reais

O desenvolvimento das ferramentas e técnicas para precificar as opções existe há cerca de três décadas, contudo os trabalhos investigando e aplicando os conceitos são ainda mais recentes. Dado a contemporaneidade do método, não é de admirar o cálculo do valor de uma opção real como uma ciência inexata. Algumas premissas e limites, que devem ser contemplados quando da utilização do método para tomada de decisão, foram sintetizadas, a seguir, e, conforme seus limites podem, ser visualizados na Figura 4, onde foram identificadas as situações nas quais a utilização do método de Opções Reais podem indicar vantagens nas

---

<sup>3</sup> Caso a taxa de retorno esperada para o ativo-objeto integrasse a equação, esta seria afetada pela preferência a risco dos investidores, uma vez que tal variável está relacionada com o retorno esperado do ativo-objeto. Neste caso, quanto mais avesso ao risco for o investidor maior o retorno este exigirá para demandar o ativo.

avaliações de investimentos.



FONTE: Copeland e Antikarov (2001)

Figura 4: Aplicação das Opções Reais

Chance e Petersen (2002) entendem que uma das principais complicações trata-se da comparação entre opções financeiras e reais. No caso das Opções Reais, o valor destas pode ser influenciado pela gerência do projeto, pelo controle exercido ao ativo subjacente, ao contrário do detentor de uma opção financeira. Esse fato viola a principal premissa do modelo, uma vez que o valor de uma opção se baseia justamente em seu potencial *payoff*, determinado pelo desempenho do ativo.

Para Pinto (2004), a consistência do modelo utilizado na projeção dos fluxos de caixa futuros é fundamental para toda a metodologia que servirá de base para o processo de avaliação e, em última instância, para determinar os *payoffs* das Opções Reais contidas no projeto.

A opção feita por Copeland e Antikarov (2001), de utilizar o valor do VPL sem flexibilidade como ativo subjacente do projeto hipótese *Market Asset Disclaimer – MAD*, não

cria um mercado completo que sirva de parâmetro para avaliação. Além disso, essa opção só pode ser realizada, quando o ativo subjacente ao risco for negociável. Contudo, de acordo com Silva (2002), os ativos de referência das opções reais podem não ser negociados ou ser fortemente ilíquidos. Nesses casos, tais preços não representam valores confiáveis para serem tomados como referência.

O método de opções reais também implica maior dificuldade com o aumento das variáveis e o tratamento dos dados, dada a complexidade da própria abordagem e dos métodos matemáticos utilizados nos cálculos. Para Kemna (1993), não se deve permitir que sejam utilizadas técnicas muito complicadas, que só podem ser apreçadas via “caixa preta” de programas computacionais em que é alto o nível de abstração empregado.

Muitos casos reais, na prática, devem ser simplificados, a fim de se tornarem passíveis de análise, não os complicando excessivamente, seja com muitas incertezas ou grande número de opções. “Em geral, a maior parte da volatilidade pode ser atribuída a duas ou três fontes de incerteza... e o conjunto de opções realistas pode ser reduzido, pelo menos no curto prazo, a algumas poucas” (COPELAND e ANTIKAROV, 2001, p.239).

Assim, é incorreto presumir que o comportamento volátil do ativo subjacente sujeito ao risco é igual a de um de seus componentes ou do patrimônio da empresa. Por exemplo, ao se estimar a volatilidade de uma mina de ouro, cujo valor presente representa o ativo subjacente de uma opção ligada à mina, não seria correto recorrer à variabilidade do preço do ouro como estimativa da volatilidade do valor presente da mina nem a do patrimônio da empresa, porque elas, na maioria dos casos, não serão iguais.

No uso da fórmula de Black e Scholes, como aproximação de modelos mais gerais, deve-se lembrar das hipóteses restritivas deste modelo, como o fato dele ter sido concebido para calcular opções financeiras do tipo europeia, e com uma única fonte de incerteza constante com o decorrer do tempo. O próprio modelo de árvore binomial usa-se de simplificações, pois, neste caso, o trabalho desenvolve-se em tempo discreto, e não contínuo, o que trará algumas diferenças nos valores obtidos e promoverá exercício subótimo da análise por opções reais.

Segundo Copeland e Antikarov (2001), a contribuição das Opções Reais, na prática, é limitada, quando não se pode explicar a sua importância e porque a análise do FCD não pode ser usada. Para Amran e Kulatilaka (1999), o método leva a decisões melhores do que as tomadas com base nos métodos tradicionais, e, apesar da complexidade, o método vem

ganhando espaço no meio executivo. Embora o método tenha limitações legítimas, para os autores, deve-se encará-lo como uma opção promissora, que deve ajudar a administração das empresas no processo de tomada de decisão.

Cabe ainda ressaltar que não existe fórmula de avaliação que produza um valor final “certo” e exato. Os resultados produzidos sob qualquer método, quer seja tradicional ou por opções reais, não podem ser tidos como um valor final e inquestionável. A determinação do retorno de um investimento de uma organização é um processo complexo e envolve variáveis subjetivas e informações que afetam o valor encontrado.

### **3.4 Taxonomia das Opções Reais**

Em decisões de investimento, frequentemente, os gestores se deparam com decisões sobre o momento certo de investir; de abandonar; parar temporariamente um projeto; de modificar suas características operacionais; trocar um ativo por outro, ou, ainda, outras opções específicas de cada projeto.

Os projetos de investimento podem apresentar tanto opções reais simples, quanto uma combinação delas, dependendo da situação e flexibilidade de cada empreendimento. Copeland e Antikarov (2001) classificam tais opções em Opção de diferimento, abandono, contração, expansão, conversão e, também, opções sobre opções denominadas compostas. Existe ainda uma gama mais extensa de opções, as quais, geralmente, são inerentes a projetos mais específicos. No decorrer deste estudo, mostrar-se-ão as categorias propostas por Trigeorgis (1996), Copeland e Antikarov (2001), Damodaran (2002), e outras opções específicas que deverão ser encontradas no objeto de estudo desta dissertação.

#### **3.4.1 Opção de Diferir, Esperar ou *Timing***

A Opção de Diferimento foi a primeira a ser alvo de forte interesse por parte dos investigadores envolvidos no desenvolvimento da TOR. McDonald e Siegel (1986), Paddock (1988) e Dixit (1992) são exemplos de contributo neste campo. Este tipo de opção é análogo a uma opção de compra americana, que permite ao investidor a possibilidade de adiar um investimento ou o início de um projeto, em que este deixa de ser "agora ou nunca". Encontrado em projetos em que o investimento possa ser realizado em uma data futura, ou

seja, o investidor possui a flexibilidade de investir no projeto mais tarde, aguardando condições mais favoráveis. Esta opção está ligada ao conceito de *timing* do investimento. Considera-se que, com o passar do tempo, é possível adicionar mais informações a respeito de um dado empreendimento, reduzindo as incertezas relativas, agregando-lhe valor para uma maior margem de segurança.

Para Trigeorgis e Mason (1987), se a decisão for investir agora, e o investidor exerce a opção, incorrerá num custo de oportunidade igual ao valor da opção. Por outro lado, essa poderá ser preservada, até a data de vencimento da opção, exercendo-a caso, a taxa de atratividade do projeto aumente. A espera pode ser vista como uma opção sobre o valor presente bruto do projeto ( $V$ ) com um preço de exercício igual à despesa de investimento requerida no período seguinte.

É possível adiar um projeto com VPL positivo como forma de manter viva a opção de compra. Esse adiamento é mais atraente, quando a incerteza é elevada e os fluxos de caixa imediatos do projeto são pequenos. De fato, uma opção é muito mais valiosa quando o risco ou a incerteza sobre o futuro é maior, podendo um projeto que apresenta, hoje, um VPL negativo ter um VPL positivo no futuro.

Como a opção de adiar o investimento concede ao investidor um direito, e não uma obrigação, esse projeto pode valer mais do que se não houvesse tal possibilidade. Para Kemna (1993), a abordagem das opções reais exerce impacto nas decisões sobre análise de investimento, uma vez que pode mudar tais decisões significativamente, caso o valor da opção de esperar seja levado em consideração.

A opção de espera é, particularmente, valiosa nas indústrias de extração de recursos naturais, no desenvolvimento de bens imobiliários, e outros com elevada incerteza e longos horizontes temporais associados aos investimentos.

### **3.4.2 Opção de Abandono**

Myers e Majd (1990) analisaram a Opção de Abandono permanente de um projeto pelo seu valor residual. Esta opção pode ser avaliada como uma opção de venda americana, aplicada, sobretudo, a investimentos parcialmente irreversíveis, em que haja a possibilidade de obter valor corrente do projeto com preço de exercício igual à economia gerada pela venda dos ativos.

A opção pode ser exercida quando o projeto estiver em curso e o investimento necessário não se concentre em uma despesa inicial, ou seja, a capitalização é fracionada ao longo do projeto, criando opções para desistir dele em qualquer fase. Uma outra opção é o abandono pelo valor residual, quando se faz a troca do investimento por seu valor residual de mercado, pelo preço de venda dos equipamentos e\ou outros ativos relacionados ao investimento. O responsável pela decisão também poderá abandonar o projeto e realizar o valor de liquidação esperado, esse valor poderá ser visto como o preço de exercício da opção de venda, quando o VPL do projeto ficar aquém do valor de liquidação.

Ativos de propósitos mais gerais, com maior possibilidade de uso alternativo, podem ter um valor de revenda e uma opção de abandono mais valiosa do que outros de utilizações especiais. As opções de abandono são, em especial, aplicadas a negócios de indústria de capital intensivo, como aeronáutica e ferroviária, segundo Copeland e Antikarov (2001, p. 128), “esta opção é muito importante quando se trata de projetos de pesquisa e desenvolvimento, da extração e desenvolvimento de recursos naturais, de desenvolvimento de novos produtos e programas de fusões e aquisição”. Neste cenário, a opção de abandono fornece informações fundamentais à tomada de decisões, ao proporcionar não só uma estimativa do valor do abandono ótimo, mas indicar também quando o abandono deve ser exercido. O limiar da aplicação desta opção, conforme representado pelo item **D**, da Figura 4, apresentada anteriormente, encontra-se em um ambiente de média à alta incerteza, baixo crescimento e sustentabilidade do negócio, podendo haver ou não interligação de opções, fatores aos quais se justificam a aplicação da Teoria das Opções Reais.

Dias (2005) indica os principais modelos de opção de abandono: o modelo desenvolvido por Myers e Majd (1990)<sup>4</sup>, que recorre à analogia entre opções de abandono e opção financeira de venda, uma extensão desse modelo permite, também, a precificação de opções de troca de ativos, ou seja, o abandono de um projeto em troca de outro; e os modelos de histerese presentes em Dixit e Pindyck (1994), que consideram a interação de outras opções, como, por exemplo, a parada temporária e a reativação.

Ainda segundo Dixit e Pindyck (1994), uma importante interpretação que por vezes se desconsidera em análise de investimentos e que reflete, exatamente, a opção de abandono, refere-se ao fato pelo qual empresas que desistem ou param de produzir, quando as operações

---

<sup>4</sup> MYERS, S.C.; MAJD, S. Abandonment Value and the Project Life. **Advances in futures and options research**. V. 4, 1990, p. 187-221



geram prejuízo, também estão investindo.

### **3.4.3 Opção de Contração**

Se as condições de mercado se tornarem menos favoráveis do que o originalmente esperado, os gestores podem produzir abaixo da capacidade esperada ou reduzir a escala de produção, salvando parte do investimento planejado e poupando custos operacionais (TRIGEORGIS, 1993).

Os projetos podem ser construídos de maneira que a produção possa ser contraída, dividindo-os em etapas, e não os realizando de uma vez. O adiamento ou cancelamento de investimentos formulados no projeto inicial equivale ao preço de exercício de opção de venda. Trigeorgis (2007) aborda esta opção com o estudo da escolha da capacidade, focando na decisão de investimento marginal e apresentando-a como uma solução para o problema da capacidade ótima.

Como a opção de contração concede à administração o direito de reduzir a escala operacional, desde que as condições se tornem desfavoráveis, um projeto que pode ser contraído vale mais do que um que não apresente essa flexibilidade. A redução na escala de produção propicia ao produtor diminuir seu custo operacional, bem como a possibilidade de vender, por um valor residual, os equipamentos que serão desativados.

### **3.4.4 Opção de Expansão**

Pode haver situações nas quais os preços, ou outras variáveis de mercado, se revelem mais favoráveis do que o inicialmente previsto. Em tais casos os gestores podem acelerar a instalação do projeto, ou também, expandir a escala de produção, incorrendo num investimento incremental. Ainda, considerando que um projeto, ou uma opção de investir, são afetados pela incerteza. Podem-se, nestes casos, realizar pequenos investimentos por etapas e, posteriormente expandi-los para projetos de grande porte, caso as informações obtidas se mostrem favoráveis. O trabalho de Pindyck (1988) constitui inclusive uma referência central na avaliação deste tipo de opções.

A decisão compara-se, neste caso, a uma opção de compra em que se adquire uma parte adicional da escala básica do projeto, em que o investimento previsto será o preço de

exercício (COPELAND e ANTIKAROV, 2001)

O valor desses projetos deriva, não somente, de seus fluxos de caixa mensuráveis esperados diretamente, mas das futuras oportunidades de crescimento que ele pode criar. Quando um projeto em estágio inicial é necessário para desencadear a possibilidade de criação de uma cadeia de projetos futuros, é especialmente importante para os setores de alta tecnologia, ou indústrias com produtos de múltiplas aplicações, em operações multinacionais, a entrada em novos mercados e aquisições estratégicas. A opção de expansão pode ser de importância estratégica (KULATILAKA e PEROTTI, 1998; LUEHRMAN, 1998; TRIGEORGIS, 2007), especialmente, se capacitar a empresa para capitalizar futuras opções de crescimento.

Segundo Damodaran (2002), esse tipo de opção pode justificar a realização de investimentos, que, antes de considerar o potencial de expansão, apresentavam VPL negativo.

### **3.4.5 Opção de Informação**

A Teoria das Opções Reais assevera que quanto maior for a incerteza presente, maior será o valor da opção real. Surge um paradoxo, em que a opção real apresenta maior valor em ambientes mais incertos, contudo a opção de investir em informação gera valor para o projeto, (LAMBRECHT e PERRAUDIN, 1999).

Para Grundfest e Huang (2006), essa opção enfatiza o conceito de clarividência ou capacidade de antecipar todas as incertezas enfrentadas por um decisor. A existência de informações pode diminuir as incertezas, alterar o curso de uma ação e trazer mais satisfação ao indivíduo. Portanto, é imprescindível saber identificar situações em que estão presentes as opções, reconhecendo e criando alternativas nas decisões.

A opção constitui um elemento que agrega valor à decisão dos indivíduos. Em uma decisão caracterizada pela incerteza, importa qualquer informação que possa conduzir a tomada de uma ação que possua valor, deste modo, a opção de investir em informação é uma alternativa que permite ou pode permitir uma decisão futura após a revelação de informação. Neste cenário, os investimentos sequenciais em informação podem revelar a incerteza técnica e reduzir sua variância, bem como indicar o momento adequado para a realização do projeto.

### 3.4.6 Opção de Mudança

A opção de mudar pode ser equivalente tanto a uma opção de compra quanto de venda. Por exemplo, reiniciar uma operação, quando um projeto está temporariamente suspenso, equivale a uma opção americana de compra, analogamente, encerrar as operações, quando condições desfavoráveis surgem, é equivalente a uma opção americana de venda. Copeland e Antikarov (2001) ilustram esta situação com um exemplo de projeto, cuja operação pode ser ativada ou desativada dinamicamente, ou alternada entre dois locais distintos. Tal projeto pode valer mais do que o que não possua esta flexibilidade.

O custo de reiniciar, ou encerrar, operações pode ser visto como o preço de exercício da opção. Um projeto cujas operações podem ser dinamicamente interrompidas e reiniciadas vale mais do que um projeto que exija continuidade ininterrupta.

### 3.4.7 Mudança de Uso (*Inputs ou Outputs*)

Às vezes, uma empresa tem a possibilidade de alterar entradas e/ou saídas de um processo. A flexibilidade do processo pode ser atingida não apenas via tecnologia, construindo uma estrutura flexível, mas também mantendo relações com uma variedade de fornecedores.

Margrabe (1978) analisou e avaliou a opção de substituir um ativo com risco por outro. Posteriormente, Stulz (1982) examinou esta opção, num contexto em que se considera a existência de dois ativos com risco, e Johnson (1987) estendeu a análise para a substituição/variação simultânea de vários ativos com risco.

Para Trigeorgis (2007), quando uma empresa dispõe da possibilidade de modificar os seus inputs ou os seus outputs na sequência de alterações do meio envolvente, possui uma valiosa margem de flexibilidade, que se pode entender como uma opção eventualmente capaz de se traduzir numa vantagem competitiva.

Nos dizeres de Trigeorgis (1996), quando os preços de oferta dos inputs e demanda de outputs são incertos, a flexibilidade na produção pode ter bastante valor, podendo esta flexibilidade estar presente tanto no processo quanto no produto. Este último caso capacita a empresa a alterar entre suas saídas\produtos finais (outputs). A flexibilidade no produto, que permite à empresa escolher entre diferentes produtos, é mais valiosa em setores industriais, nos quais a oferta é diversificada e a demanda é volátil.

Nesses casos, pode ser mais rentável instalar uma fábrica com maior investimento inicial, mas que tenha uma capacidade de produção flexível que possibilite alterar o mix de produtos ou a escala de produção, em resposta a mudanças no mercado. Outro mecanismo que possibilita o alcance deste nível de flexibilidade, relacionado a processos refere-se ao tipo de tecnologia utilizada na construção de uma estrutura flexível, como o exemplo citado por Copeland, Koller e Murrin (2000), o qual capacita a produção com vários tipos de energia: termoelétrica, a gás ou a carvão, propiciando o melhor aproveitamento econômico que estas oferecerem.

Essas podem ser opções americanas ou europeias de compra e venda, em que a flexibilidade é importante, principalmente, para setores suscetíveis a fortes oscilações na demanda e/ou oferta, como, por exemplo, os setores de eletrônicos, brinquedos e de fabricação de partes de máquinas e equipamentos.

### **3.4.8 Opção de Investir por Estágios (*Time-to-build Option*)**

Os investimentos requeridos em projetos, por vezes, não se concentram em uma única despesa inicial, são realizados por etapas, como uma série de desembolsos fracionados ao longo do horizonte temporal. Desta forma, criam-se valiosas opções para a desistência em qualquer fase do investimento, conforme conferido no trabalho de Majd e Pindyck (1987), Pindyck (1993) e Grenadier (1995).

Cada estágio pode ser visto como uma opção sobre o valor dos estágios subsequentes, requerendo os investimentos necessários para executar as próximas etapas, podendo ser entendido e avaliado similarmente a opções compostas.

Essa opção é valiosa em todas as indústrias de capital intensivo e de longo desenvolvimento.

### **3.4.9 Opção de Parar e Reiniciar Operações (*Shut down/restart Option*)**

Nem todos os projetos necessitam operar continuamente, possuindo a flexibilidade para recomeçar após uma suspensão temporária. Esta opção é valiosa, se as receitas não forem suficientes para cobrir os custos variáveis de funcionamento do período. Em um dado momento, a gerência pode continuar com a produção e obter a diferença entre as receitas e o

total de custos de funcionamento, ou fechar e somente pagar os custos fixos associados ao projeto nesse momento, sobretudo, se os custos de mudança entre os modos de operação e inatividade forem relativamente pequenos, (BRENNAN e SCHWARTZ, 1985).

A flexibilidade de funcionamento ou não, em qualquer período, pode ser vista como uma opção de compra da receita do período, ao pagar os custos variáveis como preço de exercício. O custo de retomada é o preço de exercício dessa opção. A decisão ótima é baseada no máximo entre manter a suspensão e retomar a operação.

#### **3.4.10 Interações entre Opções, Opções Compostas**

A interação entre as opções também pode ser denominada de opções compostas, as quais se caracterizam pelo fato de seu valor estar diretamente relacionado com o valor de outras opções. Por vezes, o investimento é realizado em fases, sejam sequenciais ou não, que podem se estender por um período de vários anos até sua conclusão. Esse tipo de opção possibilita ao tomador de decisão assumir qualquer uma dentre quatro formas: opção de compra sobre opção de compra; opção de venda sobre opção de venda; opção de compra sobre opção de venda; e opção de venda sobre opção de compra.

Existem casos de interação entre as múltiplas opções embutidas em um mesmo projeto, em geral, seus valores são não aditivos e o cálculo do valor combinado pode ser complexo. Para Trigeorgis (2005, p.36), “o valor de um *portfólio* ou combinação de opções embutidas tipicamente é menor do que a soma dos valores das opções independentes ou separadas”. Trigeorgis (1996) descreve a interação entre opções como podendo ser, basicamente, aditivas, nos casos nos quais as opções são de tipos diferentes, por exemplo, de venda e de compra, e em situações nas quais ocorram pequenas interações entre as opções, a simples adição de seus valores é uma boa aproximação. Todavia grandes interações invalidam este princípio aditivo, em que o valor combinado da interação de opções pode ser maior ou menor do que a soma de seus valores individuais.

A presença de opções subsequentes pode aumentar o valor de outras opções relativas ao mesmo ativo subjacente. As interações dependem do tipo das opções; de seu grau de separação; grau de serem ou não vantajosas para o possuidor; e da ordem em que se apresentam – fatores estes que impactam a probabilidade de exercício.

Em 1979, Geske elaborou uma equação para avaliar opções compostas, e o modelo de

Geske é utilizado para avaliar decisões de investimento sequenciais (modular). Para Amram e Kulatilaka (2000), cada estágio pode ser visto como uma opção de compra do valor de continuar com o projeto, e que o valor final inclui o valor de todas as opções futuras.

#### **3.4.11 Opção Composta do Tipo Arco-Íris (*Rainbow Option*)**

Em uma opção simples, a única fonte de incerteza é o preço do ativo subjacente. Opções arco-íris são opções cujo valor deriva de duas ou mais fontes de incerteza, (PAXSON, 2005).

A maioria das opções reais é influenciada pela incerteza ante o preço de venda dos produtos, a demanda por esses produtos e as taxas de juros, o custo do capital, que afetam o valor presente do projeto. Deste modo, as opções reais, as quais são afetadas por múltiplas fontes de incerteza, são denominadas opções arco-íris. A exploração e produção, pesquisa e desenvolvimento, o desenvolvimento de novos produtos são exemplos de opções compostas, do tipo arco-íris (COPELAND e ANTIKAROV, 2001).

#### **3.4.12 Opções Exóticas**

Essas opções foram criadas para resolver um problema financeiro específico ou para novos ativos com características especiais. As opções exóticas são opções que distribuem pagamentos diferentes das opções tradicionais. São alguns exemplos de opções exóticas:

##### **3.4.12.1 Opções de barreira**

Para Copeland e Antikarov (2001), estas opções são similares às opções tradicionais, diferenciando se por se iniciarem sem valor, e se tomarem ativas quando o ativo-objeto atinge um determinado limite (barreira); ou se iniciarem ativas, e terminarem sem valor, se a barreira for alcançada pelo ativo-objeto.

Nas opções de barreira, também denominadas *look back*, o valor da opção é baseado no caminho percorrido pelo valor do ativo-objeto, sendo o resultado do valor máximo ou mínimo assumido pelo ativo-objeto, durante a vida da opção.

Essa é uma espécie de contrato que garante ao seu titular o direito de comprar, *call*, um ativo pelo preço mínimo observado durante a existência da opção. Ou o direito de vender, *put*, um ativo pelo seu preço máximo durante o período em questão. Utilizando o modelo de

avaliação neutro ao risco, pode-se escrever que os valores da *call look back*, equação 17 e *put look back*, equação 18 são:

$$C_0 = \frac{E\{Max[0; S_T - S_{min}]\}}{e^{rT}} \quad (17)$$

$$P_0 = \frac{E\{Max[0; S_{max} - S_T]\}}{e^{rT}} \quad (18)$$

Cuja:

$C_0$  refere-se ao prêmio pela opção de *call*;

$P_0$  ao prêmio pela opção de *put*;

$S_T$ , ao valor do ativo em T;

$S_{min}$  ao valor mínimo do ativo;

$S_{max}$  o valor máximo do ativo e  $r$  a taxa livre de risco.

### 3.4.12.2 Opções Asiáticas

Como as opções *look back*, as asiáticas têm seu valor definido pelo caminho percorrido pelo ativo-objeto, porém é empregada a média aritmética ou geométrica dos preços do ativo-objeto durante a vida da opção para determinar o seu valor (COPELAND e ANTIKAROV 2001),

A seguir, tem-se o Quadro 7, em que se apresenta uma compilação dos principais tipos de opções reais encontradas no decorrer deste estudo.

Quadro 7: Tipologia das Opções Reais

Categoria	Descrição	Principal Utilização
<b>Opção de diferir, esperar ou timing.</b>	Análoga a uma opção de compra americana, o investidor tem a flexibilidade de adiar um investimento para uma data futura, deixando sua característica de "agora ou nunca" e aguardando condições mais favoráveis. Considera-se que, com o passar do tempo, é possível adicionar mais informações a respeito de um dado empreendimento, reduzindo, as incertezas.	Extração de recursos minerais e naturais; Agropecuários; Investimento imobiliário. Produção papeleira;

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Principal Utilização</b>
<b>Opção de Abandono</b>	Análoga a uma opção de venda americana, aplicada a investimentos parcialmente irreversíveis em que o investimento necessário não se concentra em uma despesa inicial. Obtém-se o valor corrente do projeto com preço de exercício igual à economia gerada pela venda dos ativos, ou pelo seu valor residual.	Setores intensivos em capital, como linhas aéreas e linhas férreas; Serviços financeiros; Novos produtos em mercados incertos.
<b>Opção de Contração</b>	Análoga a uma opção de venda. Os projetos podem ser construídos de maneira que a produção possa ser contraída, dividindo-os em etapas, e não os realizando de uma vez. Esta opção foca-se na decisão de investimento marginal e apresenta-se como uma solução para o problema da capacidade ótima, salvando parte do investimento e poupando custos operacionais.	Exploração de recursos naturais; Indústria de bens de consumo; Negócios imobiliários; Setores cíclicos como confecção e automotivo.
<b>Opção de Expansão</b>	Análogo a uma opção de compra. O valor desses projetos deriva não muito de seus fluxos de caixa mensuráveis esperados diretamente, mas das futuras oportunidades de crescimento que ele pode criar. Assim, quando um projeto em estágio inicial é necessário para desencadear a possibilidade de criação de uma cadeia de projetos futuros.	Todos os setores de infraestrutura ou estratégicos, como: Setores de alta tecnologia; Entrada em novos mercados e aquisições estratégicas;
<b>Opção de Informação</b>	A existência de informações pode diminuir as incertezas, os investimentos sequenciais em informação podem revelar condicionantes capazes de reduzir variância do risco, bem como indicar o momento adequado para a realização do projeto.	Negócios imobiliários;
<b>Opção de Mudança</b>	Pode equivaler-se a uma opção de compra ou venda. Refere-se a uma flexibilidade onde a uma planta pode ser ativada ou desativada dinamicamente diante da mudança de condições de mercado.	Deslocamentos de produto: Qualquer bem, obtido em pequenos lotes ou sujeito a demanda volátil.
<b>Mudança de uso (<i>Inputs ou Outputs</i>)</b>	Quando os preços de oferta dos inputs e demanda de outputs são incertos, a flexibilidade pode estar presente tanto no processo quanto no produto, agregando valor ao projeto.	Ind. sujeitas a demanda volátil ou Setor energético e automotivo. Ind. Química, farmacêutica e microeletrônica;
<b>Opção de investir por estágios (<i>Time-to-build Option</i>)</b>	Escalona o investimento como uma série de desembolsos fracionados, pode criar várias opções ao longo do empreendimento. Cada etapa pode ser vista como uma opção sobre o valor das etapas subsequentes e valorada como uma opção composta.	Setores intensos em P&D, especial farmacêuticos; Projetos intensivos em capital de longo prazo de desenvolvimento, como construções de grande porte; empreendimentos start-up.



<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Principal Utilização</b>
<b>Opção de parar e reiniciar operações (<i>Shut down/Restart Option</i>)</b>	Pode ser vista como uma opção de compra da receita do período. Possui a flexibilidade para recomençar após uma suspensão temporária.	Em geral, investimentos que se prolongam e são realizados em etapas sucessivas. Ind. farmacêutica; energéticas e empreiteiras;
<b>Interações entre opções, opções compostas</b>	Projetos, muitas vezes, envolvem um “conjunto” de opções, tanto <i>calls</i> de potencial ascendente quanto <i>puts</i> de potencial descendente, presentes em combinação. Seu valor combinado como opção pode diferir da soma dos valores das opções em separado, ou seja, elas podem interagir. Também podem interagir com opções de flexibilidade financeira.	Projetos referentes a maioria dos setores acima discutidos.
<b>Opção Composta Tipo Arco-Íris (Rainbow Option)</b>	Em uma opção simples, a única fonte de incerteza é o preço do ativo subjacente. Opções arco-íris são opções cujo valor deriva de duas ou mais fontes de incerteza.	Extração de recursos minerais e naturais; Setores intensos em P&D.
<b>Opções exóticas</b>	Essas opções foram criadas para resolver um problema financeiro específico ou para novos ativos com características especiais. Como as Opções de Barreira, que se tomam ativas quando o ativo-objeto atinge um determinado limite (barreira), e as Opções Asiática, que têm seu valor definido pelo caminho percorrido pelo ativo-objeto	Ativos com características especiais.

Fonte: Autor

Explicitado os tipos de Opções Reais foram evidenciados no tópico a seguir, os principais métodos para realizar sua precificação.

### 3.5 Métodos de Precificação de Opções Reais

Para Amran e Kulatilaka (1999b), os métodos de precificação envolvendo opções reais podem ser divididos em três tipos: equações diferenciais parciais, programação dinâmica e simulação. As equações diferenciais parciais são resolvidas analiticamente ou por meio de métodos numéricos. Este método é limitado, pois, à medida que as incertezas sobre as variáveis tornam-se mais complexas, o processo de avaliação pode tornar-se oneroso ou intratável algebricamente.

Como métodos numéricos, têm-se as técnicas de simulação estatística, como Monte Carlo e Programação Dinâmica estocástica, as quais são empregadas para avaliar opções. A

Simulação Monte Carlo, normalmente, é utilizada para a avaliação de Opções Europeias, devido à sua característica *forward*, exercício em uma data futura definida. Já a Programação Dinâmica Estocástica é válida para avaliar as opções Americanas, uma vez que a estas são inerentes o atributo *backward*, capaz de captar a característica de exercício antecipado, visto não se saber a decisão de exercício ótimo para um certo preço num dado instante.

Para cada método, há uma ou mais técnicas matemáticas correspondentes. As mais comuns são apresentadas no Quadro 8:

Quadro 8: Técnicas de avaliação de opções mais empregadas

Método de solução	Técnicas matemáticas mais comuns
<b>Equações Diferenciais Parciais</b>	Soluções / Aproximações Analíticas
	Método das Diferenças Finitas
<b>Programação Dinâmica</b>	Árvores Multinomiais ( <i>Lattices</i> )
<b>Simulação</b>	Simulação Monte Carlos

Fonte: Amran e Kulatilaka (1999b)

Melin (2008) discorre sobre as vantagens e as desvantagens de cada técnica, permitindo selecionar a mais adequada a cada problema, como pode ser observado no Quadro 9:

Quadro 9: Comparativo das técnicas de precificação de opções

Técnica	Vantagens	Desvantagens
<b>Soluções Analíticas</b>	Forma simples e rápida de obter o valor da opção.	Premissas são muito restritivas; Distanciamento em relação às situações práticas.
<b>Diferenças Finitas</b>	Permite a análise quando há um conjunto de valores iniciais; Acurácia matemática.	Pouco intuitiva; Complexidade de cálculo aumenta rapidamente com o número de fontes de incerteza.
<b>Árvores Multinomiais (<i>Lattices</i>)</b>	Intuitiva; Trata as características do ativo-objeto e da opção de maneira transparente; Permite visualizar os valores intermediários do ativo-objeto e da opção; Flexibilidade (permite incorporar estruturas complexas de decisão, relacionamentos complexos entre o valor do ativo-objeto e da opção e formas complicadas de dividendos); Facilidade de implementação.	Considera apenas um valor inicial para o ativo-objeto; Não permite trabalhar com várias fontes de incerteza.

<b>Simulação de Monte Carlo</b>	Permite modelar relacionamentos complexos entre o valor da opção e do ativo-objeto; Permite modelar várias fontes de incerteza e processos estocásticos complexos; Pode solucionar opções dependentes da trajetória do ativo-objeto ( <i>pathdependent options</i> ).	Não é muito adequada para opções do tipo americano, opções embutidas ( <i>nested</i> ) ou sequências de opções.
---------------------------------	---	---

Fonte: Melin (2008, p68)

Nas próximas seções serão, descritos os métodos de avaliação das diferenças finitas, da programação dinâmica, das árvores multinomiais e de simulação.

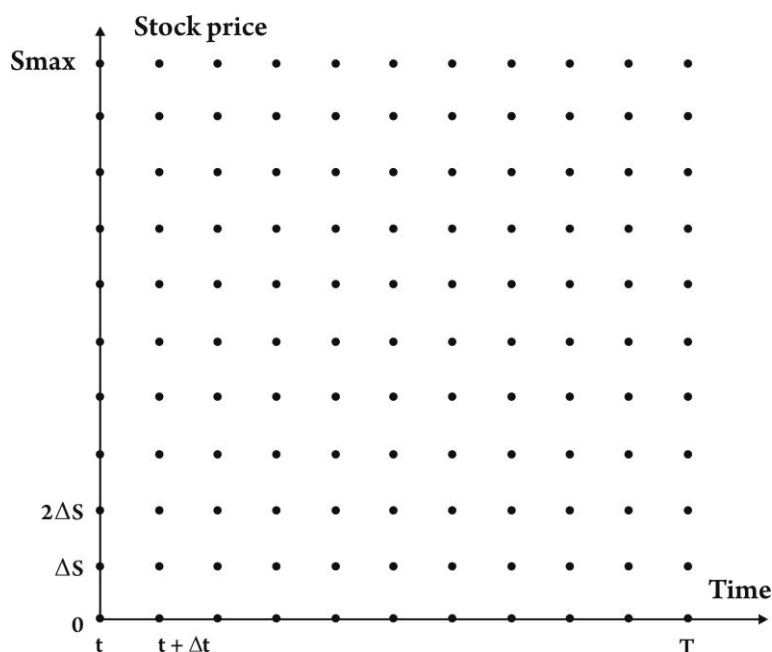
### 3.6 Descrições dos Métodos de Apreçamento de Opções Reais

#### 3.6.1 Método das Diferenças Finitas

No método das diferenças finitas, as equações diferenciais parciais descrevem a dinâmica do valor da opção por meio de um conjunto de equações, válidas em frações de tempo  $t$ . Alguns modelos podem ser calculados por meio de soluções analíticas. Modelos mais complexos são solucionados mediante um conjunto de equações de diferença, válidas para pequenos intervalos. Essas equações são solucionadas na data de maturidade da opção, e, por meio de um processo recursivo, são obtidas soluções para os períodos anteriores, até o momento inicial. Para tal, são estabelecidas condições de contorno para os valores extremos do ativo-objeto, na data de maturidade seu limite superior ( $S_{MAX}$ ). A solução parte dos *payoffs* na data de maturidade e resolve as equações diferenciais iterativamente por meio de método recursivo, até o momento inicial (CORTAZAR, 2000).

Nesse método, é criado um *grid* do espaço de estados, como o preço da ação ou valor do ativo-objeto, representado no tempo. Tem-se  $t$ , o instante inicial, e  $T$ , a maturidade da opção, o horizonte de tempo será dividido em intervalos de magnitude  $\Delta t = (T - t) / N$ , e têm-se  $(N+1)$  instantes de tempo ( $t, t + \Delta t, t + 2\Delta t, \dots, T$ ). Analogamente, o espaço de estados é dividido em  $M$  subintervalos,  $\Delta S = S_{MAX}/M$ , em que  $S_{MAX}$  é um limite superior para o preço da ação ou do ativo-objeto. O valor do ativo é dado por  $S = i\Delta S$ , no tempo  $t = j\Delta t$ , isto é, o ponto  $(i,j)$  do *grid* ( $i=1,2,\dots,n$ ); ( $j=1,2,\dots,m$ ). O valor da opção  $F(S,t)$  correspondente é  $F_{ij} = F(i\Delta S, j\Delta t)$ .

A Figura 5 mostra o exemplo de um grid para a abordagem por diferenças finitas:



Fonte: Dixit e Pindyck (1994)

Figura 5: Grid do método das diferenças finitas

O método das diferenças finitas pode ser aplicado de forma explícita ou implícita. No método explícito, pode ocorrer uma instabilidade em que não se converge para o resultado da equação. Este problema depende da magnitude dos intervalos  $\Delta S$  e  $\Delta t$ . Já o método Implícito apresenta uma complicação adicional, visto tratar-se de um sistema de equações.

Dixit e Pindyck (1994) ilustram que remover o componente tempo significa considerar a oportunidade de investimento perpétua e a equação diferencial parcial, transformando a equação em diferencial ordinária, que pode ser resolvida analiticamente.

A solução analítica mais conhecida é a equação de Black e Scholes para opções de compra e venda europeias. Uma equação diferencial parcial modificada também pode ser utilizada para obter uma aproximação analítica para o valor da opção (AMRAN; KULATILAKA, 1999b).

Miller e Park (2002) citam 4 equações principais:

1. A equação de Black e Scholes: utilizada para avaliar opções de compra ou de venda europeias sem distribuição de dividendos ou com dividendos constantes e proporcionais ao valor do ativo-objeto.
2. Equação de Margrabe: empregada para avaliar a substituição de um ativo por outro. A diferença em relação à equação de Black e Scholes é que, nesta, o preço de exercício é determinístico e, naquela, o preço de exercício é tratado como uma variável estocástica;

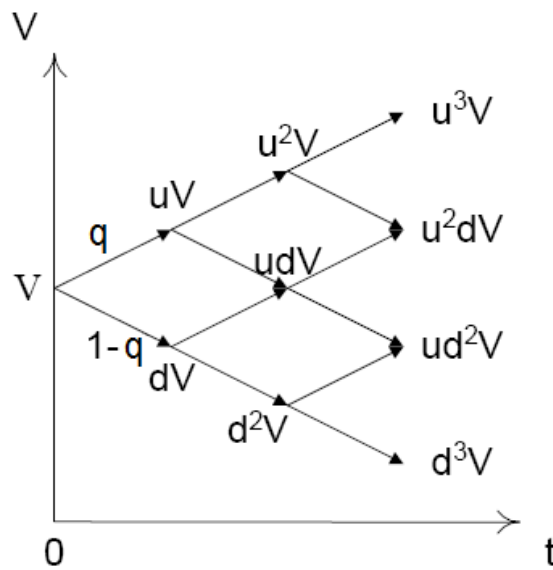
3. Equação de Geske: avalia opções compostas com preço de exercício determinístico, utilizada quando há decisões de investimento sequenciais.
4. Equação de Carr: avalia opções compostas com preço de exercício estocástico.

### 3.6.2 Métodos Numéricos, Programação Dinâmica

Normalmente, equações diferenciais parciais não possuem soluções analíticas, assim, métodos numéricos devem ser utilizados para aproximar a solução. Neste sentido, a abordagem *lattice* assume que o ativo subjacente segue um processo estocástico discreto, multinomial e multiplicativo ao longo do tempo, de maneira a obter alguma forma de “árvore”. O valor da opção é, então, resolvido recursivamente a partir dos nós finais da árvore. A vantagem de sua utilização é o procedimento flexível de avaliação (MILLER e PARK, 2002).

O método de árvore binomial, proposto por Cox, Ross e Rubinstein (1979), tem como destaque, a distribuição de probabilidades do ativo em cada período, suposta log-normal, aproximada por uma distribuição binomial. Em cada período, o preço do ativo pode mudar para somente dois valores possíveis.

A vida útil da opção é dividida em  $W$  períodos de tempo, assumindo que o preço do ativo seja negociado somente nesses períodos. Uma árvore binomial de todos os possíveis preços do ativo é criada, Figura 6. Esta árvore é construída partindo de um valor inicial  $V$ , gerando dois preços possíveis  $uV$  e  $dV$  no segundo período, três preços possíveis  $u^2V$ ,  $udV$  e  $d^2V$ , no terceiro período, e, assim por diante, até que a vida útil seja atingida.



Fonte: Hull (1998).

Figura 6: Modelo de árvores binomiais com três períodos

A preferência do investidor ao risco não precisa ser levada em conta, já que pode se criar uma carteira dinâmica livre de risco em cada período. Obtém-se um caminho aleatório em tempo discreto por meio de um processo estocástico do valor do projeto, que poderia ser dado pela equação do Movimento Geométrico Browniano. Os parâmetros  $u$  e  $d$ , em que  $u$  é o fator de subida de preços expresso pela equação 19, e  $d$  é o fator de queda de preço dado pela equação 20, sendo  $q$  a probabilidade do fator  $u$ , equação 21 e 22.

$$u = e^{\sigma\sqrt{T/n}} \quad (19)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{T/n}} \quad (20)$$

$$q = \frac{(1 + r_f \Delta t - d)}{(u - d)} \quad (21)$$

ou

$$q = \frac{1}{2} + \left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\sqrt{dt} \quad (22)$$

Em que  $\alpha$  é a taxa de crescimento do preço do ativo;  $\sigma$  desvio-padrão da taxa de retorno da ação que corresponde aos movimentos ascendentes e descendentes da árvore binomial. O algoritmo de programação dinâmica é aplicado ao longo da árvore binomial. Em cada um dos nós terminais, a remuneração da opção é calculada de acordo com a equação 23:

$$F_T(V_T) = \text{MAX}(V_T - I, 0) \quad (23)$$

Esse método cria uma sequência de decisões que podem ser tomadas em cada período de tempo, as quais podem ser decompostas em duas partes: decisão imediata e a opção por uma decisão futura. A decisão ótima é aquela que maximiza o valor presente líquido. A decomposição do problema em duas decisões é fundamentada no Princípio de Bellman da Otimalidade, de acordo com Boyle (1977) e Dixit e Pindyck (1994).

Para o problema de avaliação de uma opção de espera, a Equação de Bellman é dada de acordo com a equação 24:

$$F_t(V_t) = MAX \left\{ \underbrace{V_t - I}_{\text{Imediata}}, \underbrace{\frac{1}{1+rf} E_t[F_{t+1}(V_{t+1})]}_{\text{Decisão_Futura}} \right\} \quad (24)$$

Em que  $F_t$  representa o valor da oportunidade de investimento no tempo  $t \in [0, T)$ ,  $V_t$  o valor presente dos fluxos de caixa no tempo  $t$ ,  $I$  o custo de investimento,  $r_f$  o taxa de desconto livre de risco, e  $E[F_{t+1}]$  o valor esperado da oportunidade de investimento em  $t+1$ , dependente das informações dos instantes anteriores, neste caso,  $t$ . Já o valor da opção em  $t$  é obtido usando a equação 25, calculando o valor esperado da oportunidade de investimento em  $t+1$ . Recursivamente, esses cálculos são feitos em todos os nós da árvore, do período  $T-D_t$  até 0, em que o preço da oportunidade de investimento  $F_0$  é calculado.

$$F_t(V_t) = MAX \left\{ V_t - I, \frac{1}{1+rf} [pF_{t+1,u} + (1-p)F_{t+1,d}] \right\} \quad (25)$$

Em termos sucintos, para avaliar o valor da opção, parte-se de trás para frente, do momento  $T$  até o momento zero; a cada nó, deve-se calcular o valor esperado descontando-se a taxa livre de risco. Para uma opção de compra, tem-se que:  $Max(ST - X, 0)$ , o valor de uma opção de venda ao fim do prazo de vencimento seria dado por:  $Max[X-S, 0]$ , sendo,  $S$  o valor da opção e  $X$  o preço de exercício do ativo.

Segundo Marreco (2001), o modelo binomial é o que melhor se ajusta à avaliação de opções americanas, uma vez que é capaz de incorporar todas as alterações de preço possíveis, considerando a possibilidade de exercício antecipado.

### 3.6.3 Técnicas de Simulação

A Simulação Monte Carlo – SMC é uma ferramenta de simulação estatística que utiliza métodos de amostragem para resolver problemas de natureza estocástica ou determinística. As técnicas de simulação valem-se de uma amostragem aleatória a partir das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis de entrada que determinam o fluxo de caixa de um projeto, chegando a uma distribuição de probabilidade que constitui o risco do VPL.

As simulações procuram reproduzir um cenário real de tomada de decisões por meio de um modelo matemático, que busca capturar as características funcionais mais importantes do projeto, à medida que os eventos aleatórios ocorrem, dado uma estratégia gerencial pré-definida.

A técnica de Monte Carlo foi usada de forma pioneira por Boyle, em 1977, para precificar opções europeias Hull (1998). Neste caso, a decisão de exercício somente é tomada no vencimento do título, e o valor da opção não é influenciado pelas decisões do proprietário. Inicialmente, a SMC não se mostrou, adequada à análise de opções americanas.

O processo consiste de amostragens aleatórias a partir das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis de entrada que determinam o fluxo de caixa de um projeto. Simula, por meio de uma amostra de caminhos aleatórios hipotéticos, qual seria a trajetória dos preços dos ativos, respeitando-se a hipótese de ausência de oportunidades de arbitragem. Para cada um desses caminhos hipotéticos, é calculado o preço do derivativo relacionado ao ativo-objeto com flexibilidade gerencial, e, então, para cada caminho, calcula-se o valor presente do preço do ativo objeto. O preço do ativo é estimado por meio da média da distribuição. O preço da opção é calculado descontando-se o valor final esperado pela taxa de juros neutra ao risco.

Uma observação importante a se fazer é que a simulação de Monte Carlo, que permite combinar um número elevado de incertezas, para a estimação do valor presente de um projeto, apoia-se na prova de Paul A. Samuelson de 1965, afirmando que preços antecipados de maneira adequada flutuam de forma aleatória. Qualquer que seja o padrão que se espera dos fluxos de caixa de um projeto, as variações de seu valor presente seguirão um caminho estocástico. De acordo com Copeland e Antikarov (2001), a prova de Samuelson é válida para retornos de ativos reais, não negociados nos mercados financeiros.

A simulação de Monte Carlo, para Copeland e Antikarov (2001), geralmente, segue os



seguintes passos:

1. Modelagem do projeto por meio de equações matemáticas e variáveis de entrada, incluindo as interdependências entre diferentes variáveis ao longo do tempo;
2. Especificação das distribuições de probabilidade para cada uma das variáveis de entrada, com base num histórico de dados ou por meio de avaliação subjetiva dos profissionais envolvidos.
3. Uma amostra aleatória é, então, obtida a partir da distribuição de probabilidades das variáveis de entrada, possibilitando o cálculo dos fluxos de caixa líquidos de cada período e o respectivo VPL do projeto para a amostra considerada;
4. O processo é repetido inúmeras vezes, obtendo-se, para cada vez que se repete o processo, um VPL para o projeto. Ao final, uma distribuição de probabilidades do VPL do projeto pode ser gerada.

Mesmo podendo usar as simulações em problemas complexos de decisão em regime de incerteza, essa técnica possui limitações. Inicialmente, ainda que a estimativa das distribuições de probabilidade seja feita de maneira não tendenciosa, é bastante complexo capturar corretamente todas as interdependências existentes (ARAUJO, 2004).

Para cada distribuição de probabilidade, gera-se um valor presente do projeto, mesmo assim, não se pode ter este resultado como o preço que teria em um mercado de capital competitivo. Por último, destaca-se que não há uma regra que traduza essa distribuição numa decisão clara a ser tomada.

A seguir, são apresentadas as equações para o cálculo do valor de opções em projetos utilizando a técnica de Simulação Monte Carlo (BOYLE, 1977).

Supondo a não existência de oportunidades de arbitragem, o valor da opção Européia  $F_0$  é dado pelo valor esperado da sua remuneração na data de vencimento  $T$ , descontado, usando uma taxa de juros livre de risco  $r_f$ , de acordo com a equação (26).

$$F_0 = E[e^{-r_f T} \pi_T(S_T, X) | S_0] \quad (26)$$

Onde  $X$  é o preço de exercício,  $S_T$  é o preço do ativo na data de exercício,  $S_0$  é o preço atual do ativo e  $T$  é o tempo na expiração da opção.

Ainda que existam oportunidades de arbitragem, o preço da opção poderia ser avaliado por meio de Simulação Monte Carlo, mas usando uma taxa de desconto arbitrária. Neste caso,

o mercado é incompleto, e o valor da opção é uma aproximação do valor verdadeiro.

Para avaliar uma opção europeia usando a simulação Monte Carlo, é necessário seguir os seguintes passos:

1. Geram-se  $w$  caminhos (amostras) para o preço do ativo objeto até o vencimento;
2. Descontam-se as remunerações no instante  $T$  da opção em cada caminho;
3. Estima-se o valor da opção por meio da média de todas as remunerações descontadas.

No primeiro passo, o processo estocástico do preço do ativo objeto é utilizado para gerar a amostra do problema, caso não exista, podem-se empregar séries históricas do preço do ativo objeto, ou então, séries sintéticas futuras geradas por algum processo estocástico. No passo 2, recorre-se a função de remuneração referente à decisão gerencial. O valor obtido no passo 3, é dado pela equação (27) a seguir, que é um estimador não tendencioso do preço verdadeiro de uma opção europeia com vencimento em  $T$  e remuneração  $\pi_T$ , Boyle (1977).

$$\hat{F}_0 = e^{r_f T} \sum_{j=1}^w \pi_{T,j}(S_{T,j}, X) \quad (27)$$

Uma das vantagens da SMC sobre outras técnicas numéricas é a possibilidade de avaliar o erro das estimativas, que é uma medida da falha cometida pelas estimativas em relação à media da amostra, e o desvio padrão das amostras, representados, respectivamente, pelas equações (28) e (29).

$$SE(F_0) = \frac{SD(F_0)}{\sqrt{W}} \quad (28)$$

$$SD(F_0) = \sqrt{\frac{1}{W-1} \left\{ \sum_{j=1}^w [\pi_{T,j}]^2 - W \left[ \sum_{j=1}^w \pi_{T,j} \right]^2 \right\}} \quad (29)$$

Para Boyle (1977), as estimativas feitas com Simulação Monte Carlo não possuem um padrão bem definido de convergência para o valor verdadeiro. A acurácia da simulação depende do número de trajetórias e valores terminais do ativo-objeto gerados. O desvio-padrão da estimativa de valor da opção  $F_0$  é dado por  $SD/W$ , onde  $SD$  é o desvio-padrão dos valores da opção estimado por meio das rodadas de simulação, deste modo, um grande número de rodadas de simulação é necessário para obter uma acurácia razoável.

Ainda segundo o autor, quanto maior a amostra, maior o custo computacional,

podendo até inviabilizar a aplicação. Existem várias técnicas para reduzir o erro, manipulando o desvio padrão (ou variância) das estimativas, conhecidas como técnicas de redução de variância.

O valor de um projeto de investimento com flexibilidade operacional pode ser dado como uma opção de compra do tipo europeia, que será exercida, se o valor da receita for superior ao custo variável de operação. O valor da opção, em cada estágio, é dado pela equação  $F_0$ , onde  $\pi_T$  é substituído pela equação da opção gerencial. O estimador do valor do projeto é dado pela equação (30).

$$\hat{V} = \sum_{i=0}^T \hat{F}_{0,i} \quad (30)$$

Os títulos Americanos podem ser exercidos em qualquer momento até o vencimento. Neste caso, a decisão do proprietário irá influenciar o valor da opção. Para avaliar um título Americano, a política de exercício ótimo deve ser estimada e, em seguida, o valor da opção calculado. A estimativa da política de exercício ótimo introduz um alto grau de complexidade ao problema de avaliação de opções Americanas, usando SMC, sendo necessário usá-la em conjunto com Programação Dinâmica, para estimar a estratégia ótima de investimento e, em seguida, estimar o preço da opção.

Para Lazo (2004), o algoritmo que combina a simulação Monte Carlo e a Programação Dinâmica Estocástica é dado pelos seguintes passos:

1. Simule  $W$  caminhos para o preço do ativo objeto;
2. Utilize algum algoritmo para estratificar o espaço de estados do preço do ativo objeto e calcular as probabilidades de transição;
3. Aplique o algoritmo de programação dinâmica.

Outra ideia seria modificar o algoritmo anterior, aplicando a estratificação do espaço de estados na remuneração da opção, em vez do preço do ativo objeto. Esta mudança viabiliza a avaliação de opções multidimensionais, ou seja, opções que dependem de mais de uma fonte de incerteza.

Para Glasserman (2004), os métodos de simulação podem ser classificados nas seguintes categorias: Aproximações Paramétricas, Método da Árvore Aleatória, Partição do Espaço de Estados, Método da Malha Estocástica e Métodos Baseados em Regressão.

Ainda no método de simulação, Longstaff e Schwartz (2001), nos Mínimos Quadrados de Monte Carlo (LSM) revela-se uma alternativa promissora com estrutura para avaliação, gerenciamento de risco e exercício ótimo de opções americanas. Sendo apropriado na avaliação de opções que dependem de múltiplos fatores; Avaliação de ativos com características de opções americanas e dependentes do caminho; Avaliação de opções em que as variáveis de estado seguem um processo estocástico qualquer ou um processo não-Markoviano.

### **3.6.4 Algoritmos Genéticos**

Algoritmos genéticos é um método de busca e otimização que tem sua inspiração nos conceitos da teoria de seleção natural das espécies proposta por Darwin.

Os sistemas desenvolvidos a partir desse princípio são utilizados para procurar soluções de problemas complexos ou com espaço de soluções extenso, o que os torna problemas de difícil modelagem e solução, quando se aplicam métodos de otimização convencionais (LAZO; 2004).

### **3.6.5 Teoria de Conjuntos *Fuzzy***

Para Sachs e Tiong (2005), dois dos principais aspectos da imperfeição da informação são a imprecisão e a incerteza. As teorias mais conhecidas para tratar de imprecisão e incerteza são a teoria dos conjuntos e a teoria de probabilidades. Estas teorias, embora muito úteis, nem sempre conseguem captar a riqueza da informação fornecida por seres humanos. A teoria dos conjuntos *fuzzy* foi, inicialmente, introduzida por Lotfi Asker Zadeh, em 1965, quando ele observou a impossibilidade de modelar sistemas com fronteiras mal definidas por meio das abordagens matemáticas rígidas e precisas dos métodos clássicos. A teoria de conjuntos *fuzzy* proporciona uma estrutura matemática que permite trabalhar com a imprecisão e a incerteza.

De modo geral, os três grupos de metodologia para a precificação de Opções Reais, consiste no método das Diferenças Finitas, como o principal modelo desenvolvido por Black e Scholes (1973), o método de Programação Dinâmica, com o modelo em Árvore Binomial e, finalizando, o método de Técnicas de Simulação com a utilização do modelo de Monte

Carlos. O Quadro 10 exibe a compilação dos principais aspectos de cada método.

Quadro 10: Métodos de precificação de Opções Reais

<b>Método das Diferenças Finitas</b>	<b>Programação Dinâmica</b>	<b>Técnicas de Simulação</b>
Descreve o valor da opção por meio de um conjunto de equações diferenciais interativas e recursivas válidas em frações de tempo $t$ .	A Simulação Monte Carlo – SMC é uma ferramenta de simulação estatística que utiliza métodos de amostragem para resolver problemas de natureza estocástica ou determinística.	A Simulação Monte Carlo – SMC é uma ferramenta de simulação estatística que utiliza métodos de amostragem para resolver problemas de natureza estocástica ou determinística.
Opção europeia <sup>5</sup>	Opção europeia e americana	Opção europeia <sup>6</sup>
Uma única fonte de incerteza	Permite múltiplas incertezas	Permite múltiplas incertezas
Uma única opção	Permite múltiplas opções	Permite múltiplas opções
Sem dividendos	Permite dividendos	Permite dividendos
Preço corrente da ação	Valor Presente do projeto	Valor Presente do projeto
Ativo básico (ação) segue um MGB	Ativo básico (projeto) segue um MGB	Ativo básico (projeto) segue um caminho estocástico.
Preço de Exercício	Custo de investimento	Custo de investimento
Taxa livre de risco	Taxa livre de risco	Taxa livre de risco

Fonte: Autor

Na sequência, são descritos os principais modelos de precificação de Opções Reais para cada método apresentado.

<sup>5</sup> Merton (1973) adapta a equação de Black e Scholes, para um modelo com a previsão de pagamento de dividendos.

<sup>6</sup> Alguns modelos de simulação foram desenvolvidos para determinar o preço de uma opção americana, como os métodos de Boyle, Broadie e Glasserman (1997); Grant, Vora e Weeks (1997); Longstaff e Schwartz (2001).

### 3.7 Técnicas de Apreçamento de Opções

#### 3.7.1 Modelo de Black e Scholes

O modelo de Black e Scholes foi desenvolvido no início da década de 70 e representou uma significativa contribuição para a área de finanças, ao mostrar como os preços das opções podem ser determinados. A publicação do artigo *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, por Fischer Black e Myron Schole, em 1973, revolucionou o mercado de futuro, impulsionando o investimento e o estudo em opções.

Black e Scholes (1973) propuseram um modelo para apreçamento de opções que não utiliza restrições quanto às preferências individuais em relação ao risco. Considerando a construção de uma carteira livre de risco, com valoração proveniente de condições de não arbitragem.

Este modelo também considera que o valor das opções depende das cinco variáveis básicas: valor do ativo subjacente sujeito a risco, preço de Exercício, prazo de vencimento da opção, desvio padrão (volatilidade) do valor do ativo subjacente sujeito a risco, e taxa de juros livre de risco ao longo da vida da opção. A principal propriedade da equação diferencial de Black e Scholes é que ela não envolve qualquer variável que seja afetada pela preferência de risco dos investidores. Assim, se as preferências de risco não entram na equação, pode-se, simplesmente, assumir que todos os investidores estejam num mundo neutro a risco e a solução da equação não será afetada. Isto exemplifica um princípio geral importante da precificação de opções, conhecido como avaliação neutra em relação ao risco.

Para a derivação da equação de Black e Scholes, HULL (1998) afirma que é necessário assumir algumas premissas importantes, a saber:

1. O preço da ação acompanha um movimento estocástico com média e variância constantes;
2. É permitida a venda a descoberto de títulos;
3. Não há custos de transação ou impostos, todos os títulos são perfeitamente divisíveis;
4. Não há dividendos durante a vida útil do ativo;
5. Mercados são perfeitos: situações de arbitragem (lucro sem risco) são eliminadas pelo próprio mercado;

6. A opção europeia só pode ser exercida na data de maturação;
7. A taxa de juros livre de risco de curto prazo é constante e igual para todos os vencimentos;
8. O preço do ativo-objeto segue um caminho aleatório em tempo contínuo variando ao longo do tempo, de acordo com o processo estocástico conhecido por movimento browniano geométrico<sup>7</sup> e segue uma distribuição probabilística lognormal em qualquer intervalo finito de tempo. E que a variância sobre o ativo é constante.

Sob essas hipóteses, Black e Scholes (1973) chegaram às equações de (31) à (34) para valorar opções de compra e venda europeia:

$$C = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad (31)$$

$$P = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (32)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (33)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (34)$$

Onde:

C (*Call*): Valor da opção de compra sobre o ativo;

P (*Put*): Valor da opção de venda do ativo;

$S_0$ : Valor presente do ativo subjacente;

X: preço de exercício da opção;

T: tempo até o vencimento da opção;

r: taxa de juros nominal contínua, projetada até o vencimento da opção;

---

<sup>7</sup> De acordo com DIXIT e PYNDICK (1994), o movimento geométrico browniano é um processo estocástico muito utilizado para modelar preço de ações e taxa de juros, além de outras variáveis financeiras e econômicas.

$e$ : base dos logaritmos naturais, constante= 2,71828;

$N(\cdot)$ : função de probabilidade cumulativa de uma variável normal padronizada;

$\sigma$ : Desvio-padrão do fluxo de caixa futuro;

$d_1$  e  $d_2$ : variáveis unitárias normais.

Apesar de ter representado uma grande evolução nas pesquisas sobre apreçamento de opções financeiras, e servir de base para avaliar opções reais, este modelo apresenta algumas limitações. O modelo assume que a variância da taxa de retorno sobre o ativo é constante, o que não ocorre, uma vez que ela depende do preço do ativo e da maturidade da opção; e a fórmula não pode ser usada para avaliar opções compostas.

Brandão (2002) também assinala que objeto principal da modelagem de Black e Scholes, os ativos financeiros, tem como uma de suas principais características serem investimentos passivos, desta forma, os preços dos ativos não são influenciados por ações tomadas pelos investidores. Porém, no caso de ativos reais, os fluxos de caixa futuros podem ser afetados por ações tomadas pelos investidores do projeto, alterando o resultado final.

### 3.7.2 Modelo Binomial

Cox, Ross e Rubinstein (1979) desenvolveram uma modelagem para precificação de opções com base em uma abordagem binomial, apesar de ter sido concebido para avaliar opções financeiras, este modelo é favorável para modelar e apreçar alternativas nos investimentos em ativos reais.

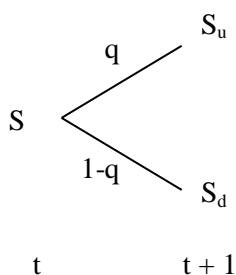
A capacidade do modelo de medir todos os preços possíveis durante o período de vida da opção, considerando a possibilidade de exercício antecipado, torna-o exequível para opções do tipo europeias e americanas, além de suportar várias fontes de incerteza e de ser usado também para precificação de opções compostas. (HULL, 1998). Este modelo tem como princípio básico discretizar o processo estocástico em tempo e estado contínuo proposto por Black e Scholes para, posteriormente, empregar a técnica de programação dinâmica, a fim de determinar o valor da opção.

O modelo binomial assume que: a única variável aleatória da qual o preço da opção depende é o preço do ativo subjacente à opção; não existe arbitragem para valoração de opções, desenvolvendo, um portfólio apropriado para replicar os retornos futuros da opção; o



preço do ativo segue um processo multiplicativo binomial em períodos discretos. Para cada período, o ativo pode assumir somente dois valores distintos no tempo. Estes movimentos com probabilidade neutra ao risco são descritos como ascendentes e descendentes, pelo fato de representarem um valor maior e outro menor que o anterior. Estas movimentações podem ser representadas como  $q$  e  $(1-q)$ . Segundo HULL (1998), com a premissa de probabilidade neutra ao risco, assume-se que o retorno esperado dos títulos negociados é a taxa de juros livre de risco e que os fluxos de caixa futuros podem ser descontados a essa mesma taxa.

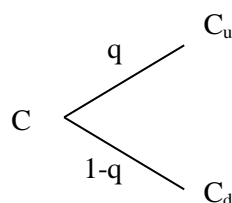
Supondo que o preço do ativo no tempo  $t$  seja  $S$ , e que existam os valores  $u$  e  $d$ , estes quais representam as taxas de retorno em que o valor do ativo adquire um movimento ascendente ou descendente respectivamente. No tempo  $t+1$ , ela valerá  $S_u$ , com probabilidade  $q$  ou  $S_d$  com probabilidade  $(1-q)$ . A Figura 7 representa de forma esquemática os movimentos descritos.



Fonte: Hull (1998).

Figura 7: Movimentos de um ativo pelo modelo binomial

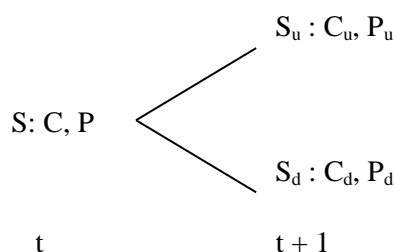
Para valorar uma opção de compra,  $C$ , sobre este ativo,  $C_u$  e  $C_d$  representam o valor da opção ao final de um período, quando o preço do ativo é  $S_u$  e  $S_d$ , respectivamente. Sendo  $X$  o preço de Exercício da opção, os possíveis valores para a opção serão:  $C_u = \text{Max} [S_u - X, 0]$  e  $C_d = \text{Max} [S_d - X, 0]$ : onde, conforme Cox, Ross e Rubinstein (1979) mostraram que, para se determinar o valor exato de uma opção de compra  $C$ , é necessário e suficiente que se tenha: preço de exercício  $X$ ; preço do ativo subjacente  $S$ ; a média dos movimentos de subida  $u$  e de descida  $d$  no preço do ativo subjacente e a taxa de juros ( $r = 1 + r_f$ ), sendo  $r_f$  a taxa livre de risco.



Fonte: Hull (1998).

Figura 8: Movimento de uma opção de compra de um período

Cox, Ross e Rubinstein (1979) utilizam o modelo binomial para definir uma fórmula para o apreamento de opções como pode se verificar pela Figura 9.



Fonte: Hull (1998).

Figura 9: Árvore Binomial de Um Período

Os respectivos valores das opções de compra C e venda P são descritos pela árvore na Figura 9, e são representados pelas fórmulas de (35) a (38).

$$C_u = \text{Max} (S_u - S, 0) \quad (35)$$

$$C_d = \text{Max} (S_d - S, 0) \quad (36)$$

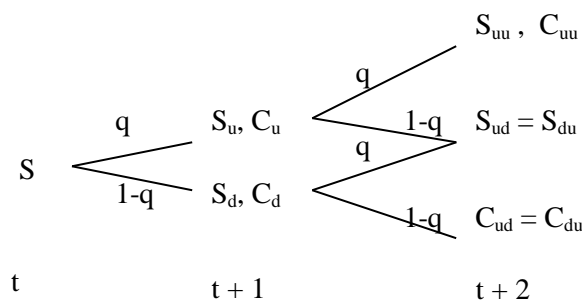
$$P_u = \text{Max} (S - S_u, 0) \quad (37)$$

$$P_d = \text{Max} (S - S_d, 0) \quad (38)$$

A avaliação de uma opção de compra pelo método binomial, quando existe mais de um período, é uma extensão direta da fórmula para um período. Este método pode avaliar situações com grande número de períodos. Tem-se na, Figura 10, a árvore binomial considerando dois períodos e o valor da opção de compra no tempo  $t$ . Para calcular, em  $t$ , o valor de uma opção de compra, deve-se calcular o valor de  $S_u$  e  $S_d$  no tempo  $t + 1$ . Seguindo a mesma lógica, estes são dependentes dos valores de  $S_{uu}$ ,  $S_{ud}$  e  $S_{dd}$  em  $t + 2$ .

Para esta situação, deve-se iniciar pelo final da árvore  $t + 2$ , calcular o valor da opção

em  $t + 1$ , para, em seguida, calcular o valor da opção de compra em  $t$ . Como a avaliação é feita no futuro e o risco já está modelado pela volatilidade, descontam-se os valores futuros pela taxa livre de risco  $r_f$ .



Fonte: Hull (1998).

Figura 10: Árvore Binomial dois períodos

Os respectivos valores das opções de compra  $C$ , expostos pela Figura 10 de um árvore binomial de dois períodos, são representados pelas fórmulas (39) e (41).

$$C = [qC_u + (1-q)C_d]r_f^{-1} \quad (39)$$

$$C_u = [qC_{uu} + (1-q)C_{ud}]r_f^{-1} \quad (40)$$

$$C_d = [qC_{dd} + (1-q)C_{du}]r_f^{-1} \quad (41)$$

Outra importante relação apresentada por Cox, Ross e Rubinstein (1979) refere-se à estimativa dos valores de  $u$  e  $d$ , os quais se baseiam no desvio-padrão da taxa de retorno do ativo  $\sigma$ , no número  $n$  de intervalos ou períodos até a expiração no tempo  $t$ . De outra maneira,  $t/n$  representa o tempo transcorrido entre mudanças equações (42) e (43). HULL (1998) afirma que o valor da opção, na data atual, é o seu valor futuro (tanto em  $u$  quanto em  $d$ ) considerando suas respectivas probabilidades de ocorrência, descontada a taxa livre de risco. O conceito de neutralidade ao risco levam em conta que, como o risco associado aos movimentos ascendentes e descendentes do ativo já foi considerado no cálculo de  $u$  e  $d$ , o valor da opção independe da preferência pelo risco dos investidores. Como pode ser observado nas equações (44) e (45).

$$u = e^{\sigma\sqrt{T/n}} \quad (42)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{T/n}} \quad (43)$$

$$q = \frac{(1 + r_f \Delta t - d)}{(u - d)} \quad (44)$$

ou

$$q = \frac{1}{2} + \left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\sqrt{dt} \quad (45)$$

Observa-se que a probabilidade objetiva  $q$  não aparece nas fórmulas para o cálculo de  $u$  e  $d$ . Isto quer dizer que as diferentes visões dos diversos investidores quanto às probabilidades que acreditam com relação ao movimento de subida ou descida da ação não influenciará o valor da opção.

Outra forma de calcular o modelo binomial é por meio do *portfólio* replicante, conforme proposta de Copeland e Antikarov (2001). Por este método, constitui-se um portfólio com o ativo subjacente e títulos livres de risco, tendo esse *portfólio* o mesmo retorno e o mesmo risco do projeto analisado. Uma das maiores dificuldades do uso do *portfólio* replicante é a atribuição de probabilidades distintas a cada nó da árvore, principalmente em projetos complexos. Desta forma, o método de probabilidade neutra ao risco é o mais utilizado, já que apenas uma probabilidade é calculada para toda a árvore, utilizando a taxa livre de risco. Esse método é equivalente ao *portfólio* replicante e os resultados são idênticos nas duas formas de cálculo.

Amran e Kulatilaka (2000) asseguram que as representações binomiais são muito flexíveis e podem contemplar inúmeros períodos. De acordo com Brealey e Myers (1998), quanto mais períodos estiverem contidos na árvore, mais realista e acurado será o valor calculado.

Segundo Cox, Ross e Rubinstein (1979), este método converge para a solução encontrada por Black e Scholes, desde que a equação do movimento geométrico browniano seja representada como o limite contínuo de um caminho aleatório em tempo discreto, ou seja, fazendo-se com que  $\Delta t \rightarrow 0$ . Copeland e Antikarov (2001) também concluem que quanto maior o número de períodos na árvore binomial, maior a tendência dos modelos de Black e Scholes e binomial, em média, convergirem.

### 3.7.3 Modelo do Espaço de Opções Luehrman

Para Luehrman (1998b), a estratégia adequada é aquela que define diretrizes nas quais as decisões futuras se basearão, evitando restringir o campo de ação dos gerentes, deixando espaço para a flexibilidade e o aprendizado. As estratégias financeiras, sob essa óptica, podem ser idealizadas como uma série de opções, em vez de uma série de fluxos de caixa estáticos. Neste contexto, o autor propõe posicionar as opções reais em um diagrama denominado Espaço de Opções.

O diagrama de Espaço de Opções baseia-se em duas métricas, a primeira, chamada de *valor / custo métrico*, e é definida como o valor dos ativos subjacentes  $S$  dividido pelo VP do investimento  $X$ ; a segunda métrica, chamada de *volatilidade métrica*  $\sigma$ , que é uma medida do risco relacionado ao valor futuro do ativo. Matematicamente, as duas métricas são a acuidade dada pelas equações (46) e (47) (LUEHRMAN, 1998).

$$Valor/Custo = VP(S)/VP(X) \rightarrow X / (1+r_f)^t \quad (46)$$

$$Volatilidade = \sigma\sqrt{t} \quad (47)$$

Onde:

$VP(S)$  é o valor presente dos fluxos de caixa do projeto;

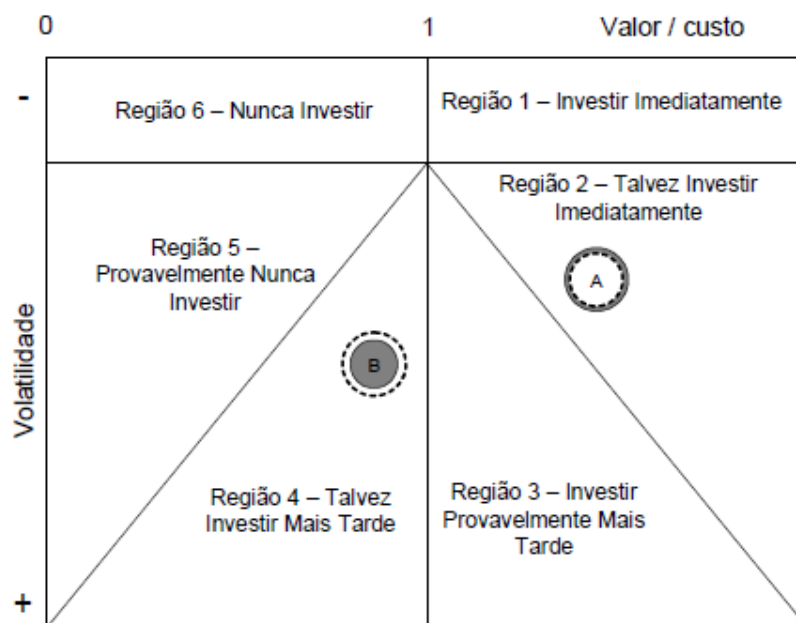
$VP(X)$ , o valor presente do preço de exercício do projeto;

$r_f$  é a taxa livre de risco;

$\sigma$  é o desvio-padrão do retorno do projeto;

$t$  o tempo para a expiração da opção.

Prosseguindo no modelo de Luehrman, os projetos são representados por dois círculos concêntricos em um diagrama. Sendo que o valor do ativo-subjacente  $S$  é indicado pela área de um círculo sólido e o preço de exercício  $X$ , que se refere aos desembolsos requeridos, pela área competente dentro do círculo tracejado. O espaço de opções é dividido em 6 regiões, como pode ser observado na Figura 11, a seguir, e cada uma dessas regiões indica uma ação diferente a ser tomada.



Fonte: Luehrman (1998b, p. 93)  
 Figura 11: Espaço de Opções

A parte superior do diagrama representa a baixa volatilidade, onde se encontram as regiões 1 e 6, que se relacionam ao baixo risco dos fluxos de caixa ou a parcela diminuta de tempo para que a opção se expire. A decisão, neste caso, é investir imediatamente, quando a relação valor-custo é maior que 1, ou nunca investir se menor que 1, nesta região, as decisões são equivalentes às do VPL tradicional.

As regiões 2 e 3 do diagrama representam os projetos cuja relação valor-custo é maior do que 1, mas que podem ser postergados. Aqueles situados na região 2 são considerados projetos *in the money* ( $VPL > 0$ ), e os projetos *out-of-the-money* ( $VPL < 0$ ), situados na região 3. Os projetos da região 2, se exercidos imediatamente, geram resultado positivo, mas há um valor adicional devido à opção de diferimento. Os projetos da região 3, apesar de apresentarem VPL negativo, são propícios, mas ainda não podem ser implementados. Deve-se aguardar a chegada de novas informações para decidir sobre seu exercício.

As regiões 4 e 5 do diagrama representam os projetos cuja relação valor-custo é menor do que 1, mas que ainda podem ser postergados. Concentram-se do lado esquerdo do diagrama os projetos menos promissores. Aqueles sob a região 5 têm baixa incerteza associado, e, conseqüentemente, baixa probabilidade de serem exercidos. Na região 4, apesar de serem projetos de VPL negativo, a elevada incerteza pode fazer com que, no futuro, as condições do ambiente se alterem favoráveis a estes, tornando-os exequíveis.

Com o tempo, as opções tendem a subir no diagrama, em decorrência da redução do

tempo para expirar a opção ou da redução da volatilidade, e caminhar para a esquerda, por causa da redução do valor de diferimento, que faz parte do cálculo do *Valor/Custo*. O estrategista deve tomar ações no sentido inverso, buscando preservar ou aumentar o valor das opções.

### 3.7.4 Método dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo (LSM)

O método Mínimos Quadrados de Monte Carlo – LSM, revela-se uma alternativa promissora ante as tradicionais técnicas de diferenças finitas e árvores binomiais, permitindo o gerenciamento de riscos de múltiplos fatores; o exercício ótimo de opções americanas e a avaliação de opções onde as variáveis de estado seguem um processo estocástico qualquer, ou um processo não-Markoviano.

De acordo com Batista (2007), o primeiro passo do método LSM consiste em definir um número finito de datas em que é possível o exercício antecipado da opção. Desta forma, considerando  $T$  o vencimento do derivativo, assume-se que a vida da opção pode ser dividida em  $D$  intervalos iguais de tamanho  $\Delta t = T / D$ . Uma vez simuladas  $N$  trajetórias para o preço do ativo objeto, Longstaff e Schwartz (2001) consideram que o valor de continuação pode ser, inicialmente, definido por meio da equação (48)

$$F(w, t) = E_Q \left[ \sum_{t_j = t + \Delta t}^T e^{-r(t_j - t)} V(w, t_j, t, T) / \mathfrak{I}_t \right] \quad (48)$$

Sendo que  $t$  representa um instante qualquer dentro do intervalo  $[0, T]$ ,  $w$  representa uma das trajetórias simuladas,  $Q$  representa uma medida de probabilidade neutra ao risco,  $\mathfrak{I}_t$  representa o conjunto de informações disponíveis em  $t$ , e  $V(w, t_j, t, T)$  representa o fluxo de caixa gerado pelo exercício da opção em qualquer instante  $t_j > t$ . Uma vez que as opções americanas podem ser exercidas apenas uma vez em cada trajetória  $w$ , cabe ressaltar que, no máximo, existirá um  $t_j$  tal que  $V(w, t_j, t, T) > 0$ .

Longstaff e Schwartz (2001) supõem que o valor de continuação  $F(w, t)$  pode ser melhor estimado por meio de regressões *cross-sectional* sobre o preço do ativo financeiro. O algoritmo se sustenta na ideia de que  $F(w, t)$  pode ser representado por meio de uma combinação linear de funções base  $B_I$ , cujas constantes são determinadas por meio de uma regressão dos mínimos quadrados. Este raciocínio é representado pela equação (49), onde  $S$

representa o preço do ativo objeto da opção e  $a_l$  representa a constante associada a cada função base  $B_l$ .

$$F(w, t) = \sum_{l=0}^{\infty} a_l B_l(s) \quad (49)$$

Note que a equação (49) considera infinitos termos para o cálculo de  $F(w, t)$ , entretanto, para fins práticos, essa consideração não é viável. Neste caso, o valor de  $F(w, t)$  deve ser aproximado recorrendo-se a um número  $G < \infty$  de funções base, ou seja:

$$F(w, t) \approx F_G(w, t) = \sum_{l=0}^G a_l B_l(S) \quad (50)$$

A partir da equação (50), o método LSM estima o valor de  $F_G(w, t)$  regredindo os valores de continuação, inicialmente calculados em relação às funções base pré-definidas. Em um dado instante  $t$ , tal regressão é realizada levando em conta apenas as trajetórias em que a opção se encontra *in-the-money*, pois somente para estas trajetórias a decisão de exercício antecipado é relevante. Definindo  $\hat{F}_G(w, t)$  como um estimador de  $F_G(w, t)$ , o mesmo pode ser considerado um estimador não tendencioso.

Estimado o valor de continuação da opção, a decisão de exercê-la antecipadamente é tomada, comparando-se o seu valor intrínseco com o valor de continuação estimado. Como no método Binomial e de Grant, Vora e Weeks (1997), o processo iterativo do método LSM é recursivo. O valor da opção  $C_{LS}$  é aproximado, calculando-se a média aritmética da soma de todos os fluxos de caixa  $V(w, t_j, t, T)$   $j$ , onde o exercício da opção ótimo é dado pela equação (51).

$$C_{LS} = \frac{1}{N} \sum_{w=1}^N \sum_{t_j=\Delta t}^T e^{-rt_j} V(w, t_j, 0, T) \quad (51)$$

### 3.7.5 Método de Grant, Vora e Weeks

O método de Grant, Vora e Weeks (1997) - GVW tem a particularidade de calcular previamente a curva de gatilho (*threshold curve*) ou curva de preços críticos de exercício, sendo uma das primeiras metodologias que introduziram este conceito no apreçamento de opções americanas por simulação.

A curva de gatilho é um conceito importante, sobretudo, quando são analisadas opções



reais, sendo possível, por meio desta curva, identificar o período adequado para realizar um investimento. Este investimento ocorrerá, quando o valor do projeto atinja um nível igual ou superior àquele definido na curva. Caso exista a possibilidade de abandonar o projeto, obtendo um valor de recuperação  $X$ , a opção de abandono deverá ser exercida assim que o valor do projeto seja igual ou inferior àquele definido na curva.

O método de Grant, Vora e Weeks (1997) determina o preço crítico de exercício  $Sti^*$  para cada instante de tempo  $ti$ , onde  $i \in \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ . O preço crítico de exercício é o preço da ação ou ativo subjacente  $S$ , que faz com que o valor de exercer a opção em um determinado tempo  $ti$  seja igual ao valor esperado de manter viva a opção para ser exercida em uma data posterior.

Uma vez determinados os preços críticos em todos os intervalos de tempo, calcula-se, de maneira recursiva, o preço da opção, empregando um processo de simulação. O conjunto formado pelos diferentes preços críticos de exercício, a cada instante de tempo  $ti$ , constitui a curva de gatilho ou fronteira de exercício ótima.

O Algoritmo de GVW pode ser resumido da seguinte forma:

1. Discretizar o tempo em  $N = T/\Delta t$ ;
2. Adotar condição terminal  $S_T^* = X$ ;
3. Para  $T - \Delta t$  adotar inicialmente  $ST - \Delta t = S_T^*$ ;
4. Realizar a SMC a partir de  $S_T - \Delta t$  para obter  $S_T$  e, conseqüentemente, obter os valores de  $P_T$ , que será a média dos valores de  $P_T$ ;
5. Verificar se a condição de otimalidade foi satisfeita;
6. Repetir os passos 3 a 5 para os instantes anteriores até chegar ao instante inicial;
7. Após se obter a Curva de Gatilho, calcula-se o valor da opção por meio de uma SMC, parte-se de  $S_0$ , para calcular os valores da opção para cada iteração. O valor final será a média da otimização da Curva de Gatilho de uma Opção Americana.

### 3.7.6 Método de Gamba

Gamba (2002) propôs transformar um problema de opções reais complexas numa série de opções simples, respeitando a estrutura hierárquica das opções, baseado no método dos

mínimos quadrados. A ideia básica da abordagem proposta é: “um problema de orçamento de capital consiste numa lista de opções simples interligadas entre si, de forma que se respeitem as interdependências e a hierarquia entre as opções reais presentes no projeto” (ARAÚJO, 2004, p. 67). Com base nesta interligação, classificam-se as opções como independentes, mutuamente exclusivas e opções compostas.

Ainda segundo Gamba (2002), nas Opções Independentes, o exercício de uma opção não interfere no exercício de outra opção, ou seja, seu valor não é influenciado pelas demais opções. O valor de uma carteira de opções é igual à soma dos valores de todas as opções. Considere-se que existem  $H$  opções, cada uma com prazo de vencimento  $T_h$ ,  $payoffs II(t, X_t)$  e valor  $F_h(t, X_t)$ , onde  $X$  é a variável de estado.

A possibilidade de exercer, independentemente, todas as opções é dado pela equação (52).

$$G(t, X_1) = \sum_{h=1}^H F_h(t, X_h) \quad (52)$$

Esse modelo pode ser evoluído ao considerar as incertezas técnicas de um determinado projeto, uma vez que sobre estas não há prêmio por risco, diferentemente da incerteza de uma variável de estado, sob a qual o prêmio está taxiado.

O modelo também admite que, para cada interligação e hierarquia da lista de opções previamente existente, produz uma equação específica para seu cálculo, como aqui representado pelas opções independentes e sem incertezas técnicas detalhes da técnica em Gamba (2002).

### 3.7.7 Modelo de Paddock, Siegel e Smith

Paddock, Siegel e Smith (1988)<sup>8</sup> usaram a teoria de avaliação de opções, para determinar o preço justo para a concessão de um bloco de petróleo, integrando um modelo explícito de equilíbrio de mercado de um ativo real e a teoria de apreçamento de opções para obter o valor de uma opção real. Um atrativo de desse modelo é a analogia entre as opções financeiras de Black e Scholes e o valor da opção real de uma reserva não desenvolvida de

---

<sup>8</sup> Uma prova detalhada das equações de Paddock, Siegel e Smith (1988) está disponível em [www.puc-rio.br/marco.ind/petmodel.html](http://www.puc-rio.br/marco.ind/petmodel.html). Também pode ser encontrada no livro de Dixit e Pindyck (1994).

petróleo. Essa analogia é mostrada no Quadro 11, a seguir:

Quadro 11: Equivalência entre os parâmetros da equação de B&S e de PSS

Opção Financeira (Black e Scholes)	Opção Real (Paddock, Siegel e Smith)
Valor da opção financeira	Valor da opção real de uma reserva não desenvolvida (F)
Preço corrente da ação	Valor corrente da reserva desenvolvida (V)
Preço de exercício da opção	Custo de investimento para desenvolver a reserva (ID)
Taxa de distribuição de dividendos da ação	Fluxo de caixa líquido de depleção como proporção de V ( $\delta$ )
Taxa de juros livre de risco	Taxa de juros livre de risco ( $r$ )
Volatilidade da ação	Volatilidade do valor da reserva desenvolvida ( $\sigma$ )
Tempo de expiração do contrato de opção	Tempo de expiração dos direitos de investimento ( $\tau$ )

Fonte: Adaptação de Paddock, Siegel e Smith (1988).

A analogia, representada no Quadro 11, também é aplicável para outras Opções Reais. Em vez do valor da reserva desenvolvida, é possível considerar qualquer valor  $V$  de projeto operando (ou pronto para operar) como ativo básico para esse modelo de opções (PADDOCK, SIEGEL e SMITH, 1988).

### 3.7.8 Modelo de Brennan e Schwartz

Brennan e Schwartz (1985) desenvolveram uma metodologia para valorar projetos de mineração mediante a valoração das opções de iniciar, paralisar a lavra, ou manter as operações mínimas ou a um nível de manutenção. O modelo de Black e Scholes (1973) foi utilizado para modelar o preço do ativo subjacente da *commodity*, e formaram um portfólio fictício para o valor da mina.

O modelo assume quatro hipóteses: as taxas de juros são constantes; todos os custos são conhecidos; o minério é perfeitamente homogêneo, e as quantidades de minério são conhecidas.

De acordo com Carvalho (2004), apesar da metodologia de Brennan e Schwartz ser extremamente interessante, sua utilidade, na prática, é limitada por:

1. As hipóteses consideradas sobre o corpo de minério, na prática, são irreais;
2. Poucas operações de mineração podem realmente parar e iniciar quando se deseja,

devido a preços desfavoráveis da *commodity*, além de incorrer em altos custos de paralisação e retomada, quando de fato essa opção for factível.

Faz-se necessário um trabalho criterioso para determinar os custos inerentes ao projeto de forma a incorporá-los no modelo de Brennan e Schwartz.

### **3.7.9 Modelo de Cortazar, Schwartz e Casassus.**

Cortazar, Schwartz e Casassus (2001) apresentam um modelo de opções reais para avaliação de investimentos em exploração de recursos naturais onde as incertezas econômicas e técnico-geológicas são consideradas no processo de avaliação. Deste modo, os autores baseiam-se em duas fontes de incerteza: preços do recurso e aquelas advindas dos procedimentos técnico-geológicos. A incerteza econômica refere-se ao preço de mercado do recurso natural, enquanto a incerteza técnico-geológica refere-se às reservas, aos custos de desenvolvimento e à estrutura de custos.

Nesse modelo, diversas opções reais são consideradas. O cronograma de investimentos em exploração é flexível, podendo ser abandonado e/ou retomado a qualquer momento de acordo com o fluxo de caixa esperado, o que, por sua vez, depende das incertezas inerentes ao preço corrente da *commodity* e das expectativas técnico-geológicas. O modelo leva em consideração diversas fases de exploração, com seus respectivos cronogramas de investimento e probabilidades de sucesso e falha. Ocorrendo o evento “sucesso” em uma fase, surge uma opção de espera para a fase seguinte, existindo também as opções de fechamento, abertura e abandono do projeto na fase de produção do recurso.

### **3.7.10 Modelo de Schwartz e Zozaya (2000)**

Schwartz e Zozaya (2000) propõem um modelo para avaliar investimentos em TI por meio do método das opções reais. Em seu modelo, consideram as fontes de incerteza: o custo do investimento, os benefícios (fluxos de caixa) futuros do projeto.

Segundo Nascimento (2005), um diferencial deste modelo, no entanto, é que, neste, se considera a possibilidade de declínio (ou aumento) nos custos dos ativos de TI. Tal característica permite captar, por exemplo, uma evolução tecnológica, e o efeito imediato de obsolescência da tecnologia. O projeto de aquisição consiste em um investimento em que a

empresa tem a opção de incorrer em um custo  $K$  para obter um ativo de TI. O valor de  $K$  só será conhecido com certeza no instante em que se investir no projeto. No entanto, há incerteza sobre as mudanças futuras de  $K$ . Uma vez adquirido o ativo, a empresa receberá, até o término da vida útil  $T$  deste, um conjunto de fluxos de caixa  $FC$ , que representam os benefícios diferenciais atrelados à aquisição do ativo de TI.

### 3.7.11 Modelo de Majd e Pindyck (1987)

O modelo considera que as decisões são realizadas, sequencialmente, em *time to build* e que, a qualquer momento, a empresa pode suspender o investimento e, depois, recomeçar do ponto que foi desativado, sem custos adicionais. Outra observação importante neste modelo é que a construção não é considerada instantânea e assume que as taxas de construção são constantes, ou seja, como se fosse construída sempre a mesma quantidade em cada etapa. No entanto sabemos que isto, na maioria das vezes, não acontece na prática e que existem custos adicionais no processo de ativação e desativação.

Contudo não considerar a hipótese do *time to build* em sua análise, não traz diferenças qualitativas aos resultados. A inclusão do tempo de instalação apenas acentua o efeito da incerteza.

### 3.7.12 Modelo de McDonald e Siegel

McDonald e Siegel (1985) desenvolvem um modelo sobre o valor da espera timing ótimo, para se investir num projeto que demandassem investimentos irreversíveis e cujos custos e benefícios fossem representados por processos estocásticos de tempo contínuo. Os autores desenvolveram uma metodologia para otimização de investimentos irreversíveis e verificaram que os custos de oportunidade, não capturados pelo método do FCD, podem assumir valores, significativamente, maiores que o investimento original no projeto.

## 3.8 Considerações Finais do Capítulo

O entendimento dos Métodos de Precificação de Opções Reais exigiria uma abordagem bem mais profunda do que a que é exposta aqui. Todavia a explicação dada foi meramente ilustrativa, para contextualizar os processos de análise de valor de opções em

ativos, uma vez que uma discussão mais aprofundada seria demasiadamente longa. A análise dos dados e resultados a serem apresentados exige uma compreensão dos métodos utilizados nos trabalhos acadêmicos relacionados neste estudo de Estado da Arte.

Na próxima seção, são apresentados os procedimentos metodológicos em que a pesquisa foi subsidiada para posterior análise dos dados.

#### 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Dada à apresentação dos modelos de precificação de Opções Reais, e os conceitos fundamentais de análise de investimentos, apresentam-se, nesta seção, os métodos de pesquisas, os quais formaram as bases para a condução desta e para a busca dos prováveis respostas ao problema em investigação e, desta forma, garantir o alcance dos objetivos definidos.

Esta pesquisa caracteriza-se, quanto aos Procedimentos Metodológicos, como Empírico-Analítica, pois busca entender os fenômenos observados na prática e relacioná-los com as teorias existentes. Para Sánchez e Gamboa (1996), as abordagens empírico-analíticas embasam-se no pensamento positivista, priorizam referenciais hipotético-dedutivos, os métodos analíticos e as técnicas quantitativas, delimitando o objeto de estudo em seu todo, isolando e controlando suas partes. O conhecimento produzido pela identificação das partes e relacionando-as entre si pelos princípios da causalidade que permitem explicitar o objeto. Uma abordagem que apresenta em comum a utilização de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados marcadamente quantitativos (MARTINS, 2002).

Quanto aos objetivos considera-se como um Estudo Descritivo, pois visa descrever as características de autores e publicações em nível de pós-graduação *Stricto Sensu*, sobre a Teoria de Opções Reais – TOR. Gil (1999, p. 46) assevera que “as pesquisas descritivas visam à descrição das características de determinada população ou fenômeno, e têm por objetivo levantar as opiniões, atitudes e crenças de uma população”. Busca-se identificar características, descrever e analisar o comportamento da produção científica da TOR, estimar a proporção de elementos numa população que compartilha determinados padrões, bem como descobrir ou verificar a existência de relação entre variáveis, detalhando as temáticas envolvidas, os métodos de pesquisa predominantes, a filiação acadêmica dos pesquisadores os métodos e os *softwares* mais utilizados, dentre outros critérios mostrados neste estudo.

Na definição de quanto ao procedimento a ser utilizado na coleta de dados, do objeto do estudo, caracteriza-se por ser uma Pesquisa Bibliográfica. De acordo com Marconi e Lakatos (2006), neste tipo de pesquisa, a fonte dos dados consiste em documentos primários ou secundários. Estes documentos podem ser oriundos de arquivos públicos ou particulares, ou, ainda, de fontes estatísticas, ou publicações. Para Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e

publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema do qual se procura a resposta. Para Gil (1999), estudos centrados nesta característica de pesquisa correspondem a investigações e descrição a cerca das ideologias, ou aquelas que se propõem à análise das diversas posições na abordagem de um problema.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, segundo Marconi e Lakatos (2006), este estudo pode ser delimitado como Pesquisa Quantitativa, pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento destas por meio de técnica estatística, buscando-se traduzir, em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Esta abordagem, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana, preocupando-se em descobrir e classificar a relação entre variáveis, bem como a busca de relação de causalidade entre fenômenos (RICHARDSON, 2007).

Sobre o aspecto dos Procedimentos Técnicos, é uma Pesquisa Bibliográfica elaborada a partir de material já publicado, constituído, em sua essência, de dissertações de mestrado e teses de doutorado, disponibilizados nas instituições brasileiras como acervo físico e/ou digital. Desta forma, será realizada uma análise bibliométrico-documental da produção científica nacional sobre a temática da Teoria de Opções Reais.

Os estudos de Natureza Bibliométrica são, frequentemente, nomeados de “estado da arte” ou “estados do conhecimento”, tais termos vêm sendo utilizados mais recentemente, especialmente, nos trabalhos que efetuam mapeamento da produção científica numa determinada área, buscando realizar uma síntese integrativa ou conectiva do conhecimento, sobre um determinado tema, para, então, aprofundar a discussão sobre temas específicos.

Esses estudos mapeiam o estado de conhecimento de uma determinada área acadêmica, em diferentes épocas e lugares, buscando identificar e analisar tendências temáticas e metodológicas e principais resultados, tomando como material de análise estudos específicos, traduzidos em artigos, publicações em anais e, especialmente, em dissertações e teses acadêmicas (MELO, 2006). Nesta mesma linha, para Fiorentini e Lorenzato (1994) e Conrado (2005), as pesquisas do tipo Estado da Arte buscam compreender o conhecimento



acumulado, pela realização de um mapeamento sistematizado, de modo a compilar e avaliar a produção científica numa determinada área de conhecimento.

Ferreira (2002) ressalta que os estudos bibliométricos são utilizados por pesquisadores que procuram revelar o conhecimento acerca da totalidade de pesquisas em determinada área de conhecimento, observando tanto aspectos quantitativos como qualitativos, perfazendo um estudo histórico-bibliográfico, desenvolvido por programas de pós-graduação. A autora ainda afirma, o Estado da Arte permite visualizar o que se tem produzido, não sendo esta, apenas uma revisão de estudos anteriores, mas busca, sobretudo, identificar as convergências e divergências, as relações e arbitrariedades, as aproximações e contrariedades existentes nas pesquisas, e evidencia indícios e compreensões do conhecimento a partir de estudos acadêmicos, como teses e dissertações. Nesse sentido, Ferreira (2002, p. 259) expressa que o desafio dos pesquisadores do Estado da Arte está em “[...] conhecer o já construído e o produzido para depois buscar o que ainda não foi feito [...]”.

Esta dissertação constitui-se, como resultado de uma pesquisa Estado da Arte, de caráter bibliográfico, que tem por objetivo apresentar um inventário, inicialmente, de caráter descritivo ou de “mapeamento”, no segundo momento, de caráter analítico, sobre a Teoria de Opções Reais no Brasil.

Pesquisas Estado da Arte permitem indicar os temas mais abordados, conhecer as diferentes perspectivas, abordagens e metodologias empregadas, evitando assim repetição. Em suma, visam à elaboração de uma revisão crítica da produção de uma determinada área. De acordo com Soares (1987, p. 3), tem-se:

Esta compreensão do estado de conhecimento sobre um tema, em determinado momento, é necessária no processo de evolução da ciência, afim de que se ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos, ordenação que permita indicação das possibilidades de integração de diferentes perspectivas, aparentemente autônomas, a identificação de duplicações ou contradições, e a determinação de lacuna e vieses.

#### **4.1 Procedimentos e Etapas Metodológicas**

Dada à apresentação e classificação metodológica deste estudo, em sequência, são descritas as principais etapas metodológicas da pesquisa:

O ponto de partida consiste em identificar as teses e dissertações sobre a Teoria de Opções Reais, no Brasil, desde 1989, com a publicação Cardoso (1989), até o ano de 2012. A pesquisa se deu pela busca de indicadores primários, expressões que implicassem algum

estudo ou publicação nos trabalhos de conclusão de mestrados acadêmicos, mestrados profissionalizantes e doutorados dos Programas de Pós-Graduações brasileiros por sobre a TOR. A escolha desse universo contempla toda a produção nacional dos cursos *Stricto Sensu*, ao se realizar uma busca pelas expressões “Teoria das Opções Reais”, “Opções Reais”, e “Opções” junto às bases eletrônicas de dados dos seguintes portais:

1. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD<sup>9</sup>; do Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica – IBICT; que se constitui em um catálogo nacional de teses e dissertações em texto integral e referencial, provenientes das Instituições de Ensino Superior, possibilitando uma forma única de busca e acesso a estes documentos;
2. Banco de Teses da CAPES<sup>10</sup>, composto por duas ferramentas de busca e consulta à informações sobre teses e dissertações defendidas junto à programas de pós-graduações do país. As informações são fornecidas diretamente à CAPES pelos programas de pós-graduações, que se responsabilizam pela veracidade dos dados;
3. Bibliotecas Digitais de Teses e Dissertações das seguintes instituições: USP, UNICAMP, UNESP, UFSCAR, PUC-RJ, PUC-SP, UFRGS, UFPR, UFF, UFSC, UNIFEI, UFGM, as quais se mostraram mais profícuas sobre o tema;

Realizou-se também o cruzamento dos dados de orientação e produção dos acadêmicos relacionados no banco de dados do CNPQ, na plataforma Lattes, com as informações obtidas nos portais citados, a fim de certificar-se da coleta de dados;

A busca na web também foi auxiliada mediante Motores de Busca, como, por exemplo: os buscadores Google<sup>11</sup> e Google Acadêmico<sup>12</sup>, que se utilizam do Kartoo, um metamotor de pesquisa de informação na web, que apresenta seus resultados na forma de mapas interativos. As buscas são efetuadas com base na escolha de palavras, frases ou expressões de interesse, analisando os resultados obtidos a partir das expressões “Teoria das Opções Reais”, “Opções Reais”, e “Opções”, bem como suas variações no singular.

---

<sup>9</sup> [bdtd.ibict.br](http://bdtd.ibict.br)

<sup>10</sup> [bancodeteses.capes.gov.br](http://bancodeteses.capes.gov.br)

<sup>11</sup> [www.google.com](http://www.google.com)

<sup>12</sup> [scholar.google.com.br](http://scholar.google.com.br)

Após identificar as dissertações e teses relacionadas, estas foram agrupadas por ano. A partir daí, foi realizada a leitura completa de cada trabalho, a fim de buscar maior segurança quanto à classificação proposta e quanto à seleção das informações. No que se refere à análise dos dados, esta foi estruturada em seis momentos abaixo descrito.

O primeiro consistiu-se em um mapeamento da produção acadêmica, no período de 1989 a 2012, haja vista que publicações nacionais sobre TOR, pelo primeiro registro encontrado, se iniciaram a partir de Cardoso (1989), com sua dissertação intitulada: “Análise de Projetos Considerando o Valor de Abandono”. Como universo da pesquisa, obtiveram-se 202 trabalhos catalogados, lista apresentada no Apêndice A, dos quais 182 estão disponíveis on-line em bibliotecas digitais, e outros 20 estão restritos ao acesso físico das instituições nas quais foram realizados os trabalhos, sendo o acesso possível por meio do Programa Brasileiro de Comutação Bibliográfica – COMUT, apresentados no Apêndice A: Cardoso (1989), Agostinho (1990), Oliveira (1990), Batista (1994), Mazzillo Junior (1995), Silva Filho (1995), Barreto (1996), Mannarino (1997), Puccini (1997), Alves (1999), Moura (1999), Abreu Filho (2000), Letichevsky (2000), Mathias (2000), Silva (2002), Silva Neto (2000), Figueiredo Neto (2003), Garcia (2003), Martins (2003), Meirelles (2004), Goulart (2005), Tassari (2006), Lima (2007).

No segundo momento, foi realizada uma análise geral dos trabalhos selecionados, sendo feito o seguinte levantamento: número de trabalhos por titulação acadêmica, por ano, instituição, curso, número médio de páginas por título acadêmico e anos, número de trabalhos por estado, unidade federativa, personalidade jurídica das instituições.

O terceiro momento consistiu em identificar a existência do termo “Opções Reais” nos títulos dos trabalhos, bem como nas palavras-chave, sendo, em seguida, realizado o exame dos aspectos metodológicos das teses e dissertações, identificando se elas traziam informações sobre limitações e/ou trabalhos futuros, e ainda as técnicas de pesquisas e tipos de dados que foram empregados para a sua realização.

No quarto momento, a pesquisa cuidou de investigar e descrever os temas que os pesquisadores abordaram em Teoria das Opções Reais, bem como, os setores de aplicação. Este levantamento tem como objetivo identificar quais foram os setores que tiveram seus projetos mais analisados por meio da TOR e quais temas mais abordados nas pesquisas.

Em uma quinta ocasião, foram identificados os métodos específicos da TOR utilizados para a realização dos trabalhos e os métodos tradicionais tomados como parâmetro de

comparação para analisar os resultados obtidos. Também foram identificados os *softwares* que auxiliaram na realização de cada trabalho e as abordagens dadas pelos autores ao valor do projeto, ao risco e às opções mensuradas.

Realizada a classificação bibliométrica dos trabalhos, recorreu-se ao procedimento estatístico para a mensuração e a relação entre os dados levantados.

Esse tipo de estudo possibilita uma visão geral do que vem sendo produzido na área da TOR e uma ordenação que permite aos interessados perceberem a evolução das pesquisas, bem como suas características e foco, além de identificar as lacunas ainda existentes.

Acima disso, coloca-se o direito à informação, condição inalienável a todo sistema democrático. Nas palavras de Marilena Chauí (1993, p. 146):

Seja qual for o estudo econômico, a posição dentro de um sistema global de dependências sociais, um indivíduo participa da vida social em proporção ao volume e à qualidade das informações que possui, mas, especificadamente, em função de sua possibilidade de acesso às fontes de informação, de suas possibilidades de aproveitá-las e, sobretudo, de sua possibilidade de nelas intervir como produtor de saber.

Encontram-se no apêndice A, as publicações identificadas e em análise, contendo os itens essenciais de referência para fins de consulta, possível repetição da pesquisa, ou submeter os resultados aos princípios de verificação, mensuração e valoração deste Estado da Arte.

No apêndice B, apresentam-se os resumos das teses e dissertações elaborado pelos próprios autores das publicações para uma apresentação prévia, de caráter informativo, para promover a divulgação e facilitar o acesso a esses estudos mapeados.

Todos os trabalhos, inicialmente elencados, tiveram seus resumos analisados, ainda que os procedimentos metodológicos fossem distintos. Segundo Severino (2002, p. 173), o resumo de um trabalho científico deve demonstrar a principal ideia do texto:

O resumo em questão consiste na apresentação concisa do conteúdo de um trabalho de cunho científico (livro, artigo, dissertação, tese etc.) e tem por finalidade específica de passar ao leitor uma ideia completa do teor do documento analisado, fornecendo, além dos dados bibliográficos do documento, todas as informações necessárias para que o leitor/pesquisador possa fazer uma primeira avaliação do texto analisado e dar-se conta de suas eventuais contribuições, justificando a consulta do texto integral.

Os resumos das teses de doutoramento e dissertações de mestrado, no contexto das pesquisas, constitui o principal texto, inicialmente, lido por um possível leitor. Por isso, esses resumos devem ser escritos de maneira plenamente inteligível ao leitor, pois ele tem a dimensão correta do que ler. Verificou-se, na organização do campo amostral, que os resumos

e, conseqüentemente, os *abstracts* possuíam lacunas, não apresentando ou não deixando explícita a ideia central e os métodos nos quais se fundamentaram os estudos, e, apesar de serem indispensáveis nos registros gerais de uma pesquisa, deixaram, por vezes, de atender às exigências científicas.

Mesmo que possa existir insuficiência de dados em alguns desses resumos, houve apenas mudanças tipográficas, não havendo alteração de extensão ou adaptações, os textos foram produzidos pelos próprios autores dos trabalhos e constituem instrumentos indispensáveis, na medida em que sua inserção em catálogos e bases de dados agiliza a atividade de seleção e busca bibliográfica de todos aqueles que se dedicam ao estudo e à pesquisa.

Nas últimas décadas, foram crescentes os avanços tecnológicos, que levam a estruturação e disposição de bancos de dados para a seleção de fontes, cuja sistematização regular de informações possibilita maior abrangência ao levantamento. Ainda que tais bases de dados ampliem o universo contemplado, estas armazenam os dados de forma sintetizada, e priorizam a divulgação dos resumos, o que limita o seu uso, uma vez que, em alguns casos, os resumos não disponibilizam as informações básicas necessárias para análise, requerendo, nestes casos, o exame dos textos originais, ainda que exista dificuldade de acesso a eles.

Dado que a organização de pesquisas realizadas em âmbito nacional e a extensão do espaço geográfico brasileiro dificultam e limitam o acesso a esses dados em tempo real. E o volume cada vez maior de informações sobre determinado conhecimento e bem como a necessidade de divulgá-lo para a sociedade fazem da opção metodológica “Estado da Arte” ou “do Conhecimento” um dos incentivadores a este tipo de pesquisa.

Para a investigação das bases teóricas e acadêmicas dos trabalhos brasileiros sobre a TOR e com o propósito de arrolar o maior número de informações dos trabalhos, estruturou-se a análise de conteúdo dos elementos da pesquisa, tendo por referência a construção de uma matriz de tópicos para análises, conforme mostra a Quadro 12, a seguir.

Quadro 12: Matriz de tópicos para a análise dos trabalhos sobre Opções Reais

Matriz de Análise	
Item	Descrição
1	Autor
2	Titulação Acadêmica
3	Ano (1989 - 2012)
4	Instituição
5	Curso
6	Estado
7	Região Federativa
8	Instituição Pública ou Privada
9	Apresenta o Termo "Opções Reais" no Título
10	Apresenta o Termo "Opção(es)" nas Palavras chaves
11	Apresenta Limitações e/ou Pesquisas Futuras
12	Tipo de Pesquisa
13	Tipo de Levantamentos
14	Tema
15	Setores Econômicos da Pesquisa
16	Software utilizado
17	Opções Analisadas
18	Método de Opções Reais Utilizado
19	Modelo de Opções Reais Utilizado
20	Abordagem do Valor do Projeto
21	Abordagem ao Risco
22	Método de Comparação

Fonte: Autor.

Na próxima seção, será exposta a análise dos dados decorrentes desta pesquisa cujos métodos foram aqui especificados.

## 5. ANÁLISE DOS DADOS

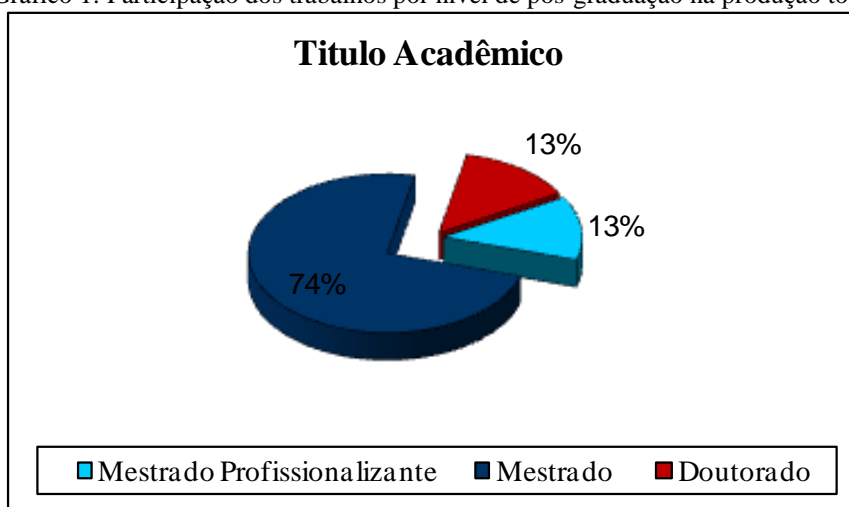
### 5.1 Análise Catalográfica dos Trabalhos Mapeados

O levantamento de dados, para esta pesquisa, em um primeiro momento, ocorreu pela coleta e tabulação das informações de catálogo e referências dos trabalhos que formam a população amostral desta pesquisa bibliométrica sobre a TOR. Para tanto, foi empregado o método analítico descritivo, conforme recomendado por Selltitz et al. (1975), com o intuito de verificar com que frequência um fato ocorre, na análise das variáveis listadas no Quadro 12 da Matriz de Análise, os itens de 1º ao 8º, correspondentes a autor, ano, titulação acadêmica, instituição, curso, estado, região federativa e qualificação da instituição em pública ou privada.

Os dados das 202 produções acadêmicas pertinentes ao tema desta pesquisa foram categorizados a partir da Matriz de Análise, constituindo o objeto principal deste estudo. Como resultado da análise do item 1º da matriz, tem-se que apenas dois autores elaborou trabalho de dissertação e tese de doutoramento sobre a TOR, respectivamente, Batista (2002) no setor de Energético – Petróleo, Batista (2007), no setor Energético – Elétrico, Bastian Pinto (2004), com o estudo aplicado à Tecnologia da Informação e Bastian Pinto (2009), no setor Sucroalcooleiro.

Na análise das titulações acadêmicas, para cuja obtenção os trabalhos foram apresentados, tem-se 74% em trabalhos de mestrado acadêmico, 13% de mestrado profissionalizante, e outros 13% para obtenção de título em doutorado (Gráfico 1).

Gráfico 1: Participação dos trabalhos por nível de pós-graduação na produção total



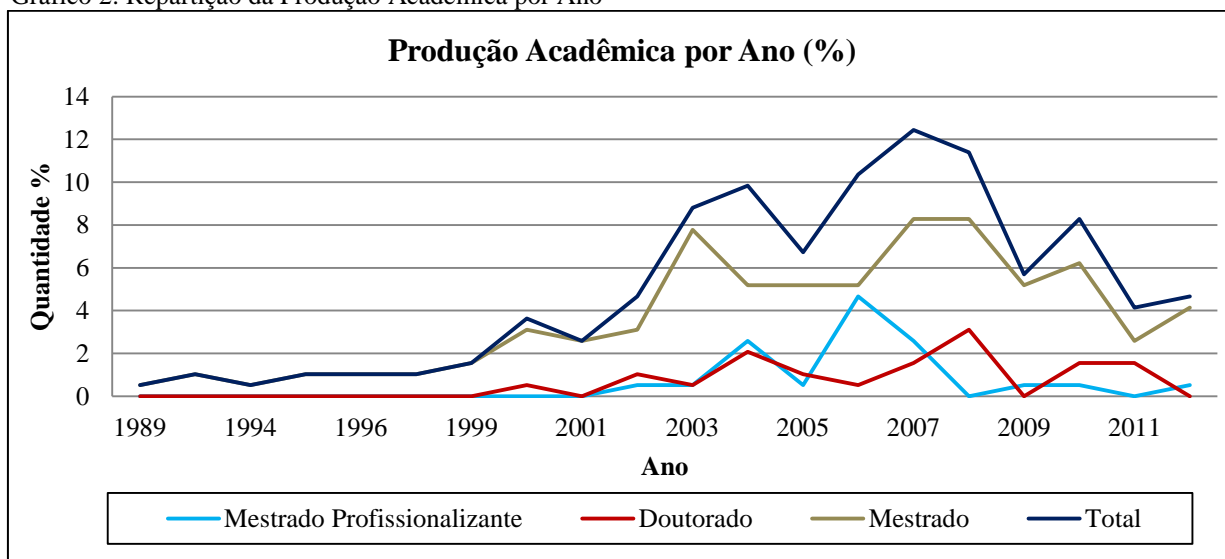
Fonte: Autor

Dado o desenvolvimento da ciência ser ininterrupta, e os saberes se constroem ao longo do tempo, privilegiando, ora um aspecto, ora outro, e que os conceitos sofrem mutações, devido às influências do campo de pesquisa e dos autores nele inseridos, uma pesquisa sobre o “Estado da Arte” deve-se desenvolver, em mesmo sentido, na busca de retratar o mais fielmente a teoria a que se propõe mapear em seu espaço temporal.

Quanto ao período analisado neste estudo, sobre a Teoria das Opções Reais, este se inicia a partir de 1989, ano em que se identificou a primeira publicação acadêmica sobre Opções Reais, com a dissertação de mestrado de Cardoso (1989), intitulada “Análise de Projetos Considerando o Valor de Abandono” até o ano de 2012, momento de conclusão deste levantamento. Faz-se necessário ressaltar a dissertação de Dias (1996), no setor de petróleo, que vem a se tornar a referência nacional em Opções Reais, sendo citado em 44 trabalhos acadêmicos<sup>13</sup>.

A distribuição temporal dos trabalhos mapeados neste estudo é registrada no Gráfico 2.

Gráfico 2: Repartição da Produção Acadêmica por Ano



Fonte: Autor

O Gráfico 2 mostra um crescimento significativo a partir de 2003, ano subsequente à publicação do primeiro livro de Opções Reais em Língua Portuguesa, Copeland e Antikarov (2001) e Copeland e Antikarov (2002), um guia prático de como aplicar a TOR à tomada de decisões.

<sup>13</sup> <http://scholar.google.com.br/> em 11/2013



Um aumento da produção também pode ser observado na produção entre 2002 e 2004, em que saltou de 4% para um percentual de 10%, momento em que se iniciam as conclusões dos Mestrados Profissionalizantes.

Esses dados também nos levam a indagar sobre as razões do interesse pela temática, período em que se recrudesce os debates sobre investimentos em setor de infraestrutura, como o energético, tanto em termos de hidroelétricas e termoeletricas quanto do petróleo, que se revelaram ser os principais setores de aplicação da TOR.

No que tange à titulação, nos documentos analisados, há claro predomínio das dissertações de mestrado, constituindo 74% da produção, enquanto as teses de doutoramento correspondem a 13% do volume investigado. Com referência ao dinamismo da produção, esta decai a partir de 2008, apesar desta baixa, que pode significar uma estabilização da produção sobre o tema, em níveis mais modestos, houve, durante o período analisado, um número expressivo de publicações, em especial, dos trabalhos em nível de mestrado. O mesmo se pode dizer das teses de doutorado, porém, neste, o crescimento se dá de forma mais modesta e não acompanha a taxa de crescimento das dissertações. Esses números podem significar, por um lado, a dificuldade de mobilidade na academia, posto que muitos alunos do mestrado não continuam seus estudos no doutorado; e, por outro lado, podem também indicar que muitos dos discentes que fizeram pesquisas nessa área no mestrado não mantiveram a mesma temática no doutoramento, como identificado pela análise dos autores.

Explorando as Instituições de Ensino Superior – IES, item 4 da Matriz de Análise (Quadro12), cujos discentes têm se dedicado à publicação sobre a TOR, a Tabela 1 evidencia que, um total de 24 IES teve ao menos um trabalho publicado em seus programas de *Stricto Sensu*.

Contudo a mesma tabela corrobora uma concentração da produção acadêmica brasileira, sendo que os 4 programas de pós-graduação mais profícuos sobre a teoria, correspondem a 74% de toda amostra. Observa-se que 48,7% da produção concentram-se na PUC – RJ, tal concentração pode ser explicada pela presença em seu corpo docente do Prof. Dr. Luiz Eduardo Teixeira Brandão, que, desde 1998, se dedica ao estudo da TOR, incluindo a criação da linha de pesquisa e grupo de estudos sobre a teoria.

Tem-se ainda, pela tabela 1, que das 24 IES, 10 programas referem-se aos Mestrados Profissionalizantes, correspondendo a 13% da produção.

Tabela 1: Distribuição da produção por instituição e por titulação

Instituição	Título Acadêmico %			% Total	% Total Acumulado
	MP	M	D		
PUC - RJ	1,0	41,5	6,2	48,7	48,7
FGV - SP	1,0	6,7	2,1	9,8	58,5
USP	0,5	8,3	0,5	9,3	67,9
IBMEC	5,2	0,5	-	5,7	73,6
UNICAMP	-	1,0	2,1	3,1	76,7
UFRGS	0,5	1,6	0,5	2,6	79,3
UFRJ	-	1,6	1,0	2,6	81,9
UFSC	-	2,1	0,5	2,6	84,5
FUCAPE	2,1	-	-	2,1	86,5
UFMG	-	2,1	-	2,1	88,6
PEDRO LEOPOLDO	1,0	0,5	-	1,6	90,2
PUC - SP	-	1,6	-	1,6	91,7
UNIFEI	-	1,6	-	1,6	93,3
MACKENZIE	-	0,5	0,5	1,0	94,3
UFPE	-	1,0	-	1,0	95,3
ESTÁCIO DE SÁ	-	0,5	-	0,5	95,9
FEAD - MINAS	0,5	-	-	0,5	96,4
FUMEC	-	0,5	-	0,5	96,9
IMPA	-	0,5	-	0,5	97,4
INSPER	0,5	-	-	0,5	97,9
PUC - PR	-	0,5	-	0,5	98,4
UFF	0,5	-	-	0,5	99,0
UFPR	-	0,5	-	0,5	99,5
UNESP	-	0,5	-	0,5	100,0

Fonte: Autor

Na distribuição dos cursos com estudos sobre a Teoria de Opções Reais, item 5 do Quadro 12, ressalta-se o curso de Engenharia da Produção com o percentual de 36,8%, das publicações e o curso de Administração com 31,1%, o que corresponde a 67,9% da produção acadêmica brasileira. Como pode ser observado na Tabela 2.

O estudo revela que, aproximadamente, 80% da produção dos trabalhos sobre a Teoria das Opções Reais foram desenvolvidas em 6 instituições de ensino, PUC-RJ, FGV-SP, USP, IBMEC, UNICAMP e UFRGS (Tabela 1) em três cursos, Engenharia da Produção, Administração e Economia, (Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição da produção por curso

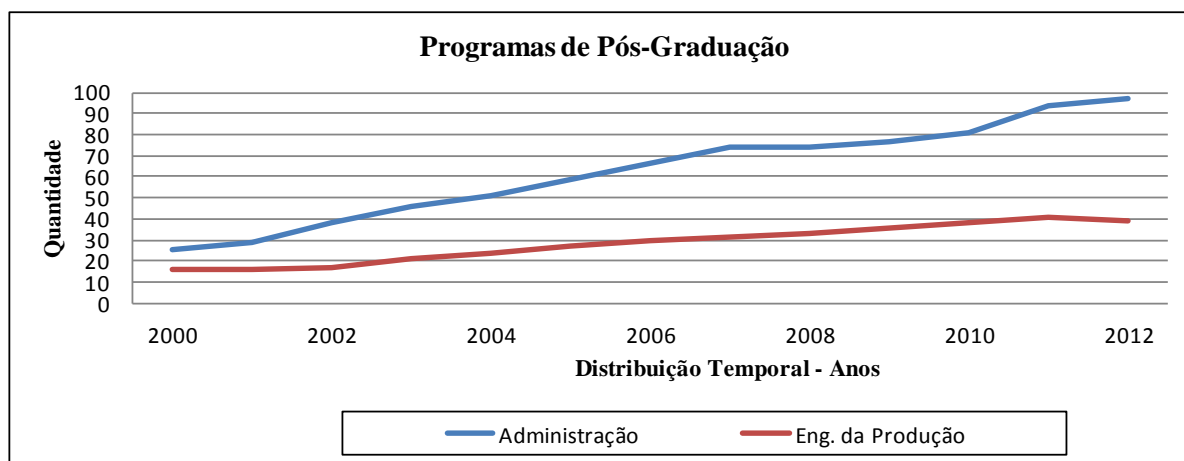
Instituição	Título Acadêmico %			%	Total	% Total Acumulado
	MP	M	D			
Eng. da Produção	-	31,6	5,2	36,8	36,8	
Administração	7,3	20,7	3,1	31,1	67,9	
Economia	2,1	5,2	2,1	9,3	77,2	
Eng. Elétrica	-	4,7	0,5	5,2	82,4	
Contabilidade	2,1	2,1	-	4,1	86,5	
Finanças e Economia	-	3,6	-	3,6	90,2	
Eng. Mecânica	-	2,1	1,0	3,1	93,3	
Gestão Empresarial	0,5	1,0	-	1,6	94,8	
Adm. e Recursos Minerais	-	-	1,0	1,0	95,9	
Matemática	0,5	0,5	-	1,0	96,9	
Agro energia	0,5	-	-	0,5	97,4	
Ciência	-	0,5	-	0,5	97,9	
Ciências e Planej. Energético	-	-	0,5	0,5	98,4	
Eng. Civil	-	0,5	-	0,5	99,0	
Eng. Oceânica	-	0,5	-	0,5	99,5	
Química	-	0,5	-	0,5	100,0	

Fonte: Autor

A análise de investimento consiste em uma área de estudos que faz parte da Administração, Engenharia de Produção e Economia, entretanto há trabalhos pertinentes em 13 áreas do conhecimento, como pode ser observado na Tabela 2.

Pelo exposto, observou-se que há 24 IES, no Brasil, em que pesquisadores, ligados à estas, se dedicam a estudar a Teoria de Opções Reais. Sendo que os cursos mais profícuos sobre o tema são a Engenharia de Produção e Administração, considerando a evolução do número de programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado de ambos os cursos, conforme ilustrado no gráfico 3, seria factível uma quantidade mais expressiva de IES que tivessem alguma linha de estudos que incluísse a TOR.

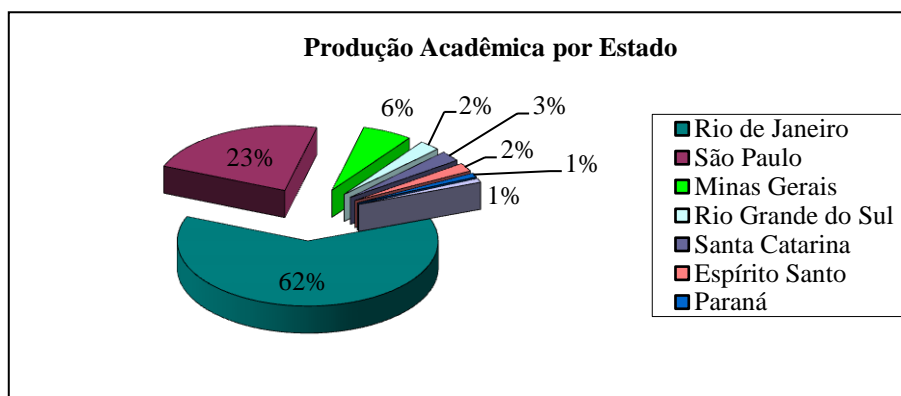
Gráfico 3: Número de programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado



Fonte: Capes (2013)

Passando a avaliar a distribuição dos trabalhos publicados por Estado Federativo, item 6 da Matriz de Análise, pode-se concluir que o Rio de Janeiro, em função, principalmente, dos estudos da Pontifícia Universidade Católica, possui 62% dos estudos na área, ao longo do período analisado, e São Paulo, 23%. Tratando-se de regiões geográficas, a Sudeste abraça 93%, a Sul, 6% e a Nordeste 1% (Gráfico 4). Como grande parte dos estudos está relacionada ao setor petrolífero, com empresas com sede na região Sudeste, indica-se haver algum nível de relacionamento entre estas empresas e as universidades próximas, dado as informações sobre investimentos estratégicos não serem públicas, e, ainda sim, existe um percentual considerável de estudos sobre a aplicação da TOR neste segmento.

Gráfico 4: Produção por Estado-membro da União



Fonte: Autor

As instituições do Sudeste predominam com 90% da produção de pesquisas relacionadas à Teoria de Opções Reais. Nesse sentido, passando a analisar o item 8 do Quadro 12, observa-se, também, a existência de um predomínio das instituições particulares com 74% frente ao percentual de 26% das instituições públicas, o que pode sinalizar uma maior parceria entre as empresas e as universidades privadas, visto as informações referentes à análise de investimentos, nem sempre, serem de domínio público, tendo o acesso restrito para fins de resguardar as estratégias empresariais.

## 5.2 Análise da Presença do Termo Opções, Limites e Tipos de Pesquisa Mapeados

Apresentados as análises primárias de catalogação da amostra, na sequência, são evidenciadas as considerações sobre a pesquisa, no que se refere à utilização das opções para a determinação das condições de investimento e valor econômicos.

Para tanto, e visando demonstrar a abrangência da pesquisa, a Tabela 3 evidencia que,

dos textos analisados, 77,2% contêm em seu título o termo “Opções” e, em grande parte, o termo “Opções Reais”, contudo 23% dos trabalhos não fazem menção a tais termos, entretanto estes estudos são do âmbito deste mapeamento, pois têm como objeto de estudo a TOR. No que se refere às palavras-chave, 66,8% dos estudos fazem alusões ao menos ao termo Opção, confrontando com 33,2% que não indicam qualquer um dos termos, ou que não apresentam as palavras-chave nos elementos prétextuais.

Tabela 3: Termo “Opção” e limitação da pesquisa

Apresenta	Opções no Título	Opções nas Palavras chaves	Limitações e/ou Recomendações para Pesquisas
	%	%	%
Sim	77,2	66,8	58,0
Não	22,8	33,2	42,0

Fonte: Autor

No que se refere à limitação da pesquisa e ou às recomendações para pesquisas futuras, item 11 da Matriz de Análise (Quadro 12), marcou-se “sim” para os trabalhos que apresentavam, em seu corpo, as limitações e/ou contribuição para evolução das pesquisas, de modo que 58% dos trabalhos apresentam um ou ambos os elementos.

No reconhecimento das bases conceituais que suportam e estruturam a configuração metodológica dos trabalhos mapeados, permite-se a descrição e a compreensão dos fenômenos estudados e suas relações ante ao objetivo da pesquisa.

Para tanto, na análise amostral, acerca dos trabalhos sobre a TOR, para os itens 12º e 13º, do Quadro 12 (Tipo de Pesquisa e Tipo de Levantamento), identificou-se a predominância do estudo de caso com 89,2%, que representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único 53% cujo foco é a unidade, um caso excepcional e singular, ou múltiplo representado por 36,2%, nos quais estudos são conduzidos simultaneamente, em diferentes pontos de vista, enfatizando várias organizações ou múltiplos indivíduos, podendo as abordagens da pesquisa ser tanto quantitativas como qualitativas (Tabela 4).

Tabela 4: Estratégia de Pesquisa e Tipos de Dados apresentados no mapeamento (em %)

Tipos de dados	Tipos de Pesquisa %			% Total
	Caso	Multicaso	Experimental	
Primário	9,7	-	-	9,7
Secundário	43,2	36,2	10,8	90,3
Total	53,0	36,2	10,8	100,0

Fonte: Autor

Ainda sobre os aspectos da estratégia de pesquisa, tem-se o percentual de 10,8% dos trabalhos realizados por experimento. Na experimentação, os fenômenos são estudados nas condições determinadas pelo pesquisador. A importância da experimentação está no fato de proporcionar condições privilegiadas de observação, podendo-se repetir os fenômenos e variar as situações experimentais. Ressalta-se, neste momento, a replicagem de pesquisas externa ao Brasil, exclusivamente, para experimentos nas condições locais de nosso país. Assim, a replicagem, repetição de um experimento com diferentes grupos de sujeitos e condições, leva à descoberta de um efeito médio da variável independente em sujeito, situações e tempo.

Os chamados dados secundários, que constituem 90,3% dos dados utilizados para a elaboração dos trabalhos mapeados, Tabela 4, são uma fonte indispensável de informações sobre os mais variados temas, bem como apresentam diversos modelos de utilização na atividade empresarial. O emprego dos dados secundários, porém, nem sempre, é fácil, geralmente, encontram-se dispersos e não formatados para o uso imediato e específico de uma pesquisa ou necessidades. Contudo o desenvolvimento da informática ampliou, enormemente, as possibilidades de coleta e processamento de dados aos pesquisadores.

Por outro lado, 9,7% das pesquisas realizadas sobre o objeto da TOR, apresentaram a utilização de dados primários, coletados diretamente em uma pesquisa de campo ou obtidos a partir de informações das próprias organizações estudadas, extraídos mediante a realização de entrevistas estruturadas, com membros da alta gerência, por meio de questionários ou percepção direta das informações a serem utilizadas.

### **5.3 Análises do Tema, Setores Econômicos e Softwares Empregados**

Apresenta-se neste tópico, as considerações sobre o tema empregado no objeto de estudos dos trabalhos, o setor econômico em que o estudo se aplica e os *softwares* utilizados como auxílio na mensuração dos investimentos pela metodologia de opções.

Sob o aspecto do tema central, assunto ou proposição problemática que orientaram os pesquisadores a dissertar sobre o método da Teoria de Opções Reais, têm-se as seguintes áreas, como revelado na Tabela 5:

Tabela 5: Tema Principal das Dissertações/Teses

<b>Tema</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulado</b>
Projeto de Investimento	74,6	74,6
Valor Econômico	17,1	91,7
Teórico	5,7	97,4
Cenários Econômicos	2,6	100

Fonte: Autor

Respaldados pelo tema de Cenário Econômico, apresentaram-se 2,6% dos trabalhos analisados, visando às tendências que têm levado as instituições a se preocupar com a continuidade das suas operações. A percepção é que os cenários que se configuram para as empresas, são um universo de possibilidades nem sempre favoráveis à sustentar a permanência destas no ambiente econômico. Assim, esses trabalhos buscaram mensurar, por meio, da TOR o risco e volatilidade de se empreender nesses ambientes, transformando informações que tenham importância estratégica em novas percepções. A utilização de cenários prospectivos permite, diante de mudanças ambientais e econômicas, planejamentos estratégicos mais coerentes e maior velocidade em suas decisões.

A temática de Projeto de Investimento corresponde a 74,6% dos trabalhos, e, em sua essência, consiste na aplicação de recurso de capital com a finalidade de obter vantagens econômicas futuras. Neste sentido, tem-se a análise mais restrita do ambiente, se comparado ao Cenário Econômico, anteriormente mencionado, uma vez que este último é restrito e aplicável a apenas um caso ou projeto em avaliação.

As demonstrações contábeis são, geralmente, impróprias para a determinação do valor econômico de uma empresa, pois, dentre outros fatores, normalmente, são fundamentadas em custos históricos afastados dos valores correntes. O valor de uma empresa é movido por sua capacidade de geração de fluxo de caixa ao longo prazo, sendo essa capacidade obtida pela empresa sobre os recursos financeiros investidos em relação ao seu custo de capital. Sob o tema de Valor Econômico, encontram-se 17,1% das teses e dissertações mapeadas, cujo foco se refere ao método de avaliação de empresas pela TOR, com a função de avaliar não apenas o valor das empresas em si, mas também auxiliar nas decisões de investimentos que maximizem este valor.

Finalizando sobre o tema abordado, 5,7% dos trabalhos o enfoque teórico eram o principal tema discorrido. Um texto teórico é aquele que toma a própria teoria como objeto de indagação, articulando teses e conceitos para impetrar os objetivos da pesquisa.

Passando à investigação do item 15, do Quadro 12, referente ao Setor Econômico de aplicação da TOR nos trabalhos mapeados, conforme exibido na Tabela 6, tem-se que o setor energético corresponde a 34% da produção teórica brasileira.

Tabela 6: Setores de aplicação da TOR

<b>Setor Econômico</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulado</b>
Energético - Elétrico	16,6	16,6
Energético - Petróleo	15,5	32,1
Telecomunicações	6,7	38,9
Transporte e Concessões Rodoviárias	5,7	44,6
Tecnologia da Informação	4,7	49,2
Comércio	4,1	53,4
Mineral	4,1	57,5
Mercado Imobiliário e Construção Civil	4,1	61,7
Agronegócios	3,1	64,8
Siderúrgico e Metalúrgico	2,6	67,4
Florestal	2,6	69,9
Química	2,1	72,0
Serviços	2,1	74,1
Financeiro	2,1	76,2
Energético - Gás	1,6	77,7
Biotechnology	1,0	78,8
Papel e Celulose	1,0	79,8
Petroquímica	1,0	80,8
Aeronáutico	1,0	81,9
Farmacêutico	1,0	82,9
Automobilístico	1,0	83,9
Sucroalcooleiro	1,0	85,0
Saúde	0,5	85,5
Naval	0,5	86,0
Licitações	0,5	86,5
Não especificado	13,5	100,0

Fonte: Autor

Ainda na análise do setor Energético, destaca-se o subsetor Elétrico, pois 16,6% dos trabalhos analisados têm como objeto de seus estudos, usinas geradoras de energia elétricas, Hidroelétricas e Termoelétricas. Já o subsetor Petróleo, com 15,5%, representa os investimentos em extração e produção de jazidas petrolíferas, e outros 1,6%, ligados à produção e exploração de Gás Natural.

Observa-se que o setor energético, somado aos setores de Telecomunicações, Transporte e Concessões Rodoviários, Tecnologia da Informação; Comércio e Mineral, correspondem, a 59% da utilização e estudos referentes à TOR.

De fato, a Teoria de Opções Reais é, predominantemente, utilizada em setores de extração de recursos naturais, como de Petróleo, Mineração e, no caso brasileiro, de Energia Elétrica, Hidroelétricas e Termoelétricas por suas características intrínsecas de irreversibilidade de parte do investimento, aliado a uma elevada taxa de riscos, altos investimentos e longo prazo de retorno do investimento.



Contudo cabe ressaltar que tais setores, conjuntamente ao de Telecomunicação passou, ao longo da última década, por profundas modificações, como no caso do setor de Elétrico, que, após a crise de 2001 e 2002, tornou-se foco de reestruturação e investimentos maciços, e que, ainda hoje, recebe grande parte dos recursos públicos para garantir sua ampliação, como corroborado pelas ações do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC.

Lançado em 2007, o PAC (2013), que prevê um investimento de R\$ 503,9 bilhões, dos quais o setor de energia se beneficiará com 55% dos recursos, o eixo de logística ficará com 11%, e o social e urbano com 34%, reforçando a infraestrutura do país. Em 2011, se tem o lançamento da segunda fase, o PAC2, com investimentos da ordem de R\$ 995 bilhões em infraestrutura e obras sociais.

A fundamentação do advento revelado pelo setor de Telecomunicações em terceiro lugar com um percentual de 7%, deve-se à conjectura vivenciada no âmbito de sua abertura em julho de 1998. Quando, a partir de então, ocorreu o processo de privatização do setor de Telecomunicações no Brasil. Passados 14 anos após a privatização da telefonia, o serviço que, antes, era incipiente, com 7,3 milhões de celulares em funcionamento, em 2012, alcançou 261,7 milhões, número 20,4 vezes maior que há 14 anos. A telefonia fixa, o número de linhas em funcionamento quase dobrou em uma década, saltando de 20 milhões, em 1998, para 44,3 milhões, segundo dados da ANATEL<sup>14</sup>(2013).

A chave da expansão foi o volume de investimentos, que, nos últimos 13 anos, chegaram a R\$ 235 bilhões. De acordo com a Abrafix<sup>15</sup>(2013), somente no período de 1998 à 2008, as empresas de telefonia fixa investiram R\$ 140 bilhões para a expansão da infraestrutura e melhoria dos serviços. A Acel<sup>16</sup>(2013) corrobora que do ano 2000 ao fim do segundo trimestre de 2008, as empresas de telefonia celular investiram R\$ 60 bilhões.

Diante dessa proposição, a análise por Opções Reais encontra – se como ferramenta de análise de projetos de investimentos aos gestores do setor, que pode tê-la utilizado como diferencial, ao ponderar a emissão de capital ante as metodologias ortodoxas de investimentos.

Finalizando a Tabela 6, encontram-se outros 18 Setores Econômicos pulverizados em

---

<sup>14</sup> Agência Nacional de Telecomunicações.

<sup>15</sup> Associação Brasileira de Concessionárias de Serviço Telefônico Fixo.

<sup>16</sup> Associação Nacional das Operadoras Celulares.

29% dos trabalhos sobre a teoria e outros 13%, que representam pesquisas teóricas ou que não apresentaram um setor específico.

A análise do item 16, do Quadro 12, referente ao recurso de *softwares* utilizado para o cálculo das opções em estudo, à luz da Teoria de Opções Reais, os autores das teses e dissertações, utilizaram-se das seguintes ferramentas computacionais, conforme estão arroladas na Tabela 7:

Tabela 7: Softwares utilizados para o cálculo das opções reais

Software	%	% Associado	Principal Associação
@Risk	26,4	14	DLP
Desenvolvido pelo Autor	15,0	41	Linguagem Matlab
		20	Linguagem VBA
		7	Linguagem Access
		13	Linguagem C++
		10	Linguagem Fortran
		9	Outras Linguagens
Excel	10,4	21	Econômica
Crystal Ball	6,2	66	Newave
Newave	5,2	-	-
Eviews	1,5	-	-
Outros	4,2	-	-
Não Utiliza Software	31,1	-	-

Fonte: Autor

Dos trabalhos analisados, 26,4% utilizaram-se do *software* @Risk, que é um programa desenvolvido pela Palisade<sup>17</sup>, que se comporta como *add-in* à planilha Microsoft Excel. O programa executa análise de risco valendo-se da Simulação de Monte Carlo, para mostrar as probabilidades de ocorrência de cenário possíveis, e, conseqüentemente, seus resultados, o que significa poder avaliar os riscos a assumir e a evitar, permitindo a melhor tomada de decisão sob incerteza. Sendo que 14% dos casos de utilização do @Risk estavam relacionadas ao emprego do *software* DPL<sup>TM18</sup> (*Decision Programming Language*).

O *software* DPL é desenvolvido pela Syncopation Software, é uma ferramenta de modelagem matemática desenvolvida para a solução de problemas de análise de decisão, proporcionando flexibilidade na modelagem de projetos, incluindo múltiplas incertezas, opções com diferentes características de *payoff* e a aproximação binomial do processo

<sup>17</sup> [www.palisade.com](http://www.palisade.com)

<sup>18</sup> [www.syncopation.com](http://www.syncopation.com)

estocástico Geométrico Browniano.

O modelo de análise mediante de árvores de decisão pode ser utilizado para modelar as flexibilidades gerenciais em tempo discreto, por meio da construção da respectiva árvore, onde os nós de decisão representarão as decisões que os gerentes podem tomar, de modo a maximizar o valor de um determinado projeto.

O desenvolvimento de *software* pelo próprio autor das teses e dissertações, representa 15% do total e que estes se associavam em 41% dos eventos com as linguagens de programação Matlab e 20% ao *Visual Basic Applications* - VBA. O *Matlab* é um sistema para cálculo científico que proporciona um ambiente com uma notação intuitiva, e ainda coloca à disposição do usuário as bibliotecas desenvolvidas nos projetos *LINPACK* e *EISPACK*. Estes projetos elaboraram bibliotecas de domínio público para álgebra Linear, onde a *LINPACK* tem rotinas para solução de sistemas de equações lineares, e a *EISPACK* rotinas para cálculo de autovalores. O VBA é uma linguagem derivada do *Visual Basic*, para a criação de aplicativos e automação de tarefas e rotinas incorporada no pacote de aplicativos *Microsoft Office*.

O *software Crystal Ball* da *Oracle*, que é um aplicativo para análise de risco e incerteza baseado em planilhas *Excel*, para a previsão, simulação e otimização, recorrendo à Simulação de Monte Carlo, foi utilizado em 6,2% dos trabalhos sendo que, em 66% dos casos, estavam associados ao programa computacional NEWAVE.

O modelo NEWAVE, desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL é baseado na técnica de Programação Dinâmica Dual Estocástica, para planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos, o qual é composto por quatro módulos computacionais: módulo de cálculo do sistema equivalente, módulo de energias afluentes, módulo de cálculo da política de operação hidrotérmica e módulo de simulação da operação.

A utilização de planilha eletrônica foi evidenciada em 10,4% dos trabalhos, neste caso, tem-se o emprego exclusivo deste *software*, uma vez que o *@Risk* e o *Cristal Ball* são executados sobre a plataforma de uma planilha eletrônica.

O Eviews, com 1,5% de representação nos trabalhos mapeados, é um programa de estatística para Windows, criado pela QMS, usado, geralmente, para análises econométricas e estatísticas.

O banco de dados Económica apresentou-se em 21% dos trabalhos ligados à Teoria

de Opções Reais, com utilização exclusiva de planilha eletrônica em *Excel*.

A utilização de outros *softwares* que não os citados acima, corresponderam a 4% do levantamento desenvolvido neste trabalho, e a aplicação de tais programas remonta a um ou outro estudo, e, por esta razão, não lhes foram concebidos valores estatísticos, mas estão descritos a seguir:

*Statgraphics* é um programa para gerenciar e analisar valores estatísticos. Possui quatro módulos principais: um editor estatístico (*StatReport*), que prepara relatórios com dados variáveis; um assistente estatístico (*StatWizard*), que sugere os métodos mais adequados para recompilar e analisar dados; além de uma conexão estatística (*StatLink*), que conecta o livro de análise (*Statfolio*) com a fonte de dados. Este se destaca, especialmente, por suas capacidades para a representação gráfica de todo tipo de estatísticas e o desenvolvimento de experimentos, previsões e simulações em função do comportamento dos valores.

O *Stochastic Dual Dynamic Programming* - SDDP é um modelo de despacho hidrotérmico com representação da rede de transmissão com usinas individualizadas, com restrições de transmissão, que calcula a operação ótima estocástica em base mensal, para horizontes de médios e longos prazos. Como principais resultados, o SDDP permite a análise, em médio prazo, de parâmetros como vertedouros localizados, expectativa de armazenamento por reservatório, carregamento de linhas de transmissão considerando restrições energéticas simulando 80 a 200 séries de chuva, para gerar cenários de demanda termoeletrônica e custos marginais de operação.

O uso dessa ferramenta reforça as análises eletroenergéticas. O modelo calcula a política operativa estocástica de mínimo custo de um sistema hidrotérmico, levando em consideração os detalhes operativos das usinas hidrelétricas e térmicas, representação de mercados "spot" e contratos de fornecimento, incerteza hidrológica, o sistema de transmissão, a variação da demanda e as restrições de suprimento de gás natural.

O SISPINUS, um sistema que permite a definição do melhor tipo de desbaste para a floresta de Pinus, a época e intensidade ideais para sua realização e a idade ideal para o corte final. Pode-se avaliar o estoque de madeira disponível no presente, e a cada ano futuro, em termos de volume total e volume por tipo de utilização industrial, como laminação, serraria, celulose e energia. O sistema possibilita, também, a análise da rentabilidade do povoamento.

O *Statistical Package for Social Sciences* - SPSS é uma aplicação de tratamento

estatístico de dados, com aporte a tomada de decisão, que inclui aplicação analítica, *Data Mining*, *Text Mining* e estatística.

Tem-se ainda a utilização do *software* Minitab Statistical, o Maple Gretl, pacote de *software* para análise econométrica, além do *software* Timing desenvolvido por Dias (1996) em VBA.

#### 5.4 Análise dos Elementos Intrinsecamente Relacionados à TOR

Apresentadas a análise dos elementos de mapeamento e as referências, bem como dos itens periféricos aos estudos de opções, analisam-se, nesta seção, os itens 17 a 22 do Quadro 12, para os trabalhos catalogados. Sendo estes elementos diretamente relacionados à utilização e aplicação da TOR nos trabalhos.

As opções, analisadas na população de trabalhos mapeados, são mostradas na Tabela 8, com suas respectivas proporções.

Tabela 8: Opções Reais mensuradas

Opção	%	% Acumulada
Diferimento	9,3	9,3
Expansão, Abandono	8,8	18,1
Expansão	8,3	26,4
Compra	6,7	33,1
Abandono	5,2	38,3
Opção de Conversão ( <i>Input/Output Switch Option</i> )	5,2	43,5
Compra, Venda	3,6	47,1
Diferimento, Abandono	3,6	50,7
Expansão, Abandono (Compostas)	3,6	54,3
Opções Exóticas, Opções com Barreiras (Garantia)	3,6	57,9
Diferimento, Expansão	3,1	61,0
Suspensão Temporária, Abandono	3,1	64,1
Abandono, Mudança de Uso	2,6	66,7
Diferimento, <i>Time-to-build</i> , Abandono	2,6	69,3
Expansão, Contração	2,6	71,9
Venda	2,1	74,0
Suspensão Temporária	1,6	75,6
Aprendizado (Arco-Íris)	1,2	76,8
Diferimento e Abandono (Compostas)	1,1	77,9
Diferimento, Expansão e Abandono (Compostas)	1,0	78,9
Diferimento, Expansão, Contração e Abandono	1,0	79,9
Diferimento, <i>Time-to-build</i>	1,0	80,9
Mudança de Uso	1,0	81,9
Compra, Abandono	1,0	82,9
Outras	7,8	90,7
Sem Opções	9,3	100,0

Fonte: Autor

Os modelos mais básicos de avaliação de investimento pela TOR consideram,

geralmente uma empresa que possua uma opção de investir em um ativo real, cujos retornos sejam incertos e modelados a partir de um processo estocástico, outras premissas são que o investimento possui desembolsos imediatos, não sequenciais e que os custos totais são conhecidos e certos.

Nesse cenário, a opção de diferimento ou espera tem sua mensuração em 9,3% dos trabalhos, seguida às possibilidades de expansão e abandono com 8,8%, sendo que a opção de somente expansão do investimento inicial é calculada em 8,3% dos casos e, assim, sucessivamente são apresentados os dados na Tabela 8.

As opções observadas no mapeamento se constituem, em 92%, do tipo americanas, que podem ser exercidas a qualquer momento até o seu vencimento. Outro aspecto demonstrado, e extraído pela análise, refere-se à opção de *time to build*, com o percentual acumulado de 8%, indicando que, na maioria dos projetos, o investimento requerido foi incorrido de uma só vez, não considera os investimentos de capital como uma série de desembolsos (*outlays*) no tempo que possibilitaria a criação de valiosas opções de abandono a cada estágio, considera-se, também, que a construção do empreendimento se dá de forma imediata. Para os trabalhos que incluem, em seu escopo, a opção de *time to build*, considerando os desembolsos escalonados, assim como a construção do empreendimento em uma linha temporal, que acentua o efeito positivo que as incertezas podem, gerar e, agregar valor ao investimento pela composição de opções que surgem no decorrer do projeto.

Finalizando a Tabela 8, encontra-se estratificado, com 2% de ocorrência das opções imobiliárias que dizem respeito à Opção de Exclusividade. Exclusividade na compra de terreno, a opção de Expandir com Exclusividade, adquirindo partes desmembradas de um terreno maior, incorporando-os ao empreendimento mediante opção de compra assegurada. E ainda, opção de primeira recusa, prioridade na compra do imóvel. Estas são as possibilidades mais restritas ao mercado imobiliário.

## 5.5 Métodos e Modelos de Cálculo da TOR

Passando a investigação dos métodos utilizados para o cálculo das opções, mediante a Teoria de Opções Reais, observa-se, nos trabalhos analisados, que houve o predomínio dos métodos de Programação Dinâmica com 42,9% seguido pela aplicação de Métodos de Simulação, com 26,5%, acumulando um total de, aproximadamente, 70% da amostra, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Método da Teoria das Opções Reais utilizado para cálculo

<b>Método TOR</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulada</b>
Programação Dinâmica	42,9	42,9
Simulação	26,5	69,4
Equações Diferenciais Parciais	18,5	87,9
Programação Dinâmica e Equações Diferenciais Parciais	2,6	90,5
Programação Dinâmica e Simulação	2,6	93,1
Algoritmos Genéticos e Teoria <i>Fuzzy</i>	0,5	93,6
Equações Diferenciais Parciais e Simulação	0,5	94,1
Não Apresentaram Método	5,9	100,0

Fonte: Autor

O Método de Equações Diferenciais apresenta-se em 18,5% dos casos; em sequência, a associação da Programação Dinâmica e Simulação e Programação Dinâmica e Equações Diferenciais, ambas com 2,6% de representatividade a mensuração do valor das opções, por meio de Algoritmos Genéticos e Teoria de conjunto *Fuzzy*, é apresentado somente no trabalho de Lazo Lazo (2004), no setor de petróleo e para o cálculo de opções de Expansão e Informação.

Outros 5,9% dos trabalhos referem-se aos trabalhos teóricos ou em que o método não pôde ser identificado.

A Tabela 10, a seguir, estratifica os modelos de avaliação de Opções Reais aplicados, e evidência os principais modelos utilizados na mensuração das opções mapeadas.

Tabela 10: Modelo para cálculo das Opções Reais

<b>Método TOR</b>	<b>Modelo TOR</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Programação Dinâmica</b>		<b>42,9</b>	
	Modelo Binomial		39,7
	Modelo Binomial e Quadrinomial		1,6
	Opções Reais Equivalentes		0,5
	Outros		1,1
<b>Simulação</b>		<b>26,5</b>	
	Simulação Monte Carlo		25,4
	Mínimos Quadrados Monte Carlo		1,1
<b>Equações Diferenciais Parciais</b>		<b>18,5</b>	
	Black - Scholes		11,1
	Outros modelos de Equações Diferenciais		7,4
<b>Programação Dinâmica e Equações Diferenciais Parciais</b>		<b>2,6</b>	
	Modelo Binomial e Black - Scholes		2,1
	Modelo Binomial e Aproximação Analítica		0,5
<b>Programação Dinâmica e Simulação</b>		<b>2,6</b>	
	Modelo Binomial e Simulação Monte Carlo		2,1
	Modelo Binomial e Mínimos Quadrados Monte Carlo		0,5
<b>Algoritmos Genéticos e Teoria Fuzzy</b>		<b>0,5</b>	
<b>Equações Diferenciais Parciais e Simulação</b>		<b>0,5</b>	
	Black - Scholes e Simulação Monte Carlo		0,5
<b>Não Apresentaram Método</b>		<b>5,9</b>	

Fonte: Autor

Observa-se um predomínio do Modelo Binomial para o cálculo de opções com 39,7%, seguido pelo Método de Simulação Monte Carlo e, finalmente, o modelo de Black e Scholes somando, juntos, 76,1% da amostra. Os demais trabalhos correspondem à utilização de mais de uma metodologia de precificação de opções e de métodos já conhecidos, como árvores trinomiais e quadrinomiais, que são derivadas do modelo binomial, simulação mediante outros modelos estatísticos que não Monte Carlo, como Mínimos Quadrados Monte Carlos.

Por vezes, os autores se utilizam de softwares denominados “caixas pretas”, os quais não deixam explícito os métodos utilizados para o cálculo das opções. É imprescindível que os autores cite as opções que estão sendo exercidas e os métodos para o cálculo da TOR, que são abordados em seus trabalhos.

## 5.6 Abordagens do Projeto e do Risco no Cálculo da TOR

O ativo-subjacente no contexto das Opções Reais, por não ser negociado no mercado, como no caso das Opções Financeiras, deve ser calculado por meio de projeção ou utilizar o valor do VPL, sem flexibilidade como ativo subjacente do projeto hipótese *Market Asset Disclaimer*.

A Tabela 11, a seguir, indica os métodos de abordagem do valor do projeto utilizado no cálculo das opções reais.

Tabela 11: Abordagem do Valor do Projeto

Abordagem do Valor do Projeto	%	% Acumulada
Movimento Geométrico Browniano	32	32
Simulação Monte Carlo	18	50
Processo Reversão Média (PRM)	4	54
PRM E MGB	4	58
Árvore de Eventos	2	60
Mínimos Quadrados de Monte Carlo	2	62
Programação Dinâmica Dual Estocástica.	2	64
Valor Presente Líquido	2	66
Não apresenta método	34	100

Fonte: Autor

Pelo exposto pela Tabela 11, verifica-se que a abordagem do valor do projeto é principalmente calculada pelo Movimento Geométrico Browniano e Simulação de Monte



Carlo, respectivamente, com 32% e 18%. O processo de reversão à média, por se mostrar mais adequado em alguns casos, quando se possui um amplo histórico de preços do ativo subjacente, constitui 4% dos estudos.

Neste momento vale ressaltar o uso da hipótese do *Marketed Asset Disclaimer*, para que se adote o valor presente do próprio projeto, sem flexibilidade, como ativo subjacente sujeito a risco, considerando como melhor estimativa não tendenciosa do valor de mercado do projeto, aparece, explicitamente, em 2% dos trabalhos e é de se concluir que os estudos que não apresentaram método de Abordagem do Valor do Projeto utilizem esta metodologia por ser mais simplista e facilmente mensurável.

Na Tabela 12, a seguir, são apresentados os métodos de abordagem ao risco dos trabalhos analisados.

Tabela 12: Método de Abordagem ao Risco para o cálculo de Opções

Método de Abordagem ao Risco	%	% Acumulada
<i>Hurdle rate</i>	44	44
Monte Carlo	42	86
Movimento Geométrico Browniano	8	94
Multiplicidade de cenários	2	96
Números <i>Fuzzy</i>	2	98
Programação Dinâmica e Movimento Geométrico Browniano	2	100

Fonte: Autor

A Tabela 12 evidencia os métodos de abordagem e gerenciamento de risco, os processos de identificação e tratamento dos riscos para adicionar valor sustentável às operações da empresa, mediante o cálculo de Opções Reais.

A maioria dos trabalhos, 44%, incorporam o risco nos cálculos por meio do uso de uma *hurdle rate*, que é uma taxa de desconto normalmente utilizada pelas corporações para avaliar VPL de projetos. Essa taxa é baseada na melhor estimativa para uma taxa de desconto apropriada, considerando a natureza incerta e volátil de outras taxas teoricamente corretas, tais como custo de oportunidade de capital e custo de capital médio ponderado. As taxas são ajustadas para valores mais altos, refletindo, por exemplo, risco político externo, e para valores mais baixos, quando há competição para adquirir propriedades.

Outros 42% servem-se de simulação para a incorporação do risco a análise. Contudo ressalva-se que em sua maioria, a contemplação dos riscos se dá em nível estratégico, sendo

os riscos operacionais por vezes negligenciados pelos estudos.

Na sequência, a Tabela 13 expõe os métodos de análise de investimento que são utilizados em conjunto com a TOR, para efeitos de comparação entre os resultados obtidos dos investimentos em análise.

Tabela 13: Método com o qual se comparou o resultado da TOR

<b>Método de Comparação</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulada</b>
Valor Presente Líquido	55	55
Outro método TOR	8	63
Valor de Mercado	4	67
Não apresenta	33	100

Fonte: Autor

No que se refere aos métodos de comparação dos resultados obtidos pela avaliação por Opções Reais, 55% dos trabalhos confrontam os dados com o Valor Presente Líquidos dos projetos. Outros 8% acareiam com algum outro método da TOR, como, por exemplo, a avaliação pelo modelo binomial com os resultados da equação de Black e Scholes.

Dos trabalhos analisados, 4% comparam o valor obtido pela TOR, com o valor efetivo de mercado, e é de se esperar que estes trabalhos estejam sob tema de Valor Económico. Finalizando, 33% dos trabalhos apresentam o valor obtido com opções, não o comparando com outros valores.

## **5.7 Limitações do Estudo Realizado e Pesquisas Futuras**

Esta seção tem por objetivo expressar algumas limitações dos catálogos ou bancos de dados sobre a produção académica elaborada nesta dissertação, no que se refere a uma divulgação adequada desta. Os dados bibliográficos dos trabalhos, listados no Apêndice A, permitem uma primeira divulgação da produção mapeada, ainda que sem uma análise crítica sobre os mesmos.

Os resumos, relacionados nos Apêndice B, reduzem essa limitação, fornecendo subsídios para uma análise previa, porém, por serem muito sucintos, em muitos casos, são insuficientes para a divulgação dos resultados e das possíveis contribuições da produção para o desenvolvimento da Teoria de Opções Reais. Sendo necessária a leitura completa ou parcial do texto final da tese ou dissertação para obter as informações detalhadas do trabalho (resultados, subsídios, sugestões metodológicas etc.), podendo, assim, abstrair os elementos

da produção acadêmica por meio da realidade constituída pelo conjunto dos trabalhos mapeados.

Destaca-se, também, que o acesso ao material de pesquisa pode constituir limite severo na realização do Estado da Arte. Quando as teses e dissertações não são publicadas em formato digital, e só estão disponíveis nas bibliotecas dos programas de pós-graduação, é preciso recorrer ao sistema COMUT. A consulta local é inviável em função da dimensão territorial brasileira, e pelo sistema COMUT o processo é dispendioso e demorado, o que torna restrito e difícil o acesso às pesquisas.

A delimitação e a abrangência da população dos trabalhos mapeados impõem barreiras as quais inexistem no dinamismo e aprimoramento da teoria, visto que uma pesquisa sobre o “Estado da Arte” é sempre inconclusa, pois a evolução da ciência é ininterrupta, vai se construindo ao longo do tempo, em diferentes abordagens. Nesse sentido, os conceitos sofrem mutações, devido às influências do campo de pesquisa e dos atores nele inseridos. Diante do exposto, este trabalho se limita em termos temporais, sendo o mapeamento desde 1989 a 2012. Em termos territoriais, o recorte da população restringe-se às publicações de Teses e Dissertações desenvolvidas em programas de pós-graduação brasileiros.

Quando se pensa em pesquisas na modalidade “pesquisas do Estado da Arte”, dificilmente, supõe-se que possa haver produções acadêmicas absolutamente descartadas, pela simples hipótese de não estarem no mesmo patamar de produções em nível de trabalhos de conclusão de mestrado ou de doutorado, sendo esta a invisibilidade da produção acadêmica em questão. Parte-se, então, do pressuposto de que os artigos acadêmicos produzidos, por vezes, advêm dos próprios trabalhos de conclusão, por serem uma síntese elaborada a partir do amplo estudo já realizados pelos autores. Outra questão, dados aos limites de tempo para a realização deste mapeamento, que, diferentemente da evolução teórica brasileira, sobre a TOR, deve conter um ponto de finalização, optou-se pela centralização dos estudos de conclusão dos programas, em detrimento das produções de artigos científicos.

No caso da presente pesquisa, essas limitações poderiam ser relacionadas às seguintes etapas: as escolhas feitas para a constituição do universo empírico desta tese, bem como as categorias de análise que advêm ao processo de isolamento e discussão dos fenômenos ressaltados, acham-se, de certa forma, comprometidas com um processo de seleção, que, obviamente, inclui a eleição de alguns ângulos de observação, em detrimento de outros.

Nesse sentido, os instrumentos de pesquisa utilizados, sendo, em sua essência, o

método quantitativo, têm como antecedente a doutrina denominada positivismo, tendo como principais características o empirismo, a objetivação, e como ferramenta, a quantificação estatística. Entende-se que os resultados estatísticos, encontrados por meio da análise bibliométrica, não constituem um fim em si, mas são mobilizados para compor a dimensão coletiva da atividade de pesquisa e o processo dinâmico da construção de conhecimento sobre a TOR.

Outra limitação decorrente ao processo de análise consiste em que os autores dos trabalhos mapeados, por vezes, não explicitam os elementos centrais e metodológicos utilizados no decorrer da pesquisa, não deixando claros os procedimentos e classificação metodológica ou o método da TOR utilizado como objeto de estudo. Estas lacunas presentes nos trabalhos fazem com que o investigador do trabalho de Estado da Arte faça inferências, tendo por base os elementos implícitos perceptíveis no decorrer o texto mapeado.

Como pesquisas futuras e complementares a esta, dever-se-á avaliar a estrutura de colaboração entre as instituições de pesquisa no país, no que se refere à disseminação da pesquisa sobre a Teoria de Opções Reais. Partindo-se do pressuposto de que o conhecimento científico deve ser construído socialmente, influenciado pelos pares que se compõem estruturalmente na rede de relações entre as instituições, buscando-se não somente descrever tais relacionamentos, mas também entender como esta estrutura afeta a produção do conhecimento no país e elucidar a estrutura no campo científico e preencher lacunas existentes.

## 6. Considerações Finais

As incertezas presentes nas análises de investimentos criam oportunidades que podem levar a uma tomada de decisão ativa e flexível, de tal forma a agregar valores significativos aos projetos em análises. Neste cenário, encontram-se, principalmente, os projetos em que não haja garantias em relação aos fluxos de caixas futuros, o que permite, e por vezes se faz necessário, novas avaliações ao longo do período de implantação do projeto.

Deste modo, podem-se aproveitar as condições ambientais desfavoráveis e elevar o valor presente dos fluxos de caixa esperados do projeto, pelo exercício do direito de opção, quer seja pela minimização das perdas com a redução de escala, a interrupção ou o abandono do projeto, ou ainda, pela maximização dos ganhos, quando há possibilidades de expansão após um período de espera por condições favoráveis.

Em mercados e economias incertas, fazem-se imprescindíveis novas abordagens para a consolidação das decisões de investimentos, e, neste campo, encontra-se a Teoria de Opções Reais. Contudo, mesmo que a teoria seja capaz de subsidiar as tomadas de decisões, esta deve ser desenvolvida e difundida para que possa ser utilizada com efetividade por acadêmicos e profissionais que necessitam de novas metodologias de análises.

Assim, motivou-se pelo mapeamento dos trabalhos acadêmicos sobre a TOR, e os resultados apresentados não esgotam todas as possibilidades de análise a partir dos dados coletados, mas mostram algumas tendências da produção de trabalhos de conclusão de programas de pós-graduação *Stricto Sensu*.

Em síntese, a pesquisa resultou no mapeamento e na análise das teses e dissertações produzidas nos programas de pós-graduação *Stricto Sensu* no Brasil, a partir de 1989. Procura-se apresentar um panorama geral dessa produção científica, tendo presente a seguinte questão norteadora: Qual é o estado do conhecimento da Teoria das Opções Reais no Brasil, considerando a análise de teses e dissertações para o período de 1989 a 2012?

Para responder a essa questão, realizou-se um mapeamento da produção científica sobre a Teoria de Opções Reais, constituída por um conjunto de 202 trabalhos de mestrado e/ou doutorado. Os primeiros estudos mapeados foram publicados em 1989, sendo que, dos 23 anos de abrangência deste mapeamento, os primeiros dez anos foram de uma produção em termos quantitativos incipientes, já que apenas 6% da produção correspondem a este período.

Durante estes anos iniciais, são pontuais as produções acadêmicas brasileiras sobre a teoria, sem que houvesse a pulverização do conhecimento, permanecendo restrito a uma única universidade, PUC-RJ, em que se destaca o professor Dr. José Paulo Teixeira, com a orientação de 9 dos 12 trabalhos publicados, entre os anos de 1989 a 1999, os quais introduzem a discussão sobre a teoria no Brasil.

Esses trabalhos constituem a introdução do conhecimento e disseminação da teoria nos programas de formação acadêmica brasileiros. Isto, pois, nos treze anos subsequente foram produzidas 190 pesquisas, em 23 universidades, consolidando a TOR nos estudos de pós-graduação *Stricto Sensu* no Brasil.

A compilação dos dados deste estudo evidencia que, mesmo com a ampliação do número de programas com publicações sobre a TOR, existe uma concentração expressiva sob os programas da PUC - Rio de Janeiro, FGV - São Paulo, USP e IBMEC, correspondendo a 74% da produção científica analisada. Corroborando que a TOR ainda não foi disseminada de forma expressiva e que a produção dos trabalhos se encontra concentrada em poucas instituições e regiões geográficas, apesar de ser desenvolvida por diferentes cursos de pós-graduação no Brasil.

Destaca-se, também, a diversidade de setores em que os trabalhos analisados foram aplicados, o que exige dos estudiosos um embasamento sobre os aspectos intrínsecos a cada projeto, dadas as particularidades e informações específicas, exigidas para a percepção das oportunidades gerenciais existentes.

Neste sentido, 25 setores econômicos já apresentaram trabalhos relacionados a seus projetos de investimentos, havendo, ainda, um amplo campo a ser explorado em, praticamente, todos os setores listados na Tabela 6, e outra infinidade de segmentos econômicos aptos a receber estudos e análises relacionadas à Teoria de Opções Reais.

Também-se identificou a presença primordial dos setores em que há comercialização do ativo subjacente no mercado financeiro, como o energético e de mineração, correspondendo a 36% dos trabalhos de conclusão. Copeland e Antikarov (2001) corroboram que os preços das *commodities* podem ser usados como base para o Ativo Subjacente Sujeito ao Risco, e se pressupõe que a volatilidade das *commodities* seria igual à do projeto sem flexibilidade.

Dentre os trabalhos levantados, há primazia da utilização de métodos baseados em Simulação e na Programação Dinâmica, para a avaliação de opções, totalizando 72% dos

métodos aplicados. Sendo utilizados os modelos de Simulação Monte Carlo e modelos de treliça binomial e métodos binomiais logarítmicas, este último adequado aos projetos de maior complexidade, com múltiplas opções e desembolsos. Menos empregados são os métodos que envolvem as Equações Diferenciais Parciais, como os métodos das Diferenças Finitas e Aproximações Analíticas devido a sua complexidade de uso e restrição dos métodos quanto à consideração de opções americanas e pagamentos de dividendos.

O foco dos estudos sobre opções em ativos reais concentra-se em investimentos não sequenciais e não interdependentes. Apesar da contribuição teórica destes trabalhos, os seus valores práticos são limitados, pois os projetos da vida real são complexos e envolvem uma variedade de opções com valores que podem interagir si.

A ampla exploração da estratégia de investimentos sequenciais faz-se necessária, uma vez que os projetos não são constituídos de desembolsos únicos, especialmente, quando a empresa exerce e sofre as forças de mercado em decisões irreversíveis, necessitando de um prêmio, o valor da opção, para compensar as oportunidades futuras do investimento.

Neste mesmo sentido, faz-se imperativo avaliar as opções de paradas temporárias, sob a presença de custos decorrentes de parar e/ou reativar a produção. Torna-se oportuno avaliar as possibilidades de retomada ou a parada de imediato, ou ainda, a postergação da decisão ao longo prazo, mediante ao custo de execução da opção.

As análise das Opções Reais, em sistemas flexíveis de fabricação, estão sendo avaliadas em um contexto isento de custo de alternância entre as flexibilidades, o que, por vezes, não ocorre, exigindo que os pesquisadores assumam a incidência de custos em decorrência da flexibilidade operacional.

A pluralidade de abordagens e de enfoques teóricos e metodológicos encontrados na produção brasileira reforça a maturidade alcançada pela teoria, mesmo que a priori as aplicações da TOR impliquem, espontaneamente, maior aplicabilidade na área de investimento e exploração de recursos naturais, isto, pois existe a disponibilidade dos preços das *commodities* negociados em mercado de volatilidade e a longos prazos. Entretanto os estudos se mostram desvinculados de tal premissa, assumindo a hipóteses de negação do ativo negociado – *Marketed Asset Disclaimer*, e passando os conceitos a serem aplicados a várias abordagens como demonstrado pela Tabela de Temas, Tabela setores e ainda métodos de aplicação da TOR mapeados.

Essa prerrogativa indica haver estudiosos formando uma massa crítica diversificada e

consistente para produzir um salto qualitativo e teórico na área. O que pode ser confirmado pelo crescimento do campo editorial de livros e revistas acadêmicas que estimulam e subsidiam a produção interna de estudos e aplicações da teoria.

Pela análise dos dados, verifica-se a necessidade de suplementar a análise clássica de opções com princípios e ferramentas da Teoria dos Jogos, capaz de incorporar contramedidas de competidores sob diferentes estruturas de mercado, sendo que apenas os seguintes autores relacionam ambas as teorias em seus trabalhos: (OLIVEIRA, 1999; RAMOS, 2007; TEIXEIRA, 2007; DALBEM, 2010).

As Opções Reais podem garantir valiosas opções de crescimento e desenvolvimentos futuros, em ambientes altamente concorrentes, de grande volatilidade. Neste aspecto, pode-se ressaltar a sua utilização em Pesquisa e Desenvolvimento, sendo ainda incipiente a produtividade de trabalhos, relacionando os seguintes autores a este tema: (SANTOS, 2001; MIRANDA FILHO, 2005; AMARO SOBRINHO, 2006; COSTA, 2007; LEITE, 2011).

Deve-se, ainda, explorar a implementação de processos alternativos aos tradicionais movimentos *brownianos* ou *random walk*, quer seja um processo de reversão à média, ou análises *bayesiana*, ou ainda processo alternativo com *jump*, buscando uma melhor representatividade das oscilações de preço do ativo-subjacente. Para os processos com *Jump*, destacam-se os trabalhos de (AIUBE, 2005; ABREU, 2008).

Necessita-se, inclusive, abordar os setores que ainda não foram contemplados com estudos empíricos, e explorar novas possibilidades para os setores nos quais existem aplicações da teoria, em especial, aqueles com baixa representatividade no número de aplicações. As aquisições estratégicas de outras empresas também envolvem, com muita frequência, diversas opções de crescimento, alienação e fusão, que, analisadas sob a óptica da TOR, podem constituir um amplo campo para mensurar valor estratégico das decisões.

Outro campo a ser explorado pela teoria seria a das Opções num contexto da Governança Corporativa, em que as possíveis opções devem ser analisadas e divulgadas sob os aspectos de transparência e sem conflitos de agência.

Para finalizar, o fato de uma teoria, como a de Opções Reais, ser um processo dinâmico, cuja avaliação depende da consideração de um conjunto de fatores em interação e, principalmente, da dimensão temporal/histórica. Mesmo que, no caso brasileiro, o andamento teórico remonte aos primórdios das décadas iniciais ao surgimento da teoria com opções competitivas e estratégicas de forma conceitual. Com ressalva de alguns casos, em que ocorre



o emprego de métodos e estudos, podem ser equiparados aos esforços de estudiosos e pesquisadores nos países exteriores, em desenvolver a TOR. O que pode ser verificado pela confrontação das análises apresentadas, com as conclusões de Trigeorgis (2007), em que aborda o constructo da evolução internacional da TOR.

A abrangência e a diversidade da produção acadêmica, aqui contemplada, trouxeram para discussão da temática de avaliação um conjunto de vertentes que enriqueceram a concepção sobre a TOR, mostrando sua complexidade e relevância para os estudos da área. Acredita-se que o esforço empreendido nesta pesquisa, referente ao campo avaliativo, servirá de contribuição para os estudiosos da área, especialmente, na compreensão do percurso da concepção avaliativa no panorama da investigação brasileira.

Que o salto de qualidade que se espera nos estudos sobre a Teoria de Opções Reais, a partir do conhecimento da própria realidade, venha superar o já realizado, a fim de galgar patamares mais consolidados.

Permanece o desafio de uma profunda e contínua reflexão do grupo de pesquisadores em Opções Reais, para acompanhar a evolução das principais linhas de trabalho, tendo em vista “saber onde estamos”, corrigir trajetórias e formular, de modo sustentável, prioridades de pesquisa a médio prazo sobre TOR.

## REFERÊNCIAS

ABREU, P.; STEPHAN, C. **Análise de investimentos**. Rio de Janeiro, Campus, 1982.

AMARAL, E. G. **Juros sobre o capital próprio**: impacto no custo de capital e no valor das companhias. Dissertação (Mestrado) Faculdades IBMEC. Rio de Janeiro, 2005.

AMRAM, M. KULATILAKA, N. Uma nova disciplina para as decisões. **HSM Management**, Nov./Dez. 1999.

AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Strategy and shareholders value creation: the real option frontier. **Journal of Applied Corporate Finance**, v.13, n.2, 2000.

AMRAN, M.; KULATILAKA, N. **Real options**: managing strategic investment in uncertain world. Boston: Harvard Business School Press, 1999b.

ARAÚJO, R. O. de. **Avaliação de opções reais através do método dos mínimos quadrados de monte carlo**. Rio de Janeiro, 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

ASSAF NETO, A., **Finanças corporativas e valor**, São Paulo, Ed. Atlas, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/>. Acesso em: set. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS TELEFÔNICO FIXO – ABRAFIX. Disponível em: <http://www.abrafix.org.br/>. Acesso em: set. 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS OPERADORAS CELULARES - ACEL. Disponível em: <http://www.acel.org.br/>. Acesso em: set. 2013.

BARBOSA, L. S. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. Rio de Janeiro, 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Orientador: José Paulo Teixeira.

BATISTA, F. R. S. **Estimação do valor incremental do mercado de carbono nos projetos de fontes renováveis de geração de energia elétrica no Brasil**: uma abordagem pela teoria das opções reais. Rio de Janeiro, 2007. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BITTENCOURT, M. V. L., Séries temporais, **IESDE - Inteligência Educacional e Sistemas de Ensino**, 2012. [https://atepassar.s3.amazonaws.com/demo\\_pdfs/econometria\\_03.pdf](https://atepassar.s3.amazonaws.com/demo_pdfs/econometria_03.pdf)

BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy**, V. 81. p. 637-54, 1973. Disponível em: <http://riem.swufe.edu.cn/new/techupload/course/200742423245359181.pdf> Acesso em: julho de 20012.

BLACK, F. Capital market equilibrium with restricted borrowing. **The Journal of Business**, v. 45, n. 3, p. 444-455, ano 1972.

BOITEUX, C. D. **Administração de projetos: técnicas modernas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1982.

BOYLE, P. P. Options: a monte carlo approach. **Journal of Financial Economics**, v.4, n.3, p. 323-338, mai. 1977.

BRANDÃO, L. E. T. **Uma aplicação da teoria das opções reais em tempo discreto para avaliação de um projeto de concessão rodoviária**. Rio de Janeiro, 2002. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifica Universidade Católica Rio de Janeiro. Orientador: José Paulo Teixeira.

BRASIL, H. G. **Avaliação moderna de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

BRASIL. **Lei no 9.249**, de 26 de dezembro de 1995. Altera a legislação do imposto de renda das pessoas jurídicas, bem como da contribuição social sobre o lucro líquido, e da outras providencias. Disponível em <<http://www.senado.gov.br/sicon>>. Acesso em 01/03/2012.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. **Princípios de finanças empresariais**. Lisboa: McGraw-Hill Portugal, 1998.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. **Principles of corporate finance**. 6 ed. Irwin/McGraw-Hill, 2000. 1093.

BRENNAN, M. J.; SCHWARTZ, E. S. Finite difference methods and jump processes arising in the pricing of contingent claims: a synthesis. In: SCHWARTZ, E. S.; TRIGEORGIS, L. (Ed.) **Real Options and investment under uncertainty: classical readings and recent contributions**. Cambridge: The MIT Press, 2001, p.559-570.

BRENNAN, M.; SCHWARTZ, E. Evaluating natural resource investments, **Journal of Business** 58, 135-157. 1985.

BRIGHAM, E. F.; HOUSTON, J. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. 4ª Ed, Rio de Janeiro: Campus, 1999.

BRITO, N. R. O. **Mercado de capitais e a estrutura empresarial brasileira**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1981.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

CALDAS, M. P.; TINOCO, T.; CHU, R. A. Análise bibliométrica dos artigos de RH publicados no ENANPAD na década de 1990: um mapeamento a partir das citações dos heróis, endogenias e jactâncias que fizeram a história recente da produção científica da área. Encontro Nacional da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, 27, 2003. Atibaia- SP. **Anais ANPAD**, 2003.

CAMARGOS, M. A.; Coutinho, E. S.; Amaral H. F. O perfil da área de finanças do ENANPAD: Um levantamento da produção científica e de suas tendências entre 2000-2004. **Anais eletrônicos XXIX EnANPAD - Encontro da ANPAD**. 2005.

CAMÕES, L. V de. **Soneto 030**. 1595.

<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/bv000164.pdf>

CARDOSO, C. B. C. **Análise de projetos considerando o valor de abandono**. 1989. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1989.

CARVALHO, R. M. **A utilização conjugada de técnicas de opções reais e simulação geostatística**: metodologia para integrar modelos geológicos na avaliação de projetos de mineração. Campinas, 2004. 190 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas.

CASSAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CAVALCANTI, M. **Gestão estratégica de negócios**: evolução, cenários, diagnóstico e ação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

CHADWELL-HATFIELD, P. Financial Criteria, capital budgeting techniques and risk analysis of manufacturing firms. **Journal of Applied Business Research**; n.13, p. 95-104. 1996/1997.

CHANCE, D. M.; PETERSEN, P. P. **Real options and investment valuation**. The Research Foundation of the Association for Investment Management and Research. 2002.

CHAUÍ, M. **Cultura e democracia**: O discurso competente e outras falas. São Paulo: Editora Cortez. 1993.

CHEN, N.; ROLL, R.; ROSS, S. Economics forces and the stock market. **Journal of Business**, Chicago, v.59, n.3, p.383- 403, Jul. 1986.

COHEN, R. B.; GOMPERS, P. A.; VUOLTEENAHU, T. Who under reacts to cash-flow news? Evidence from trading between individuals and institutions. **Journal of financial Economics** v.66, n.2,3 2002. Artigo disponível em: <http://www.nber.org/papers/w8793.pdf> . Acesso junho de 2003

CONRADO, A. L. A pesquisa brasileira em **Etnomatemática**: desenvolvimento, perspectivas, desafios. 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1988.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações**: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções reais**: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos. Trad. Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COPELAND, T. E.; KEENAN, P. T. How much flexibility is worth? **Mckinsey quarterly**, New York, n. 3, p. 38-48, 1998.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas** - valuation. Tradução: Maria C.S.R. Ratto. McKKinsey & Company, Inc.. São Paulo: Makron Books, 2000.

CORTAZAR, G. Simulation and numerical methods in real options valuation. Pontificia Universidad Catolica de Chile. 2000. Disponível em: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=251653](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=251653)

CORTAZAR, G.; SCHWARTZ, E. S.; CASASSUS, E. Optimal exploration investments under price and geological-technical uncertainty. **A Real Options Model. R&D Management**, fevereiro, p. 181-189, 2001

COSTA, B. E; CUNHA, R. L. da; RIBEIRO, K. C. S.; CAPM retorno justo X retorno de mercado; **Revista da FAE**, ano 11, n.1. p. 69-78 jan, 2008.

COSTA, E. A. da. **Gestão estratégica**. São Paulo: Saraiva, 2002.

COX, J.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, nº 7, Otu., p. 229-264. 1979.

DAMODARAN, A. **Finanças corporativas aplicadas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DIAS, M. A. G. **Investimento sob incerteza em exploração e produção de petróleo**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

DIAS, M. A. G. Valuation of exploration and production assets: an overview of real options models. **Journal of Petroleum Science & Engineering**, 44, p. 93-114, 2004.

DIAS, M. A. G. **Opções reais híbridas com aplicações em petróleo**. 2005. Tese (Doutorado

em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

DIXIT, A. Investment and hysteresis. **Journal of Economic Perspectives**. no 6 (1): 107-132. 1992.

DIXIT, A.; PINDYCK, R. S. The options approach to capital investment. In: SCHWARTZ, E. S.; TRIGEORGIS, L. (Ed.) **Real Options and investment under uncertainty**: classical readings and recent contributions. Cambridge: The MIT Press. P. 61-78, 2001.

DIXIT, A.; PYNDICK, R. S. **Investment under uncertainty**. Princeton: Princeton University Press, 1994.

FAMÁ, R.; PENTEADO, M. de B. Será que o beta que temos é o beta que queremos? **Caderno de Pesquisas e Administração**. São Paulo, v.9, n.3, P 37-51, jul./set. 2002.

FARIAS, F.; A. **Valuation of ordinary and complex american options**. DEI-PUC. Rio, 2003. 143p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

FARO, C.; FARO, Paula M. L. de. **Projetos com mais de duas variações de sinal e o critério da taxa interna de retorno**. Ensaios Econômicos nº 342. Escola de Pós-graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, fev. 1999.

FERNANDES, A. C.; SANTOS, C.M. **Avaliação de estratégias de investimento com opções**. Porto: Faculdade de Economia do Porto, 2001. Disponível em <<http://www.fep.up.pt/investigacao/workingpapers/wp113.pdf>>. Acesso em: dezembro de 2012.

FERREIRA, N. S. de A. **As pesquisas denominadas “estado da arte”**. **Educação e Sociedade**, São Paulo, Nº 79, p. 257-272, agosto, 2002.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

FISHER, I. **The theory of interest** – as determined by impatience to spend income and opportunity to invest it. New York: Kelley e Millman, 1954.

FLEISCHER, G. A. **Teoria da aplicação do capital**: um estudo das decisões de investimento. Trad. Miguel Cezar Santoro. 4 reimpressão. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

FOLTA, T. B.; O'BRIEN, J. P. Entry in the Presence of Dueling Options. In: **International Annual Conference On Real Options**, 6., jun. 2002, Paphos, 152 Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2002>>. Acesso em: abril 2012.

FORTUNA, E. **Mercado Financeiro**: produtos e serviços. Rio de Janeiro: Qualitymark

Editora, 2005, 16ª edição.

FORTUNA, E. **Mercado Financeiro: produtos e serviços**. 13ª.ed. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark. 1999.

GAMBA, A. Real options valuation: a monte carlo approach. Faculty of Management, University of Calgary. **Working Paper Series**, 2002.

GÊNESIS. **Bíblia Sagrada**. Tradução do Centro Bíblico Católico, 88. ed. São Paulo: Editora Ave Maria, 1980.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GLASSERMAN, P. **Monte Carlo methods in financial engineering**. New York: Springer-Verlag, 2004,

GRANT, D.; VORA, G.; WEEKS, D. E. Path-dependet options: extending the monte carlo simulation approach. **Management Science**, Vol 43, N° 11, Novembro. 1997.

GRANT, J. L. **The EVA revolution**. Chapter 1. March, 2003. Artigo disponível em: <[http://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/34/04712348/0471234834.pdf](http://media.wiley.com/product_data/excerpt/34/04712348/0471234834.pdf)>. Acesso em: abril de 2012.

GRENADIER, S. The persistence of real estate cycles. **Journal of Real Estate Financial Economics**, 38, 207-331, 1995.

GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, E. **Administração financeira**. Trad. Célio Knipel Moreira. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

GRUNDFEST J. A.; HUANG P. H. The Unexpected Value of Litigation: A Real Options Model of Litigation and Settlement; **Harvard Law School Law & Economics Workshop**, 2006; Institute for Advanced Study in Princeton.

HARVEY, C. R. **Recovering expectations of consumption growth from an equilibrium model of the term structure of interest rates**. December, 1986. Thesis. University of Chicago. Chapter 1. Disponível em: <<http://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Research/Thesis/CHD1.pdf>>. Acesso em: outubro 20012>.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 4 ed. revista e ampliada, São Paulo: Atlas, 1989.

HORGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de Custos**. 9 ed. Rio de Janeiro : LTC, 2000.

HOWARD A. A.; STEPHEN D.; IRL B. **Cálculo, volume** , Bookman, 2007, 8º edição

HULL. J. **Opções, futuros e outros derivativos**. 3ª. Edição. Bolsa de Mercadoria e Futuros. 1998.

JOHNSON, H. Options on the maximum or the minimum of several assets. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, 22 (3), 277-284, 1987.

KASSAI, J. R.; ASSAF NETO, A.; SANTOS A. dos; CASA NOVA S. P. C.; FIPECAFI. **Retorno de investimento**: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KAZAY, H. F. **O planejamento da expansão da geração do setor elétrico brasileiro utilizando algoritmos genéticos**. Tese (Doutorado) Rio de Janeiro: PPE/COPPE/UFRJ. 2001.

KEMNA, A. G. Z. Case Studies on Real Options. **Financial Management**, p.259-270. 1993.

KNIGHT, F. H. **Choice under risk and Uncertainty** – General Introduction. 2005.

KULATILAKA, N.; PEROTTI E. C. Strategic growth options. **Management Science**, 44, 8, August, 1021-1031, 1998.

LAMBRECHT, B.; PERRAUDIN, W. Real Options and preemption under incomplete information. In: **International Conference On Real Options**, 3., jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: maio de 2013.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimento**: construção e avaliação do fluxo de caixa. São Paulo: Lapponi, 2000.

LAW, A. M.; KELTON, W. D., **Simulation modeling and analysis**, IME-USP, São Paulo. 2001

LAZO LAZO, J. G. **Determinação do valor de opções reais por simulação monte carlo com aproximação por números fuzzy e algoritmos genéticos**. Rio de Janeiro, 2004. 190 f. Tese (doutorado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Orientador: Marley Maria B. R. Vellasco.

LEAL, R., OLIVEIRA, J.; SOLURI, A. Perfil da pesquisa em finanças no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, V. 43, N.1, 91-104. 2003.



LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. **Review of Economics and Statistics**, v.47, n.1, p.13–37, 1965.

LONGSTAFF, F.A.; SCHWARTZ, E.S. **Valuing American options by simulation**: a simple least-squares approach, *The Review of Financial Studies*, v.14, n.1, p. 113-147. 2001.

LUEHRMAN, T. A . Valuation used to be the province of financial specialists. That`s no longer true. What`s It Worth ? A General Manager`s Guide to Valuation. **Harvard Business Review**, p. 132-142, Mai/Jun, 1997.

LUEHRMAN, T. A. Investment opportunities as real options: getting started on the numbers. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, July-August, p. 51-67, 1998.

LUEHRMAN, T. A. Strategy as a Portfolio of Real Options. **Harvard Business Review** Sep-Oct, 1998b.  
<http://engineeringexecutiveforum.com/Internal%20files/Strategy%20As%20a%20Portfolio%20of%20Options.pdf>

LUENBERGER, D. **Investment science**. New York: Oxford University Press, 1998.

MAGEE, J. F. How to use decision trees in capital investment. **Harvard Business Review**, p. 126-28, Set/Out, 1964.

MAJD, S.; PINDYCK, R. S. Time to build, option value and investment decisions. **Journal of Financial Economics**, v. 18, p. 7-27, Mar. 1987.

MAJD, S.; PINDYCK, R. S. Time to build, option value and investment decisions. **Journal of Financial Economics**, v. 18, p. 7-27, Mar. 1987.

MAJD, S.; S. Myers. Abandonment value and project life. **Advances in Futures and Options Research**, 1-21. 1990.

MANNARINO, R. **Introdução à engenharia Econômica**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

MARCHETTI, V. **Risco e decisão em investimento produtivo**: a abordagem da probabilidade. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1995.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006

MARGRABE, W. The value of an option to exchange one asset for another. **The Journal of Finance**, 33 (1), Mar, 177-186, 1987.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, v.7, n.1, p.77–91, 1952  
Disponível em: <http://cowles.econ.yale.edu/P/cp/p00b/p0060.pdf>

MARKS, D. H. The evolving role of systems analysis in process and methods in large-scale public socio-technical systems. System symposium, Mai 2002. **Massachusetts Institute of Technology Engineering Systems Division**. Disponível em: <http://esd.mit.edu/WPS/ESD%20Internal%20Symposium%20Docs/ESD-WP-2003-01.08-ESD%20Internal%20Symposium.pdf>. Acesso em: março de 2013.

MARRECO, J. M. Otimização dinâmica sob condição de incerteza na produção de petróleo. Working Paper, CEPEAD, UFMG. In: **XXIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2001, Campos do Jordão - SP. SOBRAPO, Rio de Janeiro.

MARTINS, G. de A. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MARTINS, G. de A. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

MARTINS, V. I. O. **Avaliação da fronteira de abandono de uma rota aérea doméstica brasileira**. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) – Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2005.

MASON, R.; WEEDS, H. Can greater uncertainty hasten investment? In: **International Annual Conference On Real Options**, 7., july. 2003, Washington, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2003>. Acesso em: agosto de 2012.

MASSON, S P.; MERTON, R. C. The role of contingent claims analysis in corporate finance. **Recent Advances in Corporate Finance**. Homewood, ed. E. Altman and M. Subrahman Yam IL, p.8-54, 1985.

MCDONALD, R. L. SIEGEL, D. R, Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down. **International Economic Review**, v.26, n. 2, June, p.331-349. 1985.

MELIN, B. B. **Análise das opções reais de um empreendimento de mineração utilizando simulação de monte carlo**. Belo Horizonte, 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Minas Gerais.

MELO, M. V. **Três décadas de pesquisa em educação matemática: um estudo histórico a partir de teses e dissertações**. 2006. 288f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MERTON, R. C. Theory of Rational Option Pricing. **The Bell Journal of Economics and Management Science**, v. 4, n. 1, p. 141-183, 1973.

MERTON, R. C. **Continuous time finance**, 1990. Disponível em: <[http://www.prmia.org/pdf/Merton\\_Notes/Chpt6.pdf](http://www.prmia.org/pdf/Merton_Notes/Chpt6.pdf)>. Acesso em: junho 2012.

MICALIZZI, A. Timing to Invest and Value of Managerial Flexibility – Schering Plough case study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON REAL OPTIONS, jun. 1999, Wassenaar/Leiden, Netherlands. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers1999>>. Acesso em: maio de 2013.

MILLER, L. T.; PARK, C. S. Decision making under uncertainty – real options to the rescue?. **The Engineering Economist**, v. 47, n. 2, p. 105-150, 2002.

MINARDI, A. M. A. F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento**. São Paulo: Atlas, 2004.

MINARDI, A. M. A. F. Teoria de opções reais aplicada a projetos de investimentos. **Revista de Administração de Empresas – RAE / EAESP/FGV**, São Paulo, v. 40, n.2, p.74-79. abr/jun. 2000.

MODIGLIANI, F.; MILLER, M. The cost of capital, corporate finance and the theory of investment. **American Economic Review**, v.48, n.3, p.261-297. 1958.

MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L.R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MORAES, M. M. B. **Uma aplicação da teoria de opções reais para avaliação de um projeto de investimento do setor de biotecnologia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissionalizante Em Administração) - Faculdade de Ciências Humanas de Pedro Leopoldo. 2006.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: Tomada de Decisões em Projetos Industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

MYERS, S. C. Finance theory and financial strategy, **Midland Corporate Finance Journal**, New York, v.1, p 6-13, 1987.

MYERS, S.C. Determinants of corporate borrowing, **Journal of Financial Economics**, v. 5, n. 2, 147-176, Nov. 1977.

NASCIMENTO, A. F. **Avaliação de investimentos em tecnologia da informação: uma perspectiva de Opções Reais**. 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. NEVES, Cesar das. **Análise de Investimentos: projetos industriais e engenharia econômica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: Conceitos, Metodologia e Práticas**. 13 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

OPTIONS INSTITUTE. **Options, essential concepts and trading strategies**. 3º Ed., new York, McGraw-Hill, 1999, 441 p.

PADDOCK, J. L.; SIEGEL, D. R.; SMITH, J. L. Option valuation of claims on real assets: the case of offshore petroleum leases. **Quarterly Journal of Economics** V.103, N 3, 479-508.1988.

PAMPLONA, E. de O.; MONTEVECHI, J. A. B. **Engenharia econômica I**. UNIFEI, 2005, Apostila. Disponível em: < <http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Apostee1.PDF>> Acesso em julho de 2012.

PAMPLONA, E. de O.; MONTEVECHI, J. A. B. **Engenharia econômica II**. UNIFEI, 2005, Apostila. Disponível em: <<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Engecon2/Apostee2.pdf>> Acesso em março de 2012.

PASIN, R. M; MARTELANC, R.; SOUSA, A.F. **A flexibilidade do processo decisório e o valor da opção de adiamento**. VI SEMEAD - Seminários em Administração FEA-USP. Ensaio Finanças. 2004.

PAXSON, D. A. Multiple state property options. **The Journal of Real Estate Finance and Economics**, 30:4, p. 341–368, 2005.

PENTEADO, M. A. de B.; FAMÁ, R. Será que o beta que temos é o beta que queremos? **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 9, n. 3, jul./set. 2002.

PESSOA, G. A. **Avaliação de projetos de mineração utilizando a Teoria das opções reais em tempo discreto**: um estudo de caso em mineração de ferro. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Fundação Getulio Vargas. Rio de Janeiro. 2006.

PILÃO, N. E.; HUMMEL R. V. **Matemática financeira e engenharia econômica**: a teoria e a prática de análise de projetos de investimentos. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

PINDYCK, R. S. Investments of uncertain cost. **Journal of Financial Economics**, v. 34, n. 1, p. 53-76, Aug 1993.

PINDYCK, R. S. Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm. **American Economic Review**, December 1988.

PINTO, C. de L. B. **Avaliação por opções reais de empresa de sistema de informação geográfica**. 2004. Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades IBMEC. Rio de Janeiro: Faculdades IBMEC.

PMI, **Project MANAGEMENT Institute**. Project management book of knowledge. Tradução livre PMI-MG, 2000.

PUTTEN, A. B.; MACMILLAN, I. C. Making Real options really work. **Harvard Business Review**, v. 82, n. 12, p. 134-141, 2004.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/>. Acesso em: set. 2013.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo:Atlas, 2007.

ROCHA, K. The option value of forest concessions in amazon reserves. In: **International Annual Conference On Real Options**, 5., jun. 2001, Los Angeles, USA. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.realoptions.org/papers2001>>. Acesso em: setembro de 2013.

ROLL, R.; ROSS, S. A. An empirical investigation of the arbitrage pricing theory. **Journal of Finance**. n.35, p.1073-1103, 1980.

ROLL, R.; ROSS, S. A., An empirical investigation of the arbitrage pricing theory. **Journal of Finance**, 35, 1980.

ROSS, S. A. The arbitrage theory of capital asset pricing. **Journal of Economic Theory** v.13 n.3, p. 341-360, Dez. 1976.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. E. **Administração financeira: corporate finance** São Paulo, Atlas. 2007.

SÁ, G. T. de. **Administração de investimentos: teoria de carteiras e gerenciamento do risco**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

SACHS, T.; TIONG, R. L. K. Political Risks and investment decisions in PPPs – a proposed framework for determining ppp structures that satisfy an investor's decision criteria with respect to the political risks. **QUT Research Week**, Brisbane, Australia, 2005.

SÁNCHEZ GAMBOA, S. Á. Epistemologia da pesquisa em educação. Campinas, SP: PRAXIS, 1996.

SANTOS, E. M. **Um estudo sobre a Teoria de Opções Reais aplicada á análise de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D)**. 2001. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2001.

SANVICENTE, A. Z. **Administração financeira**. 3º Ed, São Paulo: Editora Atlas, 1997.

SCHWARTZ, E. S.; ZOZAYA-GOROSTIZA, C. Valuation of information technology investments as real options. **American Finance Association**. New Orleans. 2000. Disponível

em: <<http://ssrn.com/abstract=246576>> Acesso em: agosto 2012.

SCHWARZ, E. S.; TRIGEORGIS, L. **Real options and investment under uncertainty: classical readings and recent contributions**. The MIT Press, 2001.

SECURATO, J. R. **Decisões Financeiras em Condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1996.

SELLTIZ; JAHODA; DEUTSCH; COOK. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: E.P.U./ Edusp, 1975.

SEPPÃ, T. J.; LAAMANEN, T. Valuation of venture capital investments: Empirical evidence. **Paper presented at the 4 rd Annual International Conference on Real Options**, June, 2000.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SHARPE, W. F. Capital Asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**. 19:3, pp. 425– 442, 1964.

SHARPE, W.F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p.425-442, 1964.

SHRIEVES, R. E.; WACHOWICZ Jr., J M. Free cash flow, economic value added and net present value: a reconciliation of variation of discounted cash flow valuation. In: **Department Of Finance College Of Business Administration The University Of Tennessee**, June, 2000. Disponível em: <http://bus.utk.edu/finance/WP/eva.pdf> . Acesso em: março de 2013.

SILVA, L. S. A. da. **Avaliação de empresas de tecnologia e opções reais: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Administração. Rio de Janeiro: Faculdades IBMEC. 2002.

SIMONSEN, M. H. **Ensaio analítico**. Rio de Janeiro: FGV, 1994.

SIQUEIRA, J. O.; SASSATANI, R. **Formação do preço de opção baseada no valor da informação: uma abordagem bayesiana**. IV SEMEAD, out. 1999.

SOARES, C. R. P. **O impacto da governança corporativa sobre o comportamento do preço de ações no Brasil: O caso do papel e celulose, 2000 a 2003**. 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SOARES, M. **Alfabetização no Brasil – O Estado do conhecimento**. Brasília: INEP/MEC, 1987.

SOON, A. W. L. Real Options – its implications on venture capitalist's investment decision-making behavior. In: **INTERNATIONAL ANNUAL CONFERENCE ON REAL OPTIONS**, 6., jun. 2002, Paphos, Cyprus. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.realoptions.org/papers2002>. Acesso em: fevereiro de 2013.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

STENTOFT, L. **Least squares monte-carlo and garch methods for american options: theory and applications**, Tese de doutorado, Faculty of Social Sciences, University of Aarhus, 2004.

STULZ, R. Options on the minimum or the maximum of two risky assets: analysis and applications. **Journal of Financial Economics**, 10 (2), 161-185, 1982..

TAVARES, M. C. **Planejamento estratégico: a opção entre o sucesso e fracasso empresarial**. São Paulo: Atlas, 1991.

TEIXEIRA, D. M. da S. **Avaliação de licitação de espectros de radiofrequências para wimax: uma abordagem por opções reais**. Rio de Janeiro, 2007.

TRIGEORGIS, L. Real options and interactions with financial flexibility. **Financial Management**, Volume 22, nº3, pp 202-224, 1993.

TRIGEORGIS, L. **Real options in capital investment**. Westport USA: Praeger, 1996.

TRIGEORGIS, L. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation**. Sixth printing. Massachusetts: MIT Press, 1996.

TRIGEORGIS, L. Making use of real options simple: an overview and applications in flexible/modular decision making. **The Engineering Economist**, v. 50, n. 1, p. 25-53, 2005.

TRIGEORGIS, L. Opções reais e interações com a flexibilidade financeira. **RAE/EAESP/FGV**, São Paulo, v. 47, n.3, p.95-120. Jul/Set. 2007.

TRIGEORGIS, L., Mason, S. Valuing managerial flexibility. **Midland Corporate Finance Journal**, N 5 V1, 14–21. 1987

VASCONCELLOS FILHO, P.; PAGNONCELLI, D. **Construindo estratégias para vencer: um método prático, objetivado e testado para o sucesso da sua empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

WESTON, J. F.; BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da administração financeira**. 10 ed. São Paulo : Makron Books, 2000.

WOILER, S.; MATHIAS, W.F.: **Projetos:** planejamento, elaboração e análise. São Paulo, Atlas, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.



## APÊNDICE A - Lista dos Trabalhos Mapeados

ABREU FILHO, José Carlos Franco de. **Avaliação dos efeitos da legislação sobre o valor das empresas geradoras de energia elétrica em ambiente de incerteza, com enfoque fundamentado na Teoria das Opções Reais**. 2000. 140 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: Jose Paulo Teixeira

ABREU, Carlos Alexandre Camargo de. **Modelos para estimativa do momento ótimo de investimento em projetos em águas profundas utilizando Opções Reais**. 2007. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Petróleo) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2007. Orientador: Saul Barisnik Suslick

ABREU, Wagner Saboia de. **Modelagem e previsão de preços à vista de energia elétrica e aplicações no contexto de investimentos sob incerteza**. 2012. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Carlos Patricio Samanez. Coorientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

AGOSTINHO, Roberto da Motta. **Uma exploração das potencialidades da modelagem de opções em orçamento de capital**. 1999. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 1999. Orientados: José Paulo Teixeira.

AGUIAR, Demian Silva. **Avaliação da opção de abandono e a fronteira de exercício ótimo de um investimento em um posto de combustíveis**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado profissional em administração) - Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo. 2006. Orientador: Haroldo Guimarães Brasil.

AIUBE, Fernando Antonio Lucena. **Modelagem dos preços futuros de commodities: abordagem pelo filtro de partículas**. 2005. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

ALBUQUERQUE, Débora Duque Estrada de. **Avaliação de projetos em petróleo usando “Opções Reais”**: uma comparação entre os modelos “business” e “rigid cash flow”. 2006. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: José Paulo Teixeira.

ALBUQUERQUE, Marcelo Hudik Furtado de. **Aplicação da teoria de opções reais na análise de viabilidade econômica de um projeto**: O Caso da Aracruz Celulose S.A. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Administração) - Faculdades de economia e finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano.

ALMEIDA, Fábio Eirado de. **Determinantes do valor de opções de crescimento implícito em preços de mercado de ações no Brasil**. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade IBMEC. São Paulo. 2009. Orientador: Antonio Zoratto Sanvicente.

ALMEIDA, Regina Antunes Pereira. **Apreçamento de Opções Reais com dividendos fixos**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

ALVES, Fábio de Oliveira. **Estudo investigativo do uso da Teoria das Opções Reais (TOR) na análise de investimentos em ativos reais**: aplicação em um caso de terceirização. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2006.

Orientador: Antônio Sérgio de Souza.

ALVES, José Antonio Resende. **Processo de reforma da ISEB - indústrias de suprimentos elétricos brasileira**: retrospectiva, tendências e a metodologia de opções reais como forma ótima de avaliação das oportunidades de futuros investimentos. 1999. 264 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

ALVES, Marcela Jacob. **Determinação do preço no mercado de energia elétrica brasileiro e valoração de um derivativo de energia por simulação Monte Carlo com aproximação por algoritmo genético**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Marco Aurélio C. Pacheco.

ALVES, Mariana de Lemos. **Carro flex fuel**: uma avaliação por Opções Reais. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

ARAÚJO, Gustavo Silva. **Análise do modelo de apreçamento de opções GARCH em opções de compra da Telebrás**. 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Antonio Carlos Figueiredo; Coorientador: Eduardo Facó Lemgruber.

ARAÚJO, Rubens Oliveira de. **Avaliação de Opções Reais através do método dos mínimos quadrados de Monte Carlos**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientadora: Tara Keshar Nanda Baidya.

ARONNE, Alexandre Vasconcelos. **Avaliação de flexibilidade gerencial e determinação de política ótima de operação utilizando Opções Reais**: estudo de caso no setor elétrico brasileiro. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado) - Faculdades Integradas Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo. 2007. Orientador: Haroldo Brasil.

BARAN, Flavio Daniel. **Avaliação de uma floresta de eucaliptos na presença de um mercado de certificados para reduções de emissões de carbono**: uma abordagem por Opções Reais. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: José Paulo Teixeira.

BARBOSA, Luciana Salles. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: José Paulo Teixeira.

BARRETO, Alexandre Parente Caldas. **Uma aplicação do modelo binomial na avaliação de projetos de investimentos com opções gerenciais interagentes**. 1996. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

BARROS, Ângelo Miguel de. **Precificação de reservas de petróleo não desenvolvidas em blocos da região do pré-sal brasileiro**: uma abordagem por Opções Reais. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Roberto Imbuzeiro F. Oliveira.

BASTIAN PINTO, Carlos de Lamare. **Avaliação por Opções Reais de empresa de sistema de informação geográfica**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdades Ibmecc. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano.

BASTIAN PINTO, Carlos de Lamare. **Modelagem de Opções Reais com Processos de Reversão à Média em**

**Tempo Discreto:** uma aplicação na indústria brasileira de etanol. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

BATISTA, Fabio Rodrigo Siqueira. **Avaliação de opções de investimento em projetos de exploração e produção de petróleo por meio da fronteira de exercício ótimo da opção.** 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

BATISTA, Fabio Rodrigo Siqueira. **Estimação do valor incremental do mercado de carbono nos projetos de fontes renováveis de geração de energia elétrica no Brasil:** uma abordagem pela Teoria das Opções Reais. 2007. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: José Paulo Teixeira.

BATISTA, Jeferson. **Determinação do valor da opção de ativos reais usando a Teoria das Opções.** 1999. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 199. Orientador: Carlos Patricio Samanez.

BELCHIOR, Marcelo Vitorino, **A influência das negociações nos resultados financeiros de um empreendimento imobiliário residencial sob a ótica da Teoria das Opções Reais.** 2008, 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2998. Orientador: Luiz Fernando M. Heineck, Coorientador: Antonio Edésio Jungles.

BELLO, Bruno Vitali. **Modelagem de garantias governamentais em *project finance* e parcerias público-privadas através da aplicação da Teoria de Opções Reais.** 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2209. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

BERRÊDO, Marcelo Cezar Hosannah de. **Abordagem por Opções Reais na privatização do setor de telecomunicações:** o caso da Embratel. 2001. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: Carlos Patrício Samanez. Coorientador: José Paulo Teixeira.

BIEGER, Marlene. **Decisão de investimentos:** critérios de avaliação e a consideração de aspectos estratégicos nas empresas industriais de médio e grande porte da região noroeste - RS. 2000. 153 f. Dissertação (Mestrado, em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2000. Orientador: Oscar Claudino Galli.

BLANK, Frances Fischberg. **Teoria de Opções Reais em *project finance* e parceria público-privada:** uma aplicação em concessões rodoviárias. 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

BORDIERI, Carlos Augusto. **Um método alternativo para estimativa da volatilidade de projetos de produção de petróleo.** 2004. 170 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Petróleo) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004. Orientador: Saul Barisnik Suslick.

BORGES, Bráulio Salles Coelho Dutra. **Teoria de Opções Reais em tempo discreto : uma aplicação no segmento de shopping centers.** 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

BRANDÃO, Carlos Augusto Machado Pereira de Almeida. **Aquisição da Pegasus Telecom pela Telemar:** aplicação da análise por opções reais para avaliar opções de expansão. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Administração) - Faculdades de economia e finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2006. Orientadora: Maria Augusta Soares Machado.

BRANDÃO, Luiz Eduardo Teixeira. **Uma aplicação da Teoria das Opções Reais em tempo discreto para avaliação de um projeto de concessão rodoviária.** 2002. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: José Paulo Teixeira.

BROBOUSKI, William John Pereira. **Teoria das Opções Reais aplicada a um contrato de parceria florestal com preço mínimo.** 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numérico em Engenharia do Setor de Ciências Exatas e Tecnológica) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004. Orientador: Celso Carnieri.

BURBAN, Pierre Alexandre Charles. **Apreçamento de opções exóticas: uma abordagem pela simulação de Monte-Carlo.** 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Carlos Patrício Samanez.

CAPORAL, Alexandre. **Avaliação de ativos de geração hidrelétrica através da Teoria de Opções Reais em tempo discreto.** 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

CARBINATTO, Godofredo. **Opções Reais no complexo soja aplicações na valoração de opções de investimentos produtivos.** 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Faculdade Getulio Vargas. São Paulo. 2003. Orientador: Piero Tedeschi.

CARDOSO, Carlos Eduardo. **Determinação dos limites de entrada e saída de um projeto de investimento em uma lavoura de café com aplicação da Teoria de Opções Reais.** 2007. 167 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. 2007. Orientador: Diógenes Manuel Leiva Martins.

CARDOSO, Cláudia Beatriz Costalonga. **Análise de projetos considerando o valor de abandono.** 1989. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1989. Orientador: José Paulo Teixeira.

CARVALHAES, Frederico Gomes. **Migração para o mercado livre de energia ou retorno ao mercado cativo: aplicação de um modelo de decisão utilizando opções reais.** 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças – FUCAPE. Vitória. 2006. Orientador: Leonardo Lima Gomes.

CARVALHINHO FILHO, José Carlos Lemos. **O valor da flexibilidade em cláusulas "take-or-pay" de contratos para fornecimento de gás natural industrial.** 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Edmilson Moutinho dos Santos.

CARVALHO, Luciana Cruz Alves de. **Uma abordagem da Teoria de Opções Reais em tempo discreto.** 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Marcelo Cabus Klotzle Coorientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

CARVALHO, Rogério Mendes. **A utilização conjugada de técnicas de Opções Reais e simulação geoestatística: metodologia para integrar modelos geológicos na avaliação de projetos de mineração.** 2004. 190 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004. Orientador: Armando Zaupe Remacre.

CASTRO, Alessandro de Lima. **Avaliação de investimento de capital em projetos de geração termoeletrica no setor elétrico brasileiro usando a Teoria das Opções Reais.** 2000. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

CAVALCANTI, Alexandro Ferraz. **Avaliação de investimentos de capital na geração termoeletrica usando a Teoria das Opções Reais**: um estudo de caso utilizando a equação de Bellman. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2005. Orientador: José Lamartine Távora Junior.

CECILIO, Andrade de Oliveira Júnior. **Avaliação do melhor momento de investimento em uma hidrelétrica no Brasil: uma aplicação de um modelo de *option games***. 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças Vitória. 2009. Orientador: Leonardo Lima Gomes.

CELOTO, Rodrigo Rodrigues. **Apreçamento racional de projetos com flexibilidade e incertezas exógenas: uma aplicação em Opções Reais**. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em administração) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: José de Oliveira Siqueira.

CHENG, Yeh Jui. **Decisão de investimento para múltiplos projetos através da Teoria de Opções Reais**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Finanças e Economia) - Fundação Getulio Vargas. São Paulo. 2007. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

CORDIOLI, Rui Carlos. **Análise de opções reais**: um estudo de caso na MMDSC Comunicações S.A. 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2003. Orientador: Newton Carneiro Affonso da Costa Junior.

CORREIA NETO, Jocildo Figueiredo. **Avaliação de projetos de investimento em TI utilizando Opções Reais: aplicações no setor de indústrias alimentícias no estado do Ceará**. 2010. 212 f. Tese (Doutorado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2010. Orientador: Jaci Corrêa Leite.

COSTA, Felipe Borges. **Valoração da flexibilidade de uma sonda dedicada em uma plataforma de petróleo: uma abordagem via Opções Reais**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Reinaldo Castro Souza; Coorientador: Marco Antônio Guimarães Dias.

COSTA, Letícia de Almeida. **Avaliação econômica do projeto GTL: uma aplicação da Teoria de Opções Reais com processo de reversão a media**. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Carlos Patrício Samanez.

CRESPO, Carlos Frederico da Silva. **Avaliação do impacto econômico de um projeto de pesquisa e desenvolvimento no valor de uma planta "gas-to-liquid" usando a Teoria das Opções Reais**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

DAKESSIAN, Leon Chant. **Estratégia e Opções Reais**: fatores determinantes do valor e variabilidade das opções de crescimento das firmas. 2010. 73. Dissertação (Mestrado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2010. Orientador: Flávio Carvalho Vasconcelos.

DALBEM, Marta Corrêa. **Análise de investimentos em energia eólica no Brasil**. 2010. 198 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Leonardo Lima Gomes.

DEZEN, Francisco José Pinheiro de. **Opções Reais aplicadas à escolha de alternativa tecnológica para o desenvolvimento de campos marítimos de petróleo**. 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Petróleo) - Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2001. Orientador: Celso Kazuyuki Morooka.

DIAS, Marco Antônio Guimarães. **Opções reais híbridas com aplicações em petróleo**. 2005. 504 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: José Paulo Teixeira.

DIWAN, José Roberto. **Análise de alternativas de investimento na área petrolífera sob a ótica das Opções Reais embutindo a opção do investimento em informação**. 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: José Paulo Teixeira.

DOLCI, Pietro Cunha. **Uso da gestão do portfólio de TI no processo de gerenciamento e justificativa dos investimentos em TI**. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009. Orientador: Antônio Carlos Gastaud Maçada.

DONATTI, Melissa Pimentel. **Avaliação do valor econômico geral para a sociedade brasileira pelas ações sociais de uma empresa**. 2004. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: José Paulo Teixeira.

DUTRA, Tarso Padua. **Opções Reais: uma aplicação em bolsa de valores**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Orientador: Gilberto de Oliveira Kloeckner.

FABRINI, Karla Louise. **Teoria das Opções Reais: uma abordagem para análise de investimento em expansão do sistema elétrico**. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011. Orientadora: Wadaed Uturbey da Costa.

FAVATO BRUGUGNOLI, Verônica. **Opções Reais, operações urbanas e o mercado imobiliário na cidade de São Paulo**. 2012. 142 f. Tese (Doutorado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2012. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

FENOLIO, Lara Monteiro da Silva da. **Aplicação da Teoria de Opções Reais na avaliação de pequena central hidrelétrica**. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade IBMEC. São Paulo. 2009. Orientadora: Andrea Maria Accioly Fonseca Minardi.

FERREIRA, José Carlos Gomes. **Abordagem sobre o uso das Opções Reais na análise de projetos de investimentos**. 2003. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003. Orientador: Emilio Araújo Menezes.

FERREIRA, Ricardo Brandão. **Tratamento de resíduos sólidos: valoração por opções reais**. Rio de Janeiro, 2010, 88 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

FIGUEIREDO NETO, Leonardo Francisco. **Análise e gestão de projetos: proposta de aplicação da Teoria de Opções Reais na produção agropecuária**. 2003. 138 f. Tese (Doutorado em engenharia de produção) – Universidade de São Paulo São Paulo. 2003. Orientador: Mauro Halteld Ferrari Alves.

FONSECA, Daniel Almeida Domingues. **Avaliação de projetos de investimento com Opções Reais: calculo de valor de opção de espera de uma unidade**. 2008, 86 f. Dissertação. (Mestrado em Finanças e Economia) - Fundação Getulio Vargas. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Marco Antonio Guimarães Dias.

FONSECA, Fernando Vairiolatti Del Negro. **Análise de projetos no setor químico: uma abordagem pela Teoria das Opções Reais**. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Carlos Patricio Samanez.

FONTOURA, Carlos Frederico Vanderlinde Tarrisse da. **Avaliação de projeto de investimento em usina termelétrica à capim-elefante** : uma abordagem pela Teoria de Opções Reais. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

FRANCISCO, Marcela Lobo. **A importância da flexibilidade gerencial**: análise de investimentos usando a teoria das opções reais da planta GTL. 2007. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Orientador: José Paulo Teixeira.

GALARDA, Carlos Eduardo Torres. **Licitação técnica e preço**: estudo de caso da implantação de sistema integrado de gestão de resíduos sólidos à luz da Teoria das Opções Reais. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2008. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

GARCIA, Jorge Luiz Faria. **Avaliação econômica de projetos de mineração, envolvendo decisões de investimento, sob condições de incerteza**. 2003. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Giorgio Francesco Cesare de Tom.

GAZZI, Livia Maria Pinheiro. **Decisão de investimento em ambiente de incertezas integrada à análise de viabilidade de projetos de subtransmissão e distribuição**. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010. Orientador: Dorel Soares Ramos.

GIORGETTO, Tiago Martinez. **Decisão de investimento entre pequenas centrais hidrelétricas e usinas eólicas**: aplicação da Teoria das Opções Reais. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

GOMES, Leonardo Lima. **Avaliação de termelétricas no Brasil estudando o melhor momento de investimento por modelos de Opções Reais**. 2002. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: José Paulo Teixeira. Coorientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

GONÇALVES, Claiton. **Gestão de investimentos em projetos de construção civil considerando opções reais**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2008. Orientador: Edson de Oliveira Pamplona.

GONÇALVES, Edson Daniel Lopes. **Aplicação de Opções Reais no apreçamento de projetos de bioprospecção**. 2005. 28 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Pós-Graduação em Economia Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Renato Galvão Flôres Júnior.

GOULART, Rogério Toledo. **Utilização de opções reais no desenvolvimento de modelos de gestão de carteiras de crédito**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005. Orientador: Celma de Oliveira Ribeiro.

GOUVÊA, Sergio Luiz Medeiros Proença de. **Controle multidimensional em Simulação Monte Carlo**: propostas para a combinação da amostragem descritiva com técnicas quasi-Monte Carlo em problemas de apreçamento de opções. 2008. 224 f. Tese (Doutorado em Administração) – Instituto COPPEAD. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Eduardo Saliby.

GUERRA, Helvio Neves. **Opções Reais como instrumento para regulação econômica dos sistemas elétricos isolados da Amazônia**. 2000. 421 f. Tese (Doutorado em Planejamento de sistemas energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2000. Orientador: Afonso Henrique Moreira Santos.

GUIMARÃES, Leandro Sousa Duque. **Comparação entre o movimento geométrico browniano e o processo**

**de reversão à média com saltos para avaliação de opção de expansão para poços de petróleo.** 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Carlos Patrício Samanez.

GUTIÉRREZ CASTRO, Javier. **Otimização da performance de um portfólio de ativos e Opções Reais utilizando a medida Omega.** 2008. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

HARCKBART, Gustavo. **Aplicação da Teoria de Opções Reais à avaliação de empresas.** 2001. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

HENRIQUES, Luiz Augusto Saraiva. **Avaliação da troca de aparelhos de ar condicionado de uma rede varejista sob a ótica da Teoria das Opções Reais.** 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Leonardo Lima Gomes.

HERNANDEZ FILIPPO, Thais. **Planejamento e execução de investimentos estratégicos sob incerteza: contribuições da Teoria De Opções Reais.** 2011, 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

HIROTA, Heitor Hiroaki. **O mercado de concessão de transmissão de energia elétrica no Brasil.** 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2006. Orientador: Francisco Anuatti Neto.

IGREJAS, Rafael. **Avaliação de fontes alternativas para geração de energia elétrica a partir da biomassa de palha da cana: uma abordagem por Opções Reais.** 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. Coorientador: Carlos de Lamare Bastian-Pinto.

IUBEL, Felipe Belão. **Análise das decisões de investimentos de um plano de saúde a partir da Teoria das Opções Reais.** 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 2008. Orientador, Wesley Vieira da Silva. Coorientador: Alceu Souza.

KERR, Roberto Borges. **Decisão ótima de corte de uma floresta de eucalipto, utilizando diferenças finitas totalmente implícitas com algoritmo PSOR.** 2008. 145 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. 2008. Orientador: Diógenes Manoel Leiva Martin.

KURONUMA, Alexandre Maurício. **Estudo da análise de preços de negociação de empresas comparativamente à avaliação de empresas por Opções Reais:** estudo de caso de empresas do setor de telecomunicações. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2006. Orientador: José Roberto Securato.

LAJE, Eduardo Lowndes Dale Carvalho. **Avaliação de Projetos de Shopping Center:** Aplicação da Teoria de Opções Reais. 2011. 101f . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

LASKIER, Rafael Campos. **Teoria de Opções Reais:** uma abordagem para avaliar investimentos da indústria de *venture capital*. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

LAZO LAZO, Juan Guillermo. **Determinação do valor de Opções Reais por simulação Monte Carlo com aproximação por números Fuzzy e Algoritmos Genéticos.** 2004. 190 f. Tese (doutorado em Engenharia



Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Marley Maria B. R. Vellasco.

LEITÃO, Antonio Carlos da Silva. **Valor da flexibilidade em decisões de investimento sequenciadas:** uma análise comparativa de duas metodologias. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial) – Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Alfredo Maciel da Silveira.

LEITE, Luís Alberto Melchíades. **Opções Reais sob incerteza *Knightiana* na avaliação econômica de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D).** 2011. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: José Paulo Teixeira.

LETICHEVSKY, Ana Carolina. **Avaliação de opções de investimento de capital:** a implementação de um algoritmo. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: José Paulo Teixeira.

LEVY, Natalia Cordeiro. **Avaliação de investimentos sob incerteza:** um enfoque crítico. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: José Paulo Teixeira.

LIMA, Gabriel Alves da Costa. **Uma proposta de uso da preferência e das opções na gestão de portfólio de reservas de petróleo.** 2004. 229 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004. Orientador: Saul Barisnik Suslick.

LOBOS AVILÉS, Ivan Pablo. **Avaliação de *smelter* de alumínio autossuficiente em geração de energia elétrica pela metodologia de Opções Reais.** 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

LOPES, Ana Carolina Kanemaru. **Uma aplicação da Teoria Das Opções Reais ao caso do trem de alta velocidade.** 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

LOPES, Wander de Pinho. **Uma abordagem para aplicação integrada de cenários de estratégia com avaliação de Opções Reais em telecomunicações.** 2004. 165 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Walter Lee Ness Júnior.

LORENTZ, Savio Vargas. **Avaliação técnico-econômica de projetos de eficiência energética em mineração utilizando a Teoria das Opções Reais.** 2012. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2012. Orientador: Tânia Lúcia Santos Miranda.

LOUREIRO, Irecê Fraga Kauss. **Aplicação de Opções Reais ao setor de circuitos integrados.** 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Leonardo Lima.

LUZ, Daniel. **Opções Reais e compras alavancadas (*leveraged buy-outs*):** um estudo de caso aplicado a magnesita. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2009. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

MAGALHAES JUNIOR, Frederico. **Avaliação de campo maduro de petróleo por Opções Reais.** 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de economia e finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano.

MANNARINO, Verônica de Gusmão. **Jogos gerenciais aplicados a orçamento de capitais utilizando opções:** os casos de abandono do projeto e de redução de escala de produção. 1997. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1997. Orientador: José Paulo Teixeira.

MARQUES, Alberto Moraes. **Avaliação da opção de espera de um projeto de investimento.** 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades Ibmecc. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano.

MARRECO, Juliana de Moraes. **Planejamento de longo prazo da expansão da oferta de energia elétrica no Brasil sob uma perspectiva da Teoria das Opções Reais.** 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Lucio Guido Tapia Carpio.

MARTINS, Guilherme Batistella. **Um modelo de Opções Reais com estratégias de entrada e saída e com investimento incerto, sequencial e com tempo de construção.** 2003. 41 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Marcos Eugênio da Silva.

MARTINS, Guilherme Nunes. **O valor da opção de preservação do Parque dos Manguezais.** 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2007. Orientador: Yony de Sá Barreto Sampaio.

MARTINS, Pedro Jose Caitete de Souza. **Avaliação da flexibilidade contratual da indústria do transporte marítimo utilizando opções reais.** 2009. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Fernando Nascimento de Oliveira.

MASCARENHAS FILHO, Carlos de Góes. **A influência da volatilidade na avaliação das Opções Reais:** o caso dos investimentos em telecomunicações e petróleo no Brasil. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Franklin de Oliveira.

MASSA, André Ourivio Nieckele. **Uso da teoria de opções reais para valoração de garantias governamentais em projetos de infra-estrutura:** uma aplicação no caso do trem de alta velocidade entre Rio de Janeiro e São Paulo. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Instituto Coppead de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Orientador: Eduardo Facó Lemgruber. Coorientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

MASSOTTI, Marcia Bertuol. **Uso de Opções Reais para precificação das garantias de contratos:** o caso expresso aeroporto. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) - Faculdades de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Fernando Nascimento de Oliveira.

MATHIAS, Cristiane Maria Vigo. **Determinação do valor de uma concessão de geração hidráulica utilizando a Teoria das Opções Reais.** 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

MATSUMURA, Emilio Hiroshi. **Ensaio sobre liberalização, regulação e investimento em sistemas hidrotermicos.** 2003. 135 f. Tese (Doutorado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Humberto Luiz Ataíde Moreira.

MAZZILLO JÚNIOR, José Ângelo. **Teoria das Opções e sua aplicação projetos de investimentos irreversíveis.** 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

MEDEIROS, Priscilla Yung. **Aplicação de Opções Reais no mercado imobiliário residencial com enfoque na cidade do Rio de Janeiro**. 2001. 121 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: Humberto Luiz Ataíde Moreira. Coorientador: Franklin de Oliveira Gonçalves.

MEIRELLES, Jorge Luis Faria, **A Teoria de Opções Reais como instrumento de avaliação de projetos de Investimentos**. 2004, 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto.

MELIN, Bruno Batista. **Análise das Opções Reais de um empreendimento de mineração utilizando simulação de Monte Carlo**. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008. Orientador: Antônio Sérgio de Souza.

MENDES, Rafael Machado. **Opções Reais em *project finance*: uma aplicação na indústria petrolífera**. 2012. 233 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 233 f. Orientador: Carlos Patrício Samanez.

MIRANDA FILHO, Jacques. **Investimento em distribuição utilizando Opções Reais**. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2005. Orientador: José Wanderley Marangon Lima.

MONTEIRO, Regina Caspari. **Contribuições da abordagem de avaliação de Opções Reais em ambientes econômicos de grande volatilidade: uma ênfase no cenário latino-americano**. 2003. 200 f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Alexandre Assaf Neto.

MORAES, Marcelo Miller Brant. **Uma aplicação da Teoria de Opções Reais para avaliação de um projeto de investimento do setor de biotecnologia**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissionalizante Em Administração) - Faculdade de Ciências Humanas de Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo. 2006. Orientador: Haroldo Guimarães Brasil.

MOREIRA, Aquiles Poletti. **Parametrização ótima de garantia governamental em projetos de infraestrutura**. 2010. 186 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

MOSCATELLI, Ana Druck. **Design de um framework para Opções Reais com instância para avaliação de projetos utilizando opções de pausa, abandono e de troca por uma nova tecnologia**. 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: José Paulo Teixeira.

MOSZKOWICZ, Viktor Nigri. **Validação do critério de avaliação de projetos utilizando a Teoria das Opções Reais: E & P de campos de petróleo nacionais, supondo preços como movimento geométrico browniano**. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Jose Paulo Teixeira.

MOURA, Cláudio Octávio de. **A quantificação do valor: um confronto da metodologia tradicional com a metodologia das opções reais: o caso da privatização no Brasil**. 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: José Paulo Teixeira.

NARDELLI, Paula Moreira. **Análise de um projeto agroindustrial utilizando a Teoria de Opções Reais**. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia em Negócios – Administração) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Marcelo Álvaro da Silva Macedo.

NASCIMENTO, André Fichel. **Avaliação de investimentos em tecnologia da informação: uma perspectiva de Opções Reais**. 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

NASCIMENTO, Carolina Caldas do. **O valor da opção do carro Flex por região geográfica do Brasil: uma aplicação do TOR com MRM**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Carlos Patrício Samarez; Coorientador: Marco Antônio Guimarães Dias.

NASCIMENTO, Wallace José Damasceno do. **Conversão de termelétricas para bi-combustível em ambiente de incerteza: uma abordagem por opções reais**. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Reinaldo Castro Souza; Co-orientados: Marco Antonio Guimarães Dias.

NOVELLO, Luis Felipe. **A utilização de cenário e de métodos flexíveis como alternativa para o estabelecimento do valor de empresas em ambientes incertos: o caso de empresas de mercados emergentes e de projetos de longa maturação**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005. Orientador: Oscar Claudino Galli.

OLIVEIRA, André Teixeira de Miranda. **Garantias governamentais em projetos de PPP: uma aplicação do modelo LPVR ao caso da BR-116/324**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

OLIVEIRA, Carlos Alberto Pereira de. **Avaliação e gerência de jazidas de petróleo: uma abordagem pela Teoria das Opções**. 1999. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: José Paulo Teixeira.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. **Ensaio em economia do crime: dissuasão, armas e carreira criminosa**. 2011. 86 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011. Orientador: Giacomio Balbinotto Netto.

OZORIO, Luiz de Magalhães. **Opções Reais na siderurgia: o caso brasileiro**. 2010. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

PADILHA, Eduardo Rossiti. **A avaliação da implantação de unidades de redes varejistas: um estudo de Opções Reais**. 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Roy Martelanc.

PAGANELLA, Ibanês. **Utilização da metodologia de Opções Reais para projetos de investimento em instituição de ensino superior privado no Brasil**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdade de Estudos Administrativos. Belo Horizonte. 2007. Orientador: José Antonio de Sousa Neto.

PAULA, Luiz Carlos de. **Análise do processo de aquisição uma empresa do segmento de autopeças segundo os modelos de fluxos de caixa descontados e de Opções Reais**. 2007. 88. Dissertação (Mestre em Administração) - Universidade FUMEC. Belo Horizonte. Orientador: Jersone Tasso Moreira Silva.

PENEDO, Gilberto Máster. **Avaliação da flexibilidade de escolha dos insumos de produção do biodiesel através da Teoria de Opções Reais**. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

PEREIRA NETO, Péricles da Silva. **Modelos de precificação de opções para decisões de investimentos em**

**ativos reais:** opções reais. 2000. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000. Orientador: Israel Brunstein.

PEREIRA, Leonel Molero. **Utilização da volatilidade implícita setorial de ativos para determinação do valor de empresas através do modelo de apreçamento de opções.** 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: José Roberto Securato.

PEREIRA, Renata Pedreira. **Avaliação de Projeto de Biocombustível com Flexibilidade Operacional por Opções Reais.** 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Fernando Nascimento de Oliveira.

PESSOA, Gerisval Alves. **Avaliação de projetos de mineração utilizando a Teoria das Opções Reais em tempo discreto:** um estudo de caso em mineração de ferro. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Fundação Getulio Vargas. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Antonio de Araújo Freitas Júnior.

PESSOA, Priscilla Figueirêdo Polari. **Opções de conversão com movimento de reversão à média com saltos de Poisson; o caso do setor sucroalcooleiro.** 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Carlos Patrício Samanez.

PORTUGAL, André Luiz de. **Aplicação da Teoria das Opções Reais na avaliação de uma usina hidrelétrica.** 2007. 135 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. **Benefícios governamentais e investimentos no setor de petróleo:** uma abordagem com base em Opções Reais. 2004. 151 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: Paulo Picchetti.

POSTERNAK, Dan. **Interferência da expressão analítica de uma fronteira de investimento ótimo para um ativo que segue o processo de reversão à média por programação genética.** 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica.) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Marco Aurélio C. Pacheco.

PUCCINI, Adriana Cirne. **Aplicativos gerenciais utilizados em orçamento de capitais baseados na teoria de Opções Reais:** os casos das opções de esperar para investir e de expandir um projeto. 1997. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1997. Orientador: José Paulo Teixeira.

RAMOS, Sérgio Henrique Paiva de Souza. **Entrando em um novo mercado:** uma abordagem baseada em Opções Reais e na Teoria dos Jogos. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Finanças e Economia) - Fundação Getulio Vargas. São Paulo. 2007. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

RAPHAEL, Rafael Alcides. **Uma Aplicação da Teoria de Opções Reais na Avaliação Econômico-Financeira de Projetos e Análise das Flexibilidades Operacionais na Indústria de Alumínio.** 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. Coorientador: Carlos de Lamare Bastian Pinto.

REBELLO, Alexandre Peixoto. **Uma aplicação da Teoria de Opções Reais em tempo discreto no varejo.** 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

REZENDE FILHO, Mauro. **Um modelo de opções reais para avaliação de investimento em navios petroleiros.** 2006. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do

Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior.

RIBEIRO, Fernando Souza de Moura. **Avaliação de projetos de incorporação imobiliária sob incerteza: uma abordagem por Opções Reais**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto.

ROCHA, André Barreira da Silva. **Avaliação de linha aérea como uma opção real: prosseguir, expandir, contrair ou abandonar?** 2003. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto.

ROCHA, Kátia Maria Carlos. **Decisões de investimentos sequenciais em regime de incerteza**. 1996. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

ROCHMAN, Ricardo Ratner. **Modelo de maximização de valor em um ambiente de incertezas e restrições operacionais: uma aplicação da Teoria das Restrições aliada a Teoria de Opções Reais**. 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. Orientador: William Eid Jr.

RODRIGUES, Pedro Henrique da Fonseca. **Aplicação da Teoria de Opções Reais na Avaliação de Empresas Start-ups: um estudo de caso no setor de biotecnologia**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Vicente Antonio de Castro Ferreira.

RUFFEIL NETO, Simão Massud. **Avaliação da viabilidade econômica de investimentos em poços independentes de petróleo através da Teoria de Opções Reais**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: José Paulo Teixeira.

SALGADO, Marina Schuabb. **Avaliação do projeto de construção da linha 4 do metro de São Paulo pela metodologia de Opções Reais**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

SALLES, Andrea Peixoto. **Opções reais como um instrumento para o planejamento adaptativo: o caso Embraer**. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Maria Ângela Campelo de Melo. Coorientador: José Paulo Teixeira.

SANTOS FILHO, Ailton Domingues dos, **Teoria das Opções Reais aplicada a projetos de investimento em prestação de serviços de tecnologia da informação**. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2003. Orientado: Istvan Karoly Kasznar.

SANTOS NETO, João Batista dos. **Decisão de investimento em empresa de pequeno porte de comércio e serviços: uma abordagem probabilística com a Teoria das Restrições e a Teoria das Opções Reais**. 2012. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2012. Orientador: Napoleão Verardi Galeale.

SANTOS, David Ferreira Lopes. **A Teoria das Opções Reais como instrumento de avaliação na análise de um processo de fusão / incorporação de empresas**. 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro. Orientador: Luis Perez Zotes.

SANTOS, Elieber Mateus. **Um estudo sobre a Teoria de Opções Reais aplicada á análise de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D)**. 2001. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2001. Orientador: Edson de Oliveira Pamplona.

SANTOS, Julius Felix Cordeiro dos. **Exploração da Teoria das Opções em aplicativos gerenciais computacionais no caso da opção de “switch use”**. 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: José Paulo Teixeira.

SARAIVA, Eduardo Cesar Gomes, **Projetos de Infraestrutura Pública: risco, incerteza e incentivos**. 2008, 110 f. Tese (Doutorado em Economia) - Fundação Getulio Vargas. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luis Henrique Bertolino Braido.

SCARTEZINI, André Ávila, **Opções Reais em decisões de investimento em exploração e produção**. 2006. 158f. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Marco Antonio Guimarães Dias.

SCHÄFFER, Mauricio Vidal França. **Verificação da geração de valor na análise de viabilidade do desenvolvimento de um campo de petróleo usando-se o modelo de Opções Reais com preços do petróleo seguindo um processo estocástico de reversão à média**. 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: José Paulo Teixeira.

SECCHIN, Rodrigo Barcellos. **Metodologia de avaliação de empresas considerando ativos intangíveis através de mínimos quadrados de Monte Carlo e reversão à média**. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientadora: Marley Antonio Bernardes Rebuszi Vellasco; coorientador: Marco Antonio Guimarães Dias.

SEKIYAMA, Masahiro. **Avaliação econômica de uma planta industrial de baixo retorno sob incerteza: um Enfoque pela Teoria das Opções Reais**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração e Economia) - Faculdades de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Antônio de Araújo Freitas Júnior.

SENNA, Luigi. **Aplicação de Modelo Trinomial para o Apreçamento de Opções Reais em Processos com Reversão à Média e Comparação com Modelos Binomiais**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Eduardo Faco Lemgruber.

SILVA FILHO, Hermes Gomes da. **Modelos de apreçamento de opções : uma aplicação na valoração de projetos de exploração em jazidas de petróleo**. 1995. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1995. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

SILVA, Bruno Nogueira. **Elaboração de um modelo de previsão dos preços *spot* de energia elétrica no brasil e avaliação de uma termelétrica utilizando a Teoria das Opções Reais**. 2001. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: José Paulo Teixeira.

SILVA, Eber Luciano dos Santos. **Consolidação industrial: estudo de caso do segmento de serviços de apoio à medicina diagnóstica baseado em um modelo de Opções Reais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissionalizante em Finanças e Economia) - Fundação Getulio Vargas. São Paulo. 2007. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

SILVA, Lilian Simone Aguiar da. **Avaliação de empresas de tecnologia e opções reais**. 2002. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano.

SILVA, Luiz Walter Migueis. **Métodos de avaliação de empresas: casos de práticas adotadas no Brasil**. 2006.

96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração e Economia) - Faculdades de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano.

SILVA, Régis Yuzo Mori da. **Proposta de metodologia de avaliação de portfólio por opções reais, considerando o valor da informação: um estudo de caso em exploração de petróleo.** 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Marco Antonio Guimarães Dias.

SILVA, Rodrigo Alves. **Viabilidade de utilização da Teoria de Opções Reais no processo de avaliação de empresas de telecomunicações.** 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. Orientador: Wilson Kendy Tachibana.

SOARES, Taiany Abreu. **Qual o melhor momento para a abertura de capital?** analisando o timing dos IPOs das empresas brasileiras de energia a partir da Teoria de Opções Reais. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2011. Orientador: Fernanda Finotti Cordeiro Perobelli.

SOBRINHO, Antônio Amaro. **Decisão de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria aeronáutica usando a Teoria das Opções Reais.** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá. 2006 Orientador: Fernando Augusto Silva Marins.

SOUZA LIMA, Flávio Luís. **Identificação do momento economicamente ideal para iniciar o aporte de recursos externos em um empreendimento imobiliário:** uma aplicação da Teoria das Opções Reais. 2007. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. Orientador: Luiz Fernando Mahlmann Heineck.

SOUZA, Jaderson Vargas de. **Aplicação de um modelo de Opções Reais para avaliar projetos de geração hidrelétrica no Brasil.** 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças - FUCAPE. Vitória. 2006. Orientador: Leonardo Lima Gomes.

STILLE, Rafael. **Avaliação das Contribuições da metodologia de Opções Reais no processo decisório em projetos de telecomunicações:** uma aplicação à licitação pública de licença de prestação de serviços de telefonia móvel 3G no Brasil. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Celso Funcia Lemme.

TASSARI, Alexandre Magno Lopes. **Opções Reais: teoria e prática.** 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Matemática) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006. Orientador: Gerson Francisco.

TATONI, Walter Milan. **Avaliação de projetos de investimento em cogeração de energia utilizando bagaço de cana-de-açúcar em biorrefinarias a partir do uso da Teoria das Opções Reais.** 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2012. Orientador: Ricardo Ratner Rochman.

TEBECHRANI, Frederico Zamboni. **Avaliação de concessões rodoviárias pela abordagem de Opções Reais.** 2010. 60 f. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Instituto de Ensino e Pesquisa. São Paulo. Orientadora: Andrea Maria Accioly Fonseca Minardi.

TEIXEIRA, Davis Machado da Silva. **Avaliação de licitação de espectros de radiofrequências para wimax:** uma abordagem por Opções Reais. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.



TEIXEIRA, Rodrigo Brites Martins. **Opções Reais e Teoria de Jogos como base de decisões estratégicas em empresas do setor de telecomunicações no Brasil**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

TOMAZONI, Tarcisio. **Proposta de um modelo para valoração econômica de marcas – *brand valuation* - de empresas brasileiras de capital fechado, sem comparáveis de capital aberto, através do modelo de Opções Reais**: o caso do Instituto Cenecista Fayal de Ensino Superior (IFES). 2007. 271 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. Orientador: Emilio Araujo Menezes.

TOMIYA, Alberto Toyohiko. **Potencialidade da utilização das Opções Reais no orçamento de capital para mensuração de ativos**. 2004. 219 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: Nilton Cano Martin.

TORRES, Rodrigo Correa. **Avaliação de *portfolios* de contratos de compra e venda de energia elétrica**: uma abordagem pela Teoria de Opções. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

VALE, Silvio Franklin. **Precificação de flexibilidades gerenciais em plantas GTL utilizando a metodologia de Opções Reais**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: José Paulo Teixeira.

VALENTE, Débora Nogueira Ramalho. **Decisões de investimentos em condições de incerteza**: uma abordagem com Opções Reais. 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. Orientador: Aquiles Elie Guimarães Kalatzis.

VALLADÃO JUNIOR, Newton. **Opções Reais**: testes de aplicabilidade do *least squares* Monte Carlo (LSM). 2007. 43 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças - FUCAPE. Espírito Santo. 2007. Orientador: Leonardo Lima Gomes.

VIDAL, Alexandre Panza. **Avaliação de projeto de mineração aplicando a Teoria de Opções Reais**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luiz Felipe Jacques da Motta. Coorientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão.

VIEIRA, Eduardo Ferraz de Lima. **Avaliação de projetos de investimento em plantas XTL utilizando a Teoria de Opções Reais**: estudo de caso do projeto XTL. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: José Paulo Teixeira.

ZEN, Maria José de Camargo Machado de. **Avaliação e gerenciamento de investimentos na indústria de carnes**: uma abordagem das Opções Reais na consideração do risco. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005. Orientador: Fábio Frezatti.

## APÊNDICE B - Resumos dos Trabalhos Mapeados

ABREU FILHO, José Carlos Franco de. **Avaliação dos efeitos da legislação sobre o valor das empresas geradoras de energia elétrica em ambiente de incerteza, com enfoque fundamentado na Teoria das Opções Reais**. 2000. 140 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** Os enormes preços atingidos nos recentes leilões de privatização pelas empresas de telecomunicações assim como os preços atingidos para as concessões de exploração de petróleo pela ANP (Associação Nacional do Petróleo) em comparação com os preços mínimos estipulados chamaram atenção dos responsáveis pelas avaliações. Tradicionalmente, a avaliação de firmas tem sido realizada pelo método do FCD: Fluxo de Caixa Descontado. Essa metodologia, embora largamente utilizada, é contestada de forma crescente dado que não incorpora apropriadamente o valor da flexibilidade nem o valor de alternativas estratégicas disponíveis aos administradores. Utilizando-se a Teoria das Opções para avaliar opções administrativas criamos uma metodologia mais eficiente e mais adequada para avaliar ativos a serem privatizados. Esta técnica chamada TOR, Teoria das Opções Reais, é aqui condensada e adaptada para avaliar companhias estatais do setor elétrico em processo de privatização, Este procedimento permite avaliar os efeitos da regulação sobre o valor das empresas. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo matemático teórico para avaliação de uma empresa geradora de energia elétrica hipotética em processo de privatização. O preço do quilowatt de energia elétrica é modelado como processo estocástico. A representação é binomial em tempo discreto. Um modelo em Excel foi implementado.

ABREU, Carlos Alexandre Camargo de. **Modelos para estimativa do momento ótimo de investimento em projetos em águas profundas utilizando Opções Reais**. 2007. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Petróleo) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2007. Orientador: Saul Barisnik Suslick. **Resumo:** Este trabalho propõe dois modelos de Opções Reais para avaliação econômica de projetos em águas profundas, considerando os efeitos das incertezas em relação ao preço do petróleo e ao processo de evolução tecnológica. Esses modelos são bastante úteis nesses tipos de aplicações, pois permitem estimar o impacto do avanço tecnológico em campos com reservas de petróleo desenvolvidas, mas que apresentam grandes níveis de incertezas, pois as tecnologias atualmente conhecidas não possibilitam o desenvolvimento da produção com viabilidade econômica. Os modelos desenvolvidos foram aplicados em estudos de casos em diferentes cenários tecnológicos e projetos de campos simulados. As incertezas relacionadas ao projeto de evolução tecnológica impactam no valor dos custos operacionais do projeto, considerando que os preços seguem um Movimento Geométrico Browniano, representando sua evolução ao longo do tempo. No primeiro modelo proposto a tecnologia evolui de acordo com saltos aleatórios de melhoria de eficiências, enquanto que no segundo modelo a evolução da tecnologia comporta-se de acordo com uma função logística. Foi obtida solução analítica para o caso do primeiro modelo com uma variável estocástica. No segundo modelo foi utilizada o método numérico da Simulação de Monte Carlo, com duas variáveis estocásticas, resultando na estimativa do valor da opção de espera e do momento ótimo de investimento. Palavras Chave: Avaliação Econômica, Opções Reais, Incerteza Tecnológica.

ABREU, Wagner Saboia de. **Modelagem e previsão de preços à vista de energia elétrica e aplicações no contexto de investimentos sob incerteza**. 2012. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Carlos Patricio Samanez. Coorientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) passou por uma grande reestruturação, saindo de uma situação de monopólio estatal para uma de desestatização regulamentada. Neste processo, a interação entre os agentes, causada pelas privatizações ocorridas no setor, passou a condicionar a formação dos preços do mercado de energia elétrica e, consequentemente, dos contratos dela derivados. O presente trabalho coloca a eletricidade no contexto das outras commodities e debate suas características específicas; apresenta o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) e o Mercado Brasileiro de Energia Elétrica e discute a Formação dos Preços no Mercado de Curto Prazo Brasileiro. Foram usados dados históricos para a estimação dos parâmetros de um modelo que capta as principais características dos preços spot de energia elétrica e, lançando mão do Método de Monte Carlo (MMC) para a simulação desses preços, foi analisada a flexibilidade de compra e venda parcial de um contrato de energia elétrica, usando a Teoria de Opções Reais (TOR). Concluiu-se que essa flexibilidade agrega valor aos contratos de energia. Palavras-chave Setor Elétrico Brasileiro; Comercialização de Energia Elétrica; Apreçamento de Contratos de Energia; Opções Reais; Método de Monte Carlo; Economia da Energia.

AGOSTINHO, Roberto da Motta. **Uma exploração das potencialidades da modelagem de opções em orçamento de capital**. 1999. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 1999. Orientados: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Durante muito tempo a preocupação de pesquisa na área de orçamento de capital se concentrou na avaliação da taxa de juros apropriada para o cálculo do VPL. Atualmente, pesquisas mais avançadas voltam-se para a correta estimativa do próprio fluxo de caixa em si, diminuindo o interesse no denominador da fórmula do VPL. Utilizam-se, para essa tarefa, teorias como as de opções, que estão baseadas em argumentos de arbitragem, pois impedem a existência de oportunidades que paguem certos retornos sem incorrerem em risco ou sem a aplicação de recursos. Este trabalho visa a trazer uma pesquisa bibliográfica dessa teoria em orçamento de capital, expondo as mais promissoras metodologias de aplicação das opções reais em projetos. E apontando sugestões da teoria de opções na avaliação de projetos.

AGUIAR, Demian Silva. **Avaliação da opção de abandono e a fronteira de exercício ótimo de um investimento em um posto de combustíveis**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado profissional em administração) - Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo. 2006. Orientador: Haroldo Guimarães Brasil. **Resumo:** O principal objetivo das empresas é a geração de valor, cujo alcance está estreitamente relacionado ao processo de tomada de decisões a respeito de quais projetos merecem investimentos. Na medida em que a metodologia tradicional não traz respostas adequadas ao novo ambiente dos negócios, repleto de incerteza e em constante transformação, surge a demanda por novos modelos de avaliação de investimentos. Um avanço significativo na área das finanças corporativas foi o desenvolvimento da teoria de opções reais. O seu fundamento reside na avaliação de ativos não financeiros de forma análoga às opções financeiras. A teoria das opções reais supre as demandas do mercado ao incorporar ao processo de tomada de decisões a incerteza e as flexibilidades gerenciais inerentes aos projetos de negócios. Este trabalho tem como objetivo o estudo da avaliação da opção de abandono, bem como a obtenção de sua fronteira ótima de exercício, aplicado a um investimento em um posto de combustíveis. Para alcançar o objetivo proposto, foram utilizados o modelo binomial de precificação de opções e a programação dinâmica. Como conclusão da dissertação, destaca-se a confirmação do valor das flexibilidades gerenciais, podendo significar a viabilidade de projetos rejeitados pela metodologia tradicional e a fronteira ótima de abandono como ferramenta gerencial que permite uma tomada de decisão mais acertada e consistente. Palavras-chave: Opções reais. Opção de abandono. Fronteira ótima de abandono.

AIUBE, Fernando Antonio Lucena. **Modelagem dos preços futuros de commodities: abordagem pelo filtro de partículas**. 2005. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** A evolução dos conhecimentos em Finanças nas últimas três décadas foi rápido e vertiginoso. Hoje os mercados financeiros oferecem produtos sofisticados para investidores e empresas, e por outro lado, tais agentes demandam instrumentos confiáveis para atender suas necessidades em busca de maiores retornos e menores riscos. Todo esse desenvolvimento baseia-se fundamentalmente em metodologias de apreçamento de ativos. Grande parte deste conhecimento é oriundo dos trabalhos pioneiros de Black e Scholes (1973) e Merton (1973). Em síntese, estes trabalhos apoiaram-se em processos estocásticos para preços de ativos para apreçar um derivativo. A natureza do processo estocástico de evolução dos preços é o ponto central para a derivação dos modelos de apreçamento. A análise do comportamento dos preços das commodities possui duas grandes vertentes na literatura. A primeira trata os preços como decorrência de modelos de equilíbrio entre a oferta e a demanda. Estes modelos prosperaram pouco em termos de pesquisa. A outra vertente trata da análise da evolução dos preços baseando-se na série histórica propriamente dita. Esta linha de pesquisa está mais presente na literatura. Esta tese concentra-se nesta abordagem. As commodities possuem características particulares principalmente porque a formação de preços ocorre, via de regra, em mercados futuros. Isto faz com que muitos fatos estilizados não possam ser descritos por modelos de um fator (ou uma variável estocástica). Os fatores (variáveis estocásticas) ou variáveis de estado em muitas situações não são observáveis e necessitam ser estimados. Os modelos de preços futuros, escritos como função das variáveis de estado, recebe o nome de equação de observação. Quando as variáveis de estado são Gaussianas e a equação de observação é linear nos estados, o problema pode ser estimado pelo filtro de Kalman clássico. Se ocorrer a não linearidade, esta dificuldade pode ser contornada pelo filtro de Kalman estendido. Quando o problema é não Gaussiano a literatura usa outras metodologias (frequentemente aproximações) que não o filtro de Kalman. Esta tese trata de processos estocásticos para preços de commodities propondo extensões aos modelos existentes na literatura. A derivação dos modelos é feita com o uso da transformada de Duffie e Kan (1996) em ambiente de não arbitragem. Algumas das extensões incluem modelos não Gaussianos. Esta tese investiga a estimação destes modelos pela metodologia denominada filtro de partículas. O filtro de partículas é um procedimento recursivo para integração, dentro da classe dos métodos sequenciais de Monte- Carlo. A proposta de utilização desta metodologia decorre do fato de que ela dispensa as condições de linearidade e

Gaussianidade. Dentre as contribuições desta tese destacam-se as extensões dos processos estocásticos aplicáveis para quaisquer commodities e as análises de modelos não Gaussianos através da metodologia do filtro de partículas. Além disso, a pesquisa apresenta: (i) conclusões acerca dos modelos de dois fatores aplicados à série de preços da commodity petróleo; (ii) a análise da viabilidade do filtro de partículas mostrando que o erro obtido é próximo daquele do filtro de Kalman para problemas Gaussianos e a resposta obtida da estimação paramétrica é coerente com diversos trabalhos da literatura; (iii) análise da viabilidade operacional de implementação do filtro de partículas em termos do tempo computacional despendido nos processos de filtragem e estimação paramétrica. A tese conclui que o filtro de partículas, apesar ser computacionalmente intenso, é viável na prática face ao imenso desenvolvimento computacional. Ainda mais, por ser uma metodologia aplicável a problemas complexos de inferência, sua utilização em modelos cada vez mais sofisticados é muito promissora. Palavras-chave: Processos estocásticos; Filtro de Kalman; Filtro de Partículas; Opções Reais.

ALBUQUERQUE, Débora Duque Estrada de. **Avaliação de projetos em petróleo usando “Opções Reais”**: uma comparação entre os modelos “business” e “rigid cash flow”. 2006. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo**: O caráter dinâmico dos aspectos econômicos do mundo atual, somado à grande incerteza inerente às decisões futuras, faz com que o conceito de análise de investimentos esteja sofrendo consideráveis alterações. Cada vez mais é observada uma necessidade de inclusão de uma margem de flexibilidade gerencial nos critérios de avaliação de projetos. Justamente por isto, vários autores vêm criticando o tradicional método de análise, baseado no fluxo de caixa descontado (FCD). Ao mesmo tempo, vêm sendo destacadas as vantagens da utilização da teoria das Opções Reais, caracterizada justamente por incluir este tão importante elemento de flexibilidade gerencial, capaz de garantir uma adaptabilidade estratégica aos tomadores de decisão. Dentre os projetos que mais precisam deste novo critério de avaliação estão aqueles relacionados a investimentos na área de petróleo. Isto porque esta é uma área caracterizada por elevada incerteza e que demanda vultosas quantias de investimento, requerendo assim, uma análise mais cuidadosa. Dentro do tema Opções Reais em petróleo, Dias (2005) desenvolveu dois modelos de análise: o “Business” e o “Rigid Cash Flow”. A presente dissertação busca fazer uma comparação entre estes dois modelos e tirar conclusões a respeito da melhor decisão de investimento, tanto no que diz respeito ao melhor momento de se investir - a questão do *timing* - quanto ao que diz respeito à valoração do projeto em si. Para a realização desta análise comparativa, são desenvolvidos gráficos em Excel, com resultados gerados por um programa desenvolvido em VBA (Visual Basic for Applications). Palavras-chave: Finanças corporativas, análise de investimento, opções reais.

ALBUQUERQUE, Marcelo Hudik Furtado de. **Aplicação da teoria de opções reais na análise de viabilidade econômica de um projeto**: O Caso da Aracruz Celulose S.A. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano. **Resumo**: O setor brasileiro de celulose e papel caracteriza-se como um setor altamente globalizado, demandante de capital intensivo e que exige longos prazos de maturação financeira. Atualmente, o Brasil se configura como um dos maiores produtores e exportadores de celulose de eucalipto do mundo, apresentando ainda um grande potencial de crescimento devido aos seus baixos custos de produção, proximidade das florestas e desenvolvimento biotecnológico. A empresa Aracruz Celulose S.A., a maior exportadora de celulose de fibra curta de eucalipto do mundo, já está estudando a possibilidade de expansão da sua produção com a construção de uma nova fábrica no país a partir de 2005. A viabilidade de tal investimento deve ser analisada considerando tanto as variáveis usuais em análises tradicionais de investimento (prazo de maturação, preço do produto e das matérias-primas, variação cambial, etc), quanto a capacidade da Empresa em reavaliar suas decisões, adaptando-as à evolução do contexto mercadológico. A incorporação da flexibilidade gerencial como variável determinante de modelos de avaliação de investimentos é possível através da chamada Teoria das Opções Reais.

ALMEIDA, Fábio Eirado de. **Determinantes do valor de opções de crescimento implícito em preços de mercado de ações no Brasil**. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. São Paulo. 2009. Orientador: Antonio Zoratto Sanvicente. **Resumo**: A teoria de opções reais tem recebido bastante atenção recentemente por conta de suas implicações estratégicas, principalmente por permitir análises mais acuradas de investimentos em cenários de incerteza. Desta forma, muitos trabalhos têm sido escritos a respeito da aquisição e exercício de tais opções, além da capacidade das firmas se apropriarem do valor gerado por estes instrumentos, especialmente quando se tratam de opções de crescimento. Neste trabalho são estimadas as proporções do valor de opções de crescimento na avaliação de mercado das firmas, buscando relacionar esta proporção a investimentos comumente vistos como valiosas oportunidades de crescimento futuro. Com este objetivo é realizado um estudo empírico com 27 empresas listadas na Bovespa em três anos distintos

(2004, 2005 e 2006). Os resultados encontrados apresentam apenas o setor de atividade da empresa como sendo determinante de tal proporção, enquanto não apresenta significância para investimentos em *joint venture* e pesquisa e desenvolvimento, por exemplo, que são comumente vistos como valiosos para geração de valor de opções de crescimento. Palavras-Chave: Opções de Crescimento; Opções Reais; *Joint Ventures*; Oportunidades de Investimento; Investimento sob Incerteza.

ALMEIDA, Regina Antunes Pereira. **Apreçamento de Opções Reais com dividendos fixos**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Opções cujo ativo base paga dividendos devem ser apreçadas de maneira particular. Se os dividendos forem calculados como um percentual do valor de mercado do ativo, pequenos ajustes nos modelos como BSM e Método Binomial são suficientes. Entretanto, se o valor do dividendo for fixo, ou seja, independente do valor de mercado do ativo, há necessidade de modelagens mais complexas. A literatura disponível propõe soluções para este caso, porém com foco em ativos financeiros. Ativos reais possuem particularidades que demandam o desenvolvimento de metodologias específicas. O pagamento de dividendos ocorre quando existe um contrato privado de uso entre o detentor do ativo e outro agente. Por estar vinculado a um contrato privado, agentes externos não podem realizar operações de arbitragem. Três diferentes metodologias são descritas e avaliadas neste trabalho. Um exemplo de uma opção de venda embutida em um contrato de afretamento de 10 anos de uma embarcação é utilizado para análise dos resultados. A primeira metodologia se baseia em um dos modelos utilizados para opções financeiras e a segunda busca resolver a principal fraqueza do modelo anterior. No terceiro método é considerada a diferença entre o dividendo do contrato privado e o dividendo de mercado, que representa o valor que poderia ser recebido se firmado um novo contrato. Dentre as metodologias analisadas, a terceira é aquela que apresenta premissas e resultados mais consistentes. Palavras-chave: Opções reais; dividendos fixos; contratos privados.

ALVES, Fábio de Oliveira. **Estudo investigativo do uso da Teoria das Opções Reais (TOR) na análise de investimentos em ativos reais**: aplicação em um caso de terceirização. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2006. Orientador: Antônio Sérgio de Souza. **Resumo:** Este trabalho se refere a um estudo investigativo sobre a teoria de opções reais em análise de projetos de investimento. Foi realizado um estudo de caso a partir de uma vivenciada por uma empresa que, até então, adotava a política de terceirizar uma importante ferramenta utilizada em seu setor de produção. Neste sentido, utilizou-se a abordagem de opções reais para avaliar se produzir internamente seria mais vantajoso para a empresa. A análise de opções reais é uma abordagem mais completa que métodos tradicionais de avaliação de investimento, como o Valor Presente Líquido, por incorporar uma série de aspectos importantes que afetam a dinâmica do investimento – como o papel da incerteza, risco, irreversibilidade, *timing* e flexibilidade – e seus efeitos nos projetos de investimento. Por esta razão, optou-se por utilizá-la. Estes aspectos foram contemplados para o entendimento das opções reais, assim como do método do Valor Presente Líquido e suas limitações. Com base em uma ampla revisão bibliográfica sobre opções reais, apresenta-se sua tipologia, estudos relevantes na área, métodos de valorização, as opções enquanto uma nova forma de pensar, o caráter estratégico das opções, suas limitações e exemplos de aplicação. A partir do estudo sobre os métodos de valorização de opções existentes, optou-se por utilizar no estudo de caso o método binomial por este ser de mais fácil utilização e implantação em nível empresarial. Criou-se um modelo para valorizar a opção real de alternar entre produzir internamente e terceirizar, decisão a ser tomada em função da demanda da ferramenta em questão. A partir da valorização realizada, concluiu-se que, para o caso analisado, a produção interna seria economicamente mais viável para a empresa. O uso da Teoria das Opções Reais pôde suprir o déficit referente à desconsideração de aspectos ligados aos projetos de investimento não abordados por outros métodos, o que foi comprovado na análise de investimento feita no presente caso. Neste sentido, seu uso para avaliar situações de terceirização apresentou bons resultados, no tocante à tomada de decisão da empresa.

ALVES, José Antonio Resende. **Processo de reforma da ISEB - indústrias de suprimentos elétricos brasileira**: retrospectiva, tendências e a metodologia de opções reais como forma ótima de avaliação das oportunidades de futuros investimentos. 1999. 264 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** Esta dissertação apresenta o processo de reestruturação do setor elétrico, através de uma evolução iniciada com a intervenção do Governo Federal, no setor, dos anos quarenta até o momento de crise, a partir dos anos oitenta, o que vai convergir para uma nova postura regulatória institucional e organizacional para o setor. Com o novo ambiente de mercado que se apresenta, discutem-se as novas perspectivas à luz das experiências internacionais, além de destacarem-se as inovações introduzidas com a liberação do mercado, um atrativo para agentes internacionais, que trazem consigo novas formas de competição para a realidade nacional, fomentando e

exigindo a modernização do aparato regulatório. Em seguida, através da experiência da concessionária Escelsa, privatizada em 1995, mostram-se os efeitos da nova dinâmica do setor, apresentando a evolução dos números da empresa, e uma melhoria em seu desempenho. Feita a evolução histórica do setor, apresenta-se uma ferramenta financeira de valoração de investimentos e projetos, que proporciona aos agentes um melhor posicionamento no mercado, dada a possibilidade de mensuração de suas estratégias frente às incertezas, ou seja: opções reais. O objetivo principal é mostrar que, através da mensuração do valor via opções reais, os agentes econômicos podem obter um melhor valor para seus projetos de investimento, com melhor posicionamento de suas estratégias num mercado que revela uma tendência mais competitiva e incerta, exigindo uma reavaliação constante das posições assumidas. Com a aplicação da opção real, pode-se chegar a um valor 15% maior da Escelsa para 1995, confirmando sua eficiência, contra a adoção de metodologias tradicionais de avaliação em capturar as estratégias dos agentes frente a novas realidades do mercado que se vão apresentando. Tal resultado permite afirmar que, com sua utilização, o Governo poderia obter um valor mais exato de seus ativos para alienação, contribuindo, assim, para melhor arrecadação. Pode-se também afirmar que contribui, para os novos agentes obterem um melhor resultado para seus ativos, pela possibilidade de mensurar suas estratégias de investimento e suas flexibilidades frente a um mercado em formação como o do Setor Elétrico.

ALVES, Marcela Jacob. **Determinação do preço no mercado de energia elétrica brasileiro e valoração de um derivativo de energia por simulação Monte Carlo com aproximação por algoritmo genético.** 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Marco Aurélio C. Pacheco. **Resumo:** No Brasil, o comportamento dos preços da energia elétrica no mercado de curto prazo é especialmente incerto, pois não segue um padrão definido e é obtido a partir de um modelo computacional e não pelo equilíbrio de mercado entre oferta e demanda. Diante disto o mercado de opções e derivativos ao mesmo tempo em que promissor, tendo em vista as experiências de outros países, é insipiente, pois os agentes não conseguem utilizar metodologias tradicionais para a precificação destes produtos e acabam formatando os valores por experiências empíricas e segundo aceitação do mercado. Muitos trabalhos já foram desenvolvidos propondo novas soluções para a previsão de preços modificando profundamente a estrutura atual, por outro lado o objetivo deste trabalho em sua primeira parte não busca modificar o modelo atual de previsão de preços que serve de alicerce para os contratos atuais, e por isso não pode ser desprezada. Este trabalho em sua primeira parte visa desenvolver um modelo para representar o comportamento dos preços no mercado de energia brasileiro e melhorar a previsão de preços que atualmente é fornecido pelo Newave, mas sem deslocar-se dos resultados gerados por ele. Em um segundo momento busca uma metodologia computacionalmente viável para determinar o valor de opções que podem ser oferecidas em contratos de opção de longo prazo. Para desenvolver a solução, foi proposto um processo estocástico que pudesse modelar a previsão dos preços no mercado de curto prazo reduzindo a volatilidade, mas sem se distanciar do atual modelo de previsão. Num segundo momento para permitir a precificação destes contratos este estudo aprofundou-se na teoria das opções que permite considerar as flexibilidades gerenciais, tendo por objetivo maximizar o retorno de uma determinada opção contratual. Assim, com o emprego de ferramentas como o Algoritmo Genético e Simulação Monte Carlo para aproximar a curva de exercício ótimo e o novo processo estocástico de formação de preço, foi possível determinar o valor das opções estudadas. A principal contribuição deste trabalho é criar uma metodologia coerente de precificação de opções contratuais, atualmente inexistente no mercado e que possa ser testada e avaliada pelos operadores, contribuindo para o aumento e desenvolvimento do mercado de derivativos no setor elétrico brasileiro.

ALVES, Mariana de Lemos. **Carro flex fuel: uma avaliação por Opções Reais.** 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** A tecnologia *flex fuel* foi desenvolvida pelo centro de pesquisas da Bosch do Brasil e lançado comercialmente no país em 2003. O conceito desse automóvel originou-se da possibilidade do carro utilizar como combustível álcool, gasolina ou qualquer proporção de mistura entre os dois em um mesmo tanque de combustível. Essa flexibilidade na escolha do combustível do carro *flex fuel* e a existência de incerteza com relação ao preço do álcool e da gasolina, agregam valor ao automóvel, pois o consumidor pode escolher o combustível mais barato toda vez que abastece o veículo. Este trabalho busca valorar essa vantagem do carro *flex fuel* em relação ao automóvel movido apenas à gasolina através da avaliação por Opções Reais, utilizando o Método de Simulação com Fluxos de Caixa Dinâmicos, e comparar as vantagens da Simulação de Monte Carlo em relação ao modelo de Árvore de Decisão Quadrinomial. Os resultados indicam que a opção inerente ao carro *flex fuel* é relevante para a decisão de adquirir um veículo *flex fuel* e pode representar de 5% a 10% do seu valor. Palavras-chave: Finanças; Opções Reais; Carro *Flex Fuel*; Modelo por Simulação com Fluxos de Caixa Dinâmicos.

Araújo, Gustavo Silva. **Análise do modelo de apreçamento de opções GARCH em opções de compra da Telebrás**. 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Antonio Carlos Figueiredo; Coorientador: Eduardo Facó Lemgruber. **Resumo:** Este trabalho procura confirmar a hipótese de o modelo de apreçamento de opções GARCH reduzir alguns dos já amplamente estudados vieses do modelo de Black & Scholes, utilizando opções de compra da Telebras no período julho de 1995 a junho de 2000. Para isso, comparam-se os preços encontrados por intermédio do modelo GARCH com os do modelo de Black & Scholes, cotejando-os com os preços de mercado. Os resultados indicaram que o modelo GARCH foi capaz de diminuir alguns dos vieses, principalmente para opções fora-do-dinheiro com curto tempo para o vencimento. Desta forma, o modelo GARCH se mostrou uma alternativa eficaz ao modelo de Black & Scholes, sobretudo para opções com pouca liquidez, nas quais não é possível a utilização da volatilidade implícita da equação de Black & Scholes.

ARAÚJO, Rubens Oliveira de. **Avaliação de Opções Reais através do método dos mínimos quadrados de Monte Carlos**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientadora: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo testar empiricamente a eficiência e a aplicabilidade do método dos mínimos quadrados de Monte Carlo (LSM) na avaliação de projetos envolvendo opções reais. Inicialmente, o método passou por uma série de testes de sensibilidade para validação do mesmo. Em seguida, alguns exemplos de projetos de exploração e produção (E&P) de petróleo com opções reais foram elaborados, e seus valores determinados através do LSM. Estes resultados foram comparados aos resultados obtidos com o modelo binomial que, devido a sua simplicidade e ampla utilização, foi escolhido como benchmark para analisar a eficiência do método LSM. Devido às semelhanças entre oportunidades de investimento em ativos financeiros e reais, muitos estudos são realizados no sentido de adaptar instrumentos financeiros para a avaliação econômica de projetos. Muitas pesquisas sobre opções reais foram desenvolvidas em exploração de recursos naturais, em especial de E&P de petróleo. Isso ocorre devido ao porte dos investimentos que são realizados neste setor e as suas características peculiares: o mercado de petróleo é bem desenvolvido (presença de mercado futuro, instrumentos de proteção financeira, derivativos etc); os investimentos ocorrem num ambiente de incertezas econômicas e/ou técnicas; os projetos demandam uma série de flexibilidades gerenciais (prazos alternativos para execução dos investimentos, possibilidade de mudanças na escala do projeto, entre outras). Tais características fazem com que seja necessária uma avaliação mais cautelosa e criteriosa destes ativos reais. Uma nova ferramenta desenvolvida neste sentido é o método LSM, que consiste na avaliação de opções americanas através de simulações e de regressões simples. Palavras-chave: Opções Reais, Simulação de Monte Carlo, Regressão.

ARONNE, Alexandre Vasconcelos. **Avaliação de flexibilidade gerencial e determinação de política ótima de operação utilizando Opções Reais**: estudo de caso no setor elétrico brasileiro. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado) - Faculdades Integradas Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo. 2007. Orientador: Haroldo Brasil. **Resumo:** O Brasil iniciou, em meados da década de 90, uma profunda reestruturação em seu setor elétrico, com o objetivo principal de inserir a competitividade no setor, e assim, atrair capital privado para novos investimentos. Os resultados desta reforma não foram alcançados como planejado e, em 2001, o país sofreu uma grave crise de suprimento de energia, que ficou conhecida como “apagão”. A construção de usinas termelétricas a gás natural foi, então, a principal saída encontrada para aumentar a geração elétrica no curto prazo, devido ao seu reduzido tempo de construção. No entanto, as reservas de gás natural bolivianas, de onde é retirada grande parte do gás natural consumido no Brasil, foram recentemente nacionalizadas, trazendo incertezas quanto à oferta e aos preços praticados no país. Os métodos tradicionais de análise de investimento não são adequados à avaliação de investimentos sob incertezas e, neste caso, a aplicação da teoria de opções reais se mostra mais adequada. Nesta dissertação foi realizada a avaliação de uma usina termelétrica bi-combustível com opção de suspensão temporária da operação. Para isso, optou-se pela utilização da teoria de opções reais, método que leva em conta as decisões gerenciais tomadas à medida que as incertezas são reveladas. A flexibilidade gerencial adquirida com a adoção da tecnologia flexível foi avaliada e mostrou-se muito valiosa, agregando valor ao projeto. Foi determinada também a política ótima de operação da termelétrica, definindo-se o modo de operação ótimo para cada combinação de preço dos combustíveis.

BARAN, Flavio Daniel. **Avaliação de uma floresta de eucaliptos na presença de um mercado de certificados para reduções de emissões de carbono**: uma abordagem por Opções Reais. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** A existência de um mercado para reduções de emissões de gases de efeito estufa cria uma nova variável a ser considerada na avaliação econômica de empreendimentos florestais: a absorção de CO<sub>2</sub>. O sequestro desse gás gera um fluxo de dividendos que se transforma em uma

fonte adicional de receita, influenciando as decisões gerenciais tomadas pelo administrador florestal. O presente trabalho estuda como se dá essa influência sobre o melhor momento de se efetuar o corte das árvores. O empreendimento florestal estudado é uma floresta de eucaliptos, explorada em função de sua madeira e cuja função de crescimento é conhecida. O preço pelo qual pode ser vendida a madeira varia estocasticamente, não podendo ser previsto, enquanto que um certificado correspondendo a uma tonelada de CO<sub>2</sub> removido é negociado em um mercado próprio a um preço que é considerado como sendo constante e exógeno. Todos os outros parâmetros envolvidos são constantes e conhecidos. Diante do preço de mercado, incerto, o administrador pode tomar três decisões: derrubar a floresta, esperar ou abandonar o negócio. Devido às características desse tipo de empreendimento, a Teoria de Opções Reais mostrou-se a metodologia mais adequada a ser usada. Palavras-chave: Opções reais; créditos de carbono; mercado de carbono; análise de investimentos; finanças corporativas.

BARBOSA, Luciana Salles. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Investimentos no mercado imobiliário envolvem grande aporte de capital e baixa liquidez, não sendo incorporados de forma instantânea, apresentando lento payback, além de diversas incertezas econômicas relativas à demanda, preço/m<sup>2</sup> e velocidade de vendas, que aumentam o risco percebido dos investidores. Foi analisada a viabilidade econômica de um lançamento imobiliário na cidade do Rio de Janeiro identificando as opções reais relevantes ao empreendimento como a aquisição de informações, opções de adiamento e abandono do projeto, permitindo ao incorporador a escolha de decisões que maximizem o valor de seu empreendimento. Estima-se o valor máximo pago ao proprietário do terreno em função do direito de exclusividade. Ao considerar estratégias de opções inseridas na metodologia de fluxo de caixa descontado, diminui-se exposição de risco (Value-At-Risk) do empreendimento em 50% e aumenta o valor do empreendimento em R\$ 3MM. É importante, estabelecer uma cultura empresarial que empregue a teoria de opções de forma a proporcionar um efetivo gerenciamento de risco do empreendimento. Palavras-chave: Opções Reais, VPL, Mercado Imobiliário, VGV, Custo de Construção.

BARRETO, Alexandre Parente Caldas. **Uma aplicação do modelo binomial na avaliação de projetos de investimentos com opções gerenciais interagentes**. 1996. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** Esta dissertação versa sobre análise de investimentos considerando o valor da flexibilidade gerencial. O trabalho começa contextualizando este tipo de análise no meio profissional e acadêmico. Uma breve descrição do modelo tradicional -- fluxo de caixa descontado e teste do VPL -- e alguns limites desta metodologia são apresentados logo no princípio. Em seguida, Mostra-se como a flexibilidade gerencial inerente a todos os projetos maximizam ganhos em ambientes favoráveis e limitando perdas quando o cenário muda para pior. Também pode ser encontrado como aproximar possíveis atitudes a serem tomadas por gerentes ao exercício de uma opção real e com isto achar um valor quantitativo para o fator gerencial. Utilizando-se da estrutura do trabalho de Trigeorgis (1991 *b*) desenvolveu-se um modelo capaz de quantificar o valor da flexibilidade gerencial. Pode-se encontrar uma descrição deste trabalho no segundo capítulo da dissertação. Ainda encontra-se um resumo sobre a teoria de opções, incluindo o modelo binomial de Cox, Ross & Rubinslehz (1979). Após uma comparação entre o modelo de Trigeorgis e o modelo binomial de precificação de opções conclui-se que um ajuste no modelo de opções reais pode ser feito para melhor espelhar o valor da flexibilidade gerencial. É gerado um algoritmo capaz de operacionalizar a avaliação de opções reais. Este é testado quanto à precisão e à convergência. O resultado favorável nos testes permite a sua utilização em análise de projetos hipotéticos com diversas opções reais. É analisado como a presença de uma opção real afeta o valor de outra, ou seja, estudou-se a natureza da interação entre opções reais em um mesmo projeto. Conclui-se que os modelos tradicionais não levam em conta o valor da flexibilidade gerencial, e este pode fazer a diferença na hora de decidir sobre a realização de um projeto. Diversos trabalhos publicados durante a década de 80 focam na avaliação das opções reais, mas sempre estudando um tipo por vez. Na década de 90, Trigeorgis estudou os efeitos da flexibilidade gerencial de uma forma mais geral, entretanto seu modelo pode ser aprimorado utilizando-se a base do modelo binomial de precificação de opções. Ainda verificou-se que opções reais sobre um mesmo projeto interagem, logo a soma de seus valores individuais não corresponde a um conjunto delas.

BARROS, Ângelo Miguel de. **Precificação de reservas de petróleo não desenvolvidas em blocos da região do pré-sal brasileiro**: uma abordagem por Opções Reais. 2009. 101 f. Dissertação Mestrado em Matemática) - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Roberto Imbuzeiro F. Oliveira. **Resumo:** Esta dissertação faz uso das técnicas modernas de análise de investimentos chamadas de



Opções Reais para valoração de reservas não desenvolvidas de petróleo do Pré-Sal brasileiro. Tais técnicas conseguem captar as flexibilidades e incertezas do mercado, superando os métodos tradicionais de Fluxo de Caixa Descontado (FCD). As reservas estudadas neste trabalho são extremamente complexas e têm chamado a atenção de muitos investidores (nacionais e estrangeiros) com relação ao seu processo de desenvolvimento. O enorme reservatório de petróleo existente no Pré-Sal tem sido motivo de grande expectativa do governo brasileiro, em virtude da possibilidade da elevação do país no ranking das maiores reservas de óleo e gás do mundo. Entretanto, o alto custo de desenvolvimento requerido faz com que muitos questionem a viabilidade de investir no Pré-Sal, principalmente em tempos de crise no mercado financeiro mundial. Nesta dissertação, utilizamos as Opções Reais para obter o valor da reserva não desenvolvida, baseado no modelo de Paddock & Siegel & Smith, adaptado a um processo de reversão à média. O objetivo é analisar a viabilidade de investimento no Pré-Sal brasileiro através do preço de concessão das reservas, descrito por uma equação diferencial parcial a ser deduzida ao longo da dissertação. Esta equação será resolvida por métodos numéricos implementados por algoritmos computacionais descritos no trabalho. A análise será feita por cada tipo de reserva, visto que no Pré-Sal brasileiro existem reservas com características diferentes (tais como tamanho da camada de sal, profundidade do poço, entre outros). Ao final, apresentaremos os resultados de conclusões obtidas. Lembramos que os resultados foram gerados considerando as hipóteses e modelos escolhidos, e que tais resultados podem variar se utilizarmos outros modelos. Palavras-Chave Opções Reais, Reservas não desenvolvidas, Pré-Sal.

BASTIAN PINTO, Carlos de Lamare. **Avaliação por Opções Reais de empresa de sistema de informação geográfica**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano. **Resumo:** O presente trabalho propõe-se a estudar uma aplicação da avaliação de projetos corporativos à luz da teoria das opções reais, para o setor de sistemas de informação geográficas (SIG), mostrando suas vantagens sobre a avaliação tradicional. A metodologia visa comparar o valor de uma avaliação por valor presente líquido de um projeto de capital de risco, ao valor de suas flexibilidades gerenciais incorporadas quando se está num ambiente de incertezas. Pela avaliação por opções reais, obtêm-se também indicações de alternativas para a estratégia gerencial e principalmente consegue-se mensurar o valor destas, que geralmente é apenas quantificado de forma intuitiva pela gerência. Para tal o estudo calcula a volatilidade do projeto em questão combinando as volatilidades de suas variáveis incertas numa única, por uma simulação (Método de Monte Carlo). A avaliação é realizada em quatro passos: avaliação clássica do valor presente do projeto, cálculo da sua volatilidade, construção da árvore de eventos do projeto e incorporação das flexibilidades com cálculo do valor resultante das opções reais. Obtém-se finalmente o valor das flexibilidades compostas e isoladas, as indicações de pontos de controle para exercício das flexibilidades pela gerência, e a avaliação das opções estratégicas a serem seguidas pela gestão.

BASTIAN PINTO, Carlos de Lamare. **Modelagem de Opções Reais com Processos de Reversão à Média em Tempo Discreto**: uma aplicação na indústria brasileira de etanol. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** A presente tese trata da modelagem por Reversão à Média de incertezas estocásticas, e sua aplicação em opções reais. A utilização de processos estocásticos que não o caminho aleatório, ou Movimento Geométrico Browniano (MGB), geralmente não permitem a utilização de soluções analíticas fechadas para avaliar ativos contingenciais e então são usadas abordagens numéricas discretas. A tese está dividida em três capítulos que cobrem o tema. No primeiro após uma discussão sobre a validação do processo a ser usado são apresentados os modelos mais conhecidos para Movimentos de Reversão à Média (MRM): quatro de fator único, entre eles um aritmético e três geométricos, e mais um de dois fatores. Para todos são mostrados ou desenvolvidos, os processos de discretização, a expressão do valor esperado assim como a estimação de parâmetros a partir de séries históricas. A relevância desse último ponto é devida ao fato que geralmente somente séries históricas são conhecidas para as variáveis incertas nas aplicações de opções reais. O capítulo apresenta ainda o levantamento de parâmetros para os principais modelos apresentados no caso de séries históricas de preços reais de açúcar e etanol pagos ao produtor no Estado de São Paulo. O segundo capítulo trata da modelagem por árvore binomial como método numérico discreto para aproximação de processos de reversão à média. Esta aproximação permite a avaliação de ativos contingentes escritos sobre uma variável cujo valor tenha esse comportamento estocástico. Essa abordagem clássica é usada em inúmeros trabalhos e tem origem na metodologia desenvolvida por Cox, Ross e Rubinstein (1979), a qual só é aplicável a variáveis que tenham um comportamento aproximado por um MGB, excluindo toda uma gama de ativos cujo comportamento é mais bem aproximado por um processo auto regressivo. São demonstradas duas formas de aproximação binomial para reversão à média. Também é mostrado como compor em uma árvore bi-variável, dois processos estocásticos independentes sendo que pelo menos um segue um MRM, e o outro um MGB ou outro MRM. Neste capítulo as abordagens desenvolvidas são usadas para avaliar uma opção de expansão de uma usina somente de açúcar, para produzir também etanol. O terceiro capítulo usa os resultados dos dois primeiros para avaliar a opção de

alternância de produção existente nas usinas flexíveis de processamento de cana de açúcar. Estas podem alternar a produção entre açúcar ou etanol, e esta flexibilidade tem valor substancial para a usina. O capítulo avalia esta opção real usando a abordagem por árvore bi-variável combinando dois processos de Reversão à Média correlacionados para os preços dos dois produtos passíveis de serem produzidos. Esta modelagem é então comparada aos resultados de uma avaliação por simulação, os quais confirmam a convergência dos dois métodos. Também é analisada a sensibilidade do valor da opção real de alternância à correlação dos dois processos estocásticos. Finalmente a tese conclui com um resumo geral sobre a importância da escolha correta do processo estocástico que modela as incertezas envolvidas na avaliação por opções reais e sugere futuras linhas de pesquisa, tal como a parametrização de processos com saltos.

**BATISTA, Fabio Rodrigo Siqueira. Avaliação de opções de investimento em projetos de exploração e produção de petróleo por meio da fronteira de exercício ótimo da opção.** 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** A recente entrada em vigor do Protocolo de Quioto e as pesadas multas impostas às empresas européias que não conseguirem reduzir as suas emissões de CO<sub>2</sub>, fazem do mercado de carbono uma realidade na América Latina. O Brasil se destaca como um dos países de maior potencial para exportar créditos de carbono no mundo, em grande parte, devido ao seu potencial para produzir energia elétrica a partir de fontes renováveis. Entretanto, a real atratividade desse negócio ainda é desconhecida no âmbito do setor elétrico brasileiro, tanto pela dificuldade encontrada para se estimar a sua produção efetiva de créditos de carbono, quanto pelo não reconhecimento das flexibilidades gerenciais embutidas neste mercado. Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver um arcabouço metodológico capaz de determinar o valor incremental do mercado de carbono nos projetos de geração de energia elétrica em sistemas hidrotérmicos interligados, tal como o sistema brasileiro. Para tanto as metodologias ACM0002 [1] e AMS-I.D [2], ambas aprovadas pelo Comitê Executivo do Protocolo de Quioto, serão empregadas no cálculo da linha de base desses projetos. Além disso, uma vez que o preço do crédito de carbono pode ser considerado uma variável aleatória, a Teoria das Opções Reais será utilizada para avaliar as flexibilidades gerenciais embutidas no negócio. A opção considerada é avaliada pelos métodos Binomial, dos Mínimos Quadrados, e de Grant, Vora & Weeks. Os processos estocásticos Geométrico Browniano e de Difusão com Saltos são utilizados para modelar o preço do crédito de carbono. Palavras-chave: Avaliação de Projetos; Opções Reais; Simulação de Monte Carlo; Fontes Renováveis de Energia; Mercado de Carbono.

**BATISTA, Fabio Rodrigo Siqueira. Estimação do valor incremental do mercado de carbono nos projetos de fontes renováveis de geração de energia elétrica no Brasil:** uma abordagem pela Teoria das Opções Reais. 2007. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Foi implementado um algoritmo capaz de avaliar opções americanas de compra usando a técnica de Simulação de Monte Carlo aliada à Programação Dinâmica. O objetivo é avaliar opções de expansão na produção de campos de Petróleo já desenvolvidos sob condições de incerteza técnica e de mercado, tipicamente presentes em projetos de exploração e produção dessa commodity. Para modelar os movimentos do preço do Petróleo foram utilizados os modelos de Reversão à Média de Schwartz e de Dias. Explorando o algoritmo, foram estudados os efeitos da taxa de juro livre de risco, do preço de exercício da opção, da velocidade de reversão à média, da depleção secundária do campo, da volatilidade e do preço de longo prazo do Petróleo no valor da opção real. Além disso foram obtidas curvas de gatilho interpretadas como ferramentas gerenciais capazes de fornecer uma regra de decisão sobre quando investir. Os resultados foram comparados com o esperado pela teoria tradicional de opções, a qual utiliza o movimento Geométrico Browniano para modelar os movimentos do preço do ativo objeto.

**BATISTA, Jeferson. Determinação do valor da opção de ativos reais usando a Teoria das Opções.** 1999. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1999. Orientador: Carlos Patricio Samanez. **Resumo:** As decisões de investimento tem sido ultimamente motivo de intensa pesquisa. O uso- da teoria das opções para valoração de ativos reais, precisamente do valor da "opção de postergação", permite determinar o valor da posse da opção de implantar um projeto, quando o investimento é irreversível, e quando este tem, dado suas características, possibilidade de ter a implantação postergada. Para conceituação, é replicado o modelo desenvolvido por Dixit [1992], e também o modelo desenvolvido por Pindyck [1991]. A contribuição nesta linha de pesquisa é feita através do relaxamento da condição de perpetuidade do período de maturidade da opção, através do desenvolvimento de um modelo, a partir de Pindyck [1991]. A equação diferencial parcial obtida no modelo é resolvida através de aplicação de métodos numéricos. Objetiva também, uma análise crítica do método convencional de determinação de uma carteira de investimento, através da maximização do somatório do VPL das oportunidades de investimento, quando estas não consideram a existência do valor da espera.

BELCHIOR, Marcelo Vitorino, **A influência das negociações nos resultados financeiros de um empreendimento imobiliário residencial sob a ótica da Teoria das Opções Reais**. 2008, 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2008. Orientador: Luiz Fernando M. Heineck, Coorientador: Antonio Edésio Jungles. **Resumo:** No ambiente das incorporações imobiliárias residenciais, empreendedores realizam inúmeras flexibilidades gerenciais por meio de negociações com o intuito de materializar a viabilidade e mitigar os riscos dos empreendimentos. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência destas negociações nos resultados financeiros de um empreendimento imobiliário residencial sob a ótica da Teoria das Opções Reais (TOR). Na hipótese de que as flexibilidades gerenciais exercidas pelo empreendedor ao longo do ciclo de vida do empreendimento agregam valor ao Valor Presente Líquido (VPL) do empreendimento. O método foi dividido em duas fases: a primeira fase foi o desenvolvimento de um estudo de viabilidade econômica e financeira pelos métodos tradicionais (Fluxo de Caixa Descontado (FCD), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e período de "Pay Back") para um empreendimento estudo de caso. A segunda fase foi o monitoramento dos múltiplos casos de negociações nas etapas do ciclo de vida do empreendimento. Como contribuição do trabalho foi confirmada a fórmula do Valor Presente Líquido (VPL) expandido de Trigeorgis para o empreendimento. Na qual as flexibilidades gerenciais agregam valor ao Valor Presente Líquido (VPL) tradicional compondo o Valor Presente Líquido (VPL) expandido. O que caracterizou mais uma tipologia de opção real até então inexistente na bibliografia, conceituada pelo autor de "Flexibilização". Palavras-chave: Opções Reais. Flexibilidade. Incerteza. Risco. Incorporação Imobiliária.

BELLO, Bruno Vitali. **Modelagem de garantias governamentais em *project finance* e parcerias público-privadas através da aplicação da Teoria de Opções Reais**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Investimentos de caráter privado se apresentam como importante vetor para o financiamento de projetos de infraestrutura pública. Governos ao redor do globo têm fomentado a participação da iniciativa privada nestes investimentos através da modelagem de projetos com base em *project finance* e na utilização de mecanismos de PPP (Parcerias Público-Privadas). Em projetos de PPP, estes instrumentos são arranjos contratuais no qual o governo assume compromissos futuros através de garantias e opções e vêm sendo utilizados na busca por uma alocação eficiente de riscos e recursos. Neste sentido, o setor de transporte se apresenta como um grande campo de aplicação destes mecanismos, em especial no que se refere às concessões rodoviárias. Um importante fator de risco em projetos desta natureza está associado ao volume de tráfego, que frequentemente apresenta impacto direto na viabilidade do empreendimento. Por esta razão, diferentes modelos de garantias que objetivam reduzir o risco do investidor privado e alocar de forma eficiente os recursos públicos têm sido apresentados. Este trabalho apresenta uma proposta para a viabilização de concessões rodoviárias. Para tanto, o trabalho apresenta o estudo de caso da MG-050, a primeira PPP na área de infraestrutura rodoviária implementada no país. Adicionalmente, apresenta-se a sugestão de modelagem de garantias governamentais com base na metodologia de Opções Reais, sob a forma de uma garantia de tráfego mínimo para o projeto em questão. Conclui-se que a metodologia com base em opções reais contribui de forma a tornar o projeto viável à participação da iniciativa privada, oferecendo um menor custo para a obtenção deste objetivo. Palavras-chave: Opções reais; garantias governamentais; *project finance*; parceria público privada; PPP; concessão rodoviária

BERRÊDO, Marcelo Cezar Hosannah de. **Abordagem por Opções Reais na privatização do setor de telecomunicações: o caso da Embratel**. 2001. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: Carlos Patrício Samanez. Coorientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Na avaliação de projetos de investimento, tais como a construção de uma fábrica ou a ampliação de uma rede de telecomunicações, é comum a utilização da metodologia dos fluxos de caixa descontados, a despeito das suas conhecidas limitações, que tendem a produzir resultados menos consistentes. Tais limitações podem ser aceitáveis quando se objetiva apenas assegurar a viabilidade do projeto. No processo de privatização de uma empresa estatal, porém, a precisão no seu valor de avaliação torna-se crítica, não somente para se maximizar o ganho decorrente da venda, como também, devido ao seu caráter polêmico e a eventuais resistências à venda das empresas estatais, para se evitar o desgaste político decorrente de suspeitas quanto à legitimidade do processo. Seguindo orientação definida no Programa Nacional de Desestatização (PND), a metodologia dos Fluxos de Caixa Descontados tem sido amplamente usada na avaliação das empresas estatais. A venda da EMBRATEL não fugiu à regra, tendo-se verificado no seu leilão um ágio bastante elevado. O presente trabalho busca levantar hipóteses quanto à flexibilidade gerencial decorrente da venda da EMBRATEL, que poderia ter sido captada pelo uso da metodologia de avaliação por opções reais. Supondo-se que se busca maximizar o valor da venda das empresas estatais, os avaliadores terão a opção de utilizar esta metodologia nas próximas operações de privatização.

BIEGER, Marlene. **Decisão de investimentos:** critérios de avaliação e a consideração de aspectos estratégicos nas empresas industriais de médio e grande porte da região noroeste - RS. 2000. 153 f. Dissertação (Mestrado, em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2000. Orientador: Oscar Claudino Galli. **Resumo:** Esta dissertação estuda os procedimentos de tomada de decisão de investimentos em ativos, utilizados pelas empresas industriais de médio e grande porte da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, investigadas em termos de critérios de avaliação e a consideração de aspectos estratégicos na decisão de investimento. Trata-se de uma pesquisa exploratória, realizada em trinta empresas, que procurou investigar o comportamento das mesmas em matéria de critérios de decisão, consideração do risco, timing e ciclo econômico, incorporação de novas tecnologias e a avaliação do desempenho do investimento. A seguir, procede-se à análise comparativa de alguns resultados da presente pesquisa com a pesquisa de Saul (1990/1991), realizada nas grandes empresas industriais e prestadoras de serviços públicos básicos do país. Finalmente é apresentado o estudo de caso múltiplo, que teve como base a pesquisa survey realizada nas trinta empresas, das quais foram selecionadas três empresas uma do setor agropecuário e duas do setor metal-mecânica que mais se assemelham quanto às práticas de seleção e avaliação de investimentos constantes na teoria. Esse estudo teve por objetivo examinar os procedimentos adotados no processo de tomada de decisão, bem como a consideração de ativos intangíveis na decisão de investimento. Nas conclusões, geral e parcial, são apresentados os comportamentos das empresas investigadas e analisadas e suas diferenças com as recomendações constantes na teoria financeira, no que se refere a critérios de avaliação e decisão de investimento. Os resultados da pesquisa demonstraram uma aproximação das práticas empresariais com as descritas na teoria financeira, já que a maioria das empresas utiliza técnicas formais para avaliar, selecionar e controlar os seus projetos de investimentos; verificou-se que as empresas utilizam uma estimativa de rentabilidade para “todos” ou para a “maioria” de seus projetos. Através do estudo, a pesquisa confirmou que as empresas da região noroeste utilizam a taxa interna de retorno (TIR) como critério principal de rentabilidade na análise de investimento. Também, constatou-se que o *payback*, nas modalidades sem e com atualização é usado como critério secundário. Outro aspecto constatado na investigação mostra que a maioria das empresas avaliam o risco de maneira subjetiva, vindo a contrariar a teoria financeira pelo não uso dos métodos de mensuração existentes. No que se refere à comparação dos resultados da presente pesquisa com os resultados da pesquisa de Saul (1990), evidenciou-se que as empresas da região noroeste diferem em alguns procedimentos, principalmente em termos de mensuração do risco, pois em 1990 às empresas utilizavam um método quantitativo para medir o risco, nos demais procedimentos são semelhantes aos utilizados pelas empresas nacionais. Assim, conclui-se, que a análise de investimento vem influenciando a maneira das empresas decidirem e agirem, mostrando que os empresários não estão explorando ao máximo as técnicas de análise de investimento oferecidas pela teoria financeira, embora as empresas busquem constantemente a modernização tecnológica, adaptando-as ao seu ambiente, de acordo com as necessidades que o mercado exige, oportunizando o crescimento e o desenvolvimento de seus negócios.

BLANK, Frances Fischberg. **Teoria de Opções Reais em *project finance* e parceria público-privada:** uma aplicação em concessões rodoviárias. 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** A utilização de financiamentos baseados em *project finance* ganhou grande impulso nas últimas décadas em projetos de infra-estrutura pública. Em todo o mundo, governos têm incentivado o investimento privado nesta área através de estruturas de PPP (Parceria Público-Privada), cujo conceito vem se desenvolvendo e aprimorando. O setor de transportes apresenta vasto campo para aplicação de tais instrumentos, destacando-se as concessões rodoviárias. Dadas as características de alguns projetos envolvendo *project finance* e PPP, faz-se necessário o uso de conceitos da Teoria de Opções Reais que permitem a correta avaliação de viabilidade econômica, além de explicitarem as vantagens da utilização destes instrumentos no que se refere a alocação de riscos. Assim como no *project finance*, as PPPs envolvem compromissos contratuais, de forma que neste caso o governo pode oferecer subsídios, garantias ou outras formas de suporte com objetivo de reduzir o risco do investidor privado. Nas concessões rodoviárias, por exemplo, considerando o fator de risco relacionado ao tráfego, tem-se discutido muito sobre a questão de garantias governamentais, que podem ser oferecidas segundo diferentes modelos. O objetivo desta dissertação é rever as características relacionadas a estruturas de *project finance* e PPP, bem como aplicações existentes de conceitos de opções reais nestes casos. É apresentado um projeto hipotético de concessão rodoviária neste contexto e três opções são identificadas: garantia de tráfego mínimo, repasse de receita por tráfego máximo e possibilidade de abandono pelos acionistas. Palavras-Chave: Opções reais; *project finance*; parceria público-privada; PPP; concessão rodoviária; garantias governamentais; opção de abandono.

BORDIERI, Carlos Augusto. **Um método alternativo para estimativa da volatilidade de projetos de produção de petróleo.** 2004. 170 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Petróleo) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004. Orientador: Saul Barisnik Suslick. **Resumo:** A volatilidade é um

parâmetro importante com difícil estimativa, mas com influência significativa nas avaliações econômicas. É também importante no gerenciamento de risco em projetos, principalmente quando preços de petróleo apresentam elevadas flutuações. Esta dissertação apresenta uma sistemática numérica para estimativa da volatilidade de projetos de E&P, com base em simulações da evolução de preços de petróleo por método de Monte Carlo, utilizando três processos estocásticos para representar a dinâmica de preços: Movimento Browniano Geométrico, Reversão à Média e um algoritmo para geração de variáveis log-normais. Como os preços são aleatórios o VPL também será uma variável incerta, então seu desvio padrão pode ser utilizado como estimativa da verdadeira volatilidade de projetos. Aplicou-se a metodologia a uma carteira de doze projetos de E&P em águas profundas, que tem diferentes características, entre outras, em termos de qualidade de óleo, lamina d'água, CAPEX, OPEX e infra-estrutura. Para investigar as influências no resultado da volatilidade de projetos, foram avaliadas correlações como CAPEX, volume de reserva e TIR. Os resultados preliminares indicam que a volatilidade de projetos é mais alta que a volatilidade de preços, particularmente em situações de elevado CAPEX e baixo preços de petróleo. Encontrou-se volatilidade de projetos de uma a três vezes maior que a volatilidade de preços, indicando que a hipótese tradicional de assumir a volatilidade de preços de petróleo como uma aproximação para a volatilidade de projetos pode introduzir distorções nas análises econômicas pela teoria das opções reais. Palavras-chave: Opções reais, Volatilidade, Avaliação Econômica.

BORGES, Bráulio Salles Coelho Dutra. **Teoria de Opções Reais em tempo discreto : uma aplicação no segmento de shopping centers**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** O mercado de varejo no Brasil vem observando um grande crescimento do número de Shopping Centers no país desde a inauguração da primeira unidade na década de 60. Atualmente este tipo de empreendimento já responde por cerca de 18% do total das vendas no varejo. O projeto de construção de um Shopping Center envolve investimentos vultosos e certamente demanda uma análise criteriosa e precisa, para que não haja falhas. Tradicionalmente a análise deste tipo de investimento é realizada através do método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), no entanto, esta ferramenta não é capaz de avaliar as flexibilidades gerenciais, que no caso dos Shoppings podem ser relevantes e impactar no retorno esperado do investimento. Nesta dissertação avaliamos um investimento em Shopping Center através da Teoria Opções Reais contemplando a opção de expansão, de abandono e a de construção de um condomínio residencial anexo. Os resultados indicam que o retorno do *shopping* é cerca de 43% maior do que aquele calculado pelo FCD sem consideração destas opções. Palavras-chave Opções reais; análise de projetos; investimentos imobiliários; flexibilidade gerencial; fluxo de caixa descontado.

BRANDÃO, Carlos Augusto Machado Pereira de Almeida. **Aquisição da Pegasus Telecom pela Telemar:** aplicação da análise por opções reais para avaliar opções de expansão. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças – IBMEC. Rio de Janeiro. 2006. Orientadora: Maria Augusta Soares Machado. **Resumo:** No competitivo e dinâmico setor de telecomunicações as limitações das ferramentas tradicionais de avaliação de investimentos ficam ainda mais evidentes. Em julho de 2002 a Telemar, maior empresa de telecomunicações da América do Sul em linhas de serviço, tomou a iniciativa de adquirir a Pegasus Telecom, empresa de transmissão de dados que atua nas regiões do Brasil não contempladas no seu contrato de concessão. O valor pago pela empresa na época foi apurado com base na análise de fluxo de caixa descontado. Dadas as perspectivas do setor ligadas ao crescimento do mercado de dados, existem oportunidades de crescimento e expansão que não puderam ser capturadas neste método. Sua quantificação é possível utilizando-se a metodologia de análise por Opções Reais. Este trabalho utiliza a metodologia de Copeland e Antikarov (2003) para avaliar algumas opções possíveis de serem quantificadas pela análise por Opções Reais. A análise conjunta permitiu verificar um aumento de R\$164,9 milhões no valor da empresa. Palavras-chave: Fluxos de caixa descontados; Fluxos de Caixa de Capital; Custo de Capital; Volatilidade; Grades Binomiais; Opções Reais.

BRANDÃO, Luiz Eduardo Teixeira. **Uma aplicação da Teoria das Opções Reais em tempo discreto para avaliação de um projeto de concessão rodoviária**. 2002. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Um dos problemas da avaliação por Opções Reais é a exigência de se ter mercados completos para que possam ser utilizados métodos baseados no princípio da não arbitragem para a sua solução. Outro problema é a inclusão de duas ou mais fontes de incerteza na modelagem matemática do projeto, que aumenta a complexidade do problema, especialmente quando essas incertezas envolvem risco privado, não correlacionado com o mercado. Este trabalho sintetiza conceitos aplicados a Teoria das Opções Reais desenvolvidos por diversos autores com ferramentas de Decision Analysis para propor uma metodologia de avaliação de projetos em tempo

discreto utilizando algoritmo próprio aplicado a modelo de árvore de decisão com malha binomial que pode ser implementada utilizando-se programas de *softwares* padrão já existentes no mercado. O método é computacionalmente intenso, mas de modelagem mais simples e intuitiva que os métodos tradicionais de Opções Reais, permitindo assim uma maior flexibilidade na elaboração do modelo. Esta metodologia é aplicada ao problema de valoração de uma concessão rodoviária no Brasil com flexibilidade gerencial em mercados incompletos e risco político. Palavras-chave: Finanças; Opções Reais; Análise de Projetos; Investimento sob Incerteza; Análise de Decisões.

BROBOUSKI, William John Pereira. **Teoria das Opções Reais aplicada a um contrato de parceria florestal com preço mínimo.** 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numérico em Engenharia do Setor de Ciências Exatas e Tecnológica) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004. Orientador: Celso Carnieri. **Resumo:** Este trabalho analisa a atratividade financeira de projetos florestais em parceria. Abrange o setor florestal brasileiro que contribui significativamente com o produto interno bruto e com o superávit comercial, e sobre o déficit de pinus no Brasil. O presente trabalho propõe um novo tipo de contrato entre o produtor rural e empresas de reflorestamentos com o objetivo de estimular a produção florestal e, com isso, possa minimizar o déficit de pinus no Sul do Brasil. A essência deste contrato de parceria entre o pequeno produtor rural e as madeiras da região está em estabelecer um preço mínimo para a compra da madeira, que é avaliado pela Teoria das Opções Reais tornando possível avaliar a flexibilidade gerencial (a opção de abandono), com a incerteza do preço futuro. O resultado é confrontado com outros tipos de contratos que foram avaliados pelo Método Multi-Índice. Constata-se em ambas as análises, que o investimento florestal é uma alternativa viável ao produtor rural e que o contrato proposto minimiza os riscos e aumenta a rentabilidade do projeto. Palavras-chave: Teoria das Opções Reais; Análise de Investimento Florestal; Contrato de Parceria; Pinus.

BURBAN, Pierre Alexandre Charles. **Apreçamento de opções exóticas:** uma abordagem pela simulação de Monte-Carlo. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Carlos Patrício Samanez. **Resumo:** As opções financeiras são instrumentos derivativos cada dia mais usados na gestão de risco de mercado das empresas e dos investidores. Dependendo do tipo e das características da opção escolhida, geralmente não existem soluções analíticas ao problema de apreçamento do instrumento. A simulação de Monte-Carlo é um método que, aplicado ao problema de apreçamento, possibilita uma grande flexibilidade na integração das variáveis de cálculo e uma precisão que depende do número de simulações efetuadas. As opções exóticas têm características especiais e seus valores podem ser estimados com precisão aplicando as técnicas de simulação. Esta dissertação propõe uma abordagem e aplica técnicas de cálculo no apreçamento das opções exóticas mais frequentemente encontradas nos mercados de capitais. Os algoritmos desenvolvidos podem ser usados no estudo e valoração de casos reais.

CAPORAL, Alexandre. **Avaliação de ativos de geração hidrelétrica através da Teoria de Opções Reais em tempo discreto.** 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** O setor elétrico brasileiro vem sofrendo fortes mudanças estruturais, cujo principal objetivo é criar um caráter competitivo para permitir ao setor crescer não mais por investimentos estatais, mas sim pela atuação do capital privado. Assim sendo, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) passa a oferecer uma multiplicidade de oportunidades de investimentos, geradas principalmente pela recente implantação dos leilões de unidades geradoras de energia (em sua maioria hidrelétricas) e de linhas transmissoras. Em vista disso, essa dissertação propõe um modelo de avaliação de projetos de geração hidrelétrica sob condições de incerteza utilizando-se a metodologia de opções reais. Este trabalho busca incorporar a flexibilidade gerencial à avaliação de projetos através do uso de Árvore Binomiais de Decisão, com probabilidades neutras ao risco, para a avaliação por Opções Reais em Tempo Discreto. O método é computacionalmente intenso, mas de modelagem mais simples e intuitiva que os métodos tradicionais de Opções Reais, permitindo assim uma maior flexibilidade na elaboração do modelo. A aplicação prática foi realizada através da avaliação da opção de venda de energia de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Palavras-chave: Finanças; Opções Reais; Análise de Projetos; Flexibilidade Gerencial; Análise de Decisões

CARBINATTO, Godofredo. **Opções Reais no complexo soja aplicações na valoração de opções de investimentos produtivos.** 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Faculdade Getúlio Vargas. São Paulo. 2003. Orientador: Piero Tedeschi. **Resumo:** Realiza um resumo das teorias de opções financeiras e reais enfocando a aplicação desta metodologia na valoração de investimentos ligados ao complexo soja. Compara os resultados da metodologia tradicional e trata as incertezas das volatilidades de preços dos ativos

objetos no modelo de valoração de investimentos Palavras-Chaves: Opções Reais; Avaliação de Investimentos; Valoração; Incerteza; Complexo Soja; Soja; Agronegócios.

CARDOSO, Carlos Eduardo. Determinação **dos limites de entrada e saída de um projeto de investimento em uma lavoura de café com aplicação da Teoria de Opções Reais**. 2007. 167 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. 2007. Orientador: Diógenes Manuel Leiva Martins. **Resumo:** A decisão de investimento em lavouras perenes é feita sob risco, pois, de forma geral, envolve um tempo longo de formação da lavoura. O investidor conhece os comportamentos passado e atual do mercado, especialmente quando o produto é uma *commodity*, bem como os custos atuais de formação da lavoura. O impulso natural do agricultor é o de decidir iniciar a produção de um determinado produto quando os preços estão em alta e de se decidir a deixar de produzi-lo quando os preços estiverem em baixa. A modelagem de resposta à demanda de café é, de forma geral, feita através de modelo de regressão múltipla como mostrado por Wickens e Greenfield (1973). Esses modelos consideram a resposta à demanda decomposta em duas partes: o investimento de longo prazo composto pela formação da lavoura, preparo do solo, mudas, plantio e formação das mudas até o período de início de produção e o componente de curto prazo composto por tratos culturais anuais, colheita e processamento, até a disponibilização para a comercialização no mercado. O componente de longo prazo é modelado pela defasagem dos preços pelo período de formação da lavoura. A decisão de abandono é modelada pela defasagem de um ano dos preços correntes como em Arak (1969 *apud* LUONG e TAUER, 2004). O ganho é explicado, em muitos estudos, basicamente por três variáveis: preço atual, preço defasado de um ano e produção defasada de um ano. Os preços atual e defasado de um ano correspondem ao ganho de curto prazo. O uso de defasagem de um ano é explicado pelo ciclo de produção do café tipo Arábica. A defasagem deve ser diferente para cafés com ciclos de produção diferentes. As anomalias de produção, causadas por condições climáticas, podem ser modeladas por omissão dos termos claramente *outliers* ou por variáveis *dummy* indicando ano de condição climática anômala que tenha provocado produção diferenciada dos níveis esperados. Dixit e Pindyck (1994) defendem que a maior parte dos investimentos é irreversível e que os investimentos podem ser postergados a critério do investidor. O investidor, com uma oportunidade de investimento, na realidade é detentor de uma opção análoga a uma opção de compra na qual tem o direito, mas não a obrigação de comprar um ativo no futuro. Hull (1997 *apud* LUONG e TAUER, 2004) aplicaram modelo simples de entrada e saída, baseado nos trabalhos de Dixit e Pindyck (1994) para determinar fronteiras de preço de entrada e saída para plantadores de café no Vietnã. O presente trabalho pretende investigar aplicação do modelo sugerido por Dixit e Pindyck (1994) e no trabalho de Luong e Tauer (2004) para a definição dos pontos de entrada e saída, aplicando o modelo à lavoura de café no Brasil. Esse modelo encontra-se calcado na Teoria de Opções Reais para análise da tomada de decisões sob risco. O modelo busca determinar os preços de gatilho para investir e para abandonar a lavoura em função do comportamento dos preços e dos custos de início de produção, manutenção da lavoura e de abandono da lavoura. A presente pesquisa evidencia a superioridade do modelo de opções reais em contraste aos modelos empíricos de tomada de decisão pelos agricultores e com o modelo oferecido pela teoria neoclássica convencional com relação à determinação dos pontos de entrada e saída da cultura do café. Palavras-chave: Opções reais, investimento, abandono, lavoura de café.

CARDOSO, Cláudia Beatriz Costalonga. **Análise de projetos considerando o valor de abandono**. 1989. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1989. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Na metodologia clássica de avaliação de projetos de investimento, pouca atenção tem sido dada à possibilidade de abandono. Num mundo de incerteza, a tarefa de avaliar projetos de investimentos torna-se de difícil consecução. O valor desses projetos depende do fluxo de caixa futuro gerado e do momento em que é abandonado, tanto porque sua vida física já se esgotou, ou porque os fluxos de caixa futuros não mais justificam o projeto. Tendo a opção de abandono um valor passível de avaliação, neste trabalho foi desenvolvido um *software* que a incorpora à análise do projeto. Esse *software* constitui uma valiosa ferramenta gerencial, pois possibilita o acompanhamento de cada estágio do projeto, tendo sido baseado no modelo de Charles Bonini [3], que será apresentado no decorrer do texto. O primeiro capítulo trata da teoria da decisão de investir, considerando diferentes cenários, tais como incerteza, racionamento de capital, entre outros. No segundo são vistos métodos de pesquisa operacional utilizados na determinação do valor de projetos bem como um método para incorporação do risco de estimação à análise. Quando os parâmetros necessários à mesma têm que ser estimados. São feitas ainda algumas considerações sobre a análise de projetos do ponto de vista da Teoria Opções. No terceiro capítulo são apresentados dois modelos para a avaliação de projetos considerando a opção de abandono, tendo um como base a Simulação e o outro a Programação Dinâmica. No último capítulo os modelos são testados através de uma aplicação prática, utilizando os *softwares* desenvolvidos para cada um, e os resultados são interpretados à luz da teoria Financeira. No apêndice encontra-se o *software* de Programação Dinâmica, por ter se mostrado mais adequado para o enfoque gerencial. Embora

reconhecendo-se os modernos avanços da Teoria Financeira e suas potencialidades de aplicação à orçamentação de capital, o enfoque aqui apresentado segue uma corrente como as representadas por Hillier e Hertz.

CARVALHAES, Frederico Gomes. **Migração para o mercado livre de energia ou retorno ao mercado cativo:** aplicação de um modelo de decisão utilizando opções reais. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças – FUCAPE. Vitória. 2006. Orientador: Leonardo Lima Gomes. **Resumo:** O Setor Elétrico Brasileiro tem sofrido fortes transformações desde 1993, quando iniciou uma reestruturação para alterar as formas de comercialização de energia elétrica e incentivar a livre competição no setor. Esta pesquisa busca apresentar a aplicação de um modelo de decisão no setor de comercialização de energia elétrica, pelo qual um grande consumidor poderá migrar para o mercado livre de energia, bem como de retornar ao mercado cativo, se já estiver livre. Neste sentido, utilizando o modelo binomial e a metodologia de opções reais, o trabalho analisa a aplicação do modelo no período de 2004 a 2006 e, posteriormente, faz inferência ao período de 2007 a 2009, apontando em cada momento qual a melhor opção de mercado e mensurando a opção de migração. Os resultados encontrados indicam o mercado livre como a melhor opção em ambos os períodos, ratificando o que se observou na prática em 2004, mas também sinalizam a preocupação das grandes indústrias com os preços futuros de energia, políticas governamentais e com a situação energética do país. Palavras-chave: opções reais, modelo binomial, setor elétrico, mercado livre de energia.

CARVALHINHO FILHO, José Carlos Lemos. **O valor da flexibilidade em cláusulas "take-or-pay" de contratos para fornecimento de gás natural industrial.** 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Edmilson Moutinho dos Santos. **Resumo:** Esta Dissertação de Mestrado analisa o contexto das transações e contratos para fornecimento de gás natural de consumo industrial, e verifica os principais determinantes teóricos do valor da flexibilidade contratual, quanto ao compromisso de pagamento por quantidades mínimas contratadas, ou cláusulas *take-or-pay*. Para o desenvolvimento da Indústria de Gás Natural brasileira, são necessários grandes investimentos em infra-estrutura, cuja realização depende da percepção de valor de longo prazo que os agentes ao longo da cadeia de fornecimento têm sobre a incerteza do mercado. Como estes agentes estabelecem a governança de suas relações, através de contratos de longo prazo, a compreensão dos determinantes de valor da flexibilidade contratual é crítica para a análise da viabilidade de uma transação comercial. Este problema é abordado através do enfoque das Teorias dos Custos de Transação e das Opções Reais. Uma amostra de 396 contratos em 6 distribuidoras de gás natural no Brasil revelou um significativo poder explicativo da Teoria das Opções Reais para o valor da flexibilidade contratual, observada nas transações para fornecimento de gás natural, para consumo industrial. A evidência foi mais tênue no caso da Teoria dos Custos de Transação e fatores são propostos para explicar este fato. A pesquisa indica que a não consideração do valor flexibilidade nos contratos de gás natural tem influência negativa para o desenvolvimento deste mercado. Políticas comerciais e de regulação adequadas devem levar em consideração este aspecto.

CARVALHO, Luciana Cruz Alves de. **Uma abordagem da Teoria de Opções Reais em tempo discreto.** 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Marcelo Cabus Klotzle. Coorientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Os métodos tradicionais de avaliação de projetos vem sendo questionados por não considerarem possíveis incertezas associadas ao investimento. Neste contexto, a Teoria das Opções Reais busca aplicar o conceito de opções a ativos reais, com a finalidade de agregar o valor da flexibilidade gerencial aos métodos tradicionais de avaliação de investimentos. A avaliação por Opções Reais é considerada complexa devido à difícil modelagem de incertezas e das flexibilidades, além da necessidade de se ter mercados completos. Este estudo busca incorporar a flexibilidade gerencial à avaliação de projetos através do uso de Árvores Binomiais de Decisão, com probabilidades neutras ao risco, para a avaliação por Opções Reais em Tempo Discreto. Utilizamos programação dinâmica para a aplicação desta metodologia, a qual é computacionalmente intensa, porém de solução simples e intuitiva. A aplicação prática foi realizada através da valoração da opção de expandir e da opção de abandonar enfrentada por uma empresa de Tecnologia. Palavras-chave: Finanças; Opções Reais; Análise de Projetos; Flexibilidade Gerencial; Análise de Decisões.

CARVALHO, Rogério Mendes. **A utilização conjugada de técnicas de Opções Reais e simulação geostatística:** metodologia para integrar modelos geológicos na avaliação de projetos de mineração. 2004. 190 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004. Orientador: Armando Zaupa Remacre. **Resumo:** Opções Reais é um método utilizado para a avaliação de projetos. Esta



técnica é originada da área de Finanças. Na sua forma mais comum, a metodologia incorpora o modelo de Black e Scholes para representar o valor de um projeto como uma equação diferencial. Esta tese descreve os princípios do método de fluxo de caixa descontado (FCD) e apresenta como a metodologia de Opções Reais incorpora incerteza e flexibilidade gerencial na avaliação. Após uma introdução abordando investimentos em múltiplos estágios, são estudados três modelos de investimentos sequenciais: 1. modelo de investimento irreversível sob incerteza com valor de projeto estocástico, 2. modelo de investimento irreversível sob incerteza com valor de projeto estocástico e consideração de condição de optimalidade, 3. modelo de decisões de investimento irreversível com valor de projeto e investimento estocásticos, e sujeito a dois tipos de incerteza sobre o custo de conclusão (incerteza técnica sobre a quantidade de tempo, esforço, materiais e incerteza econômica sobre preços, quantidades de trabalho e materiais). Esta tese apresenta regras de decisão que calculam o valor de negócios, mostra como os tipos de incerteza têm efeitos diferentes na decisão de investir e como os mesmos afetam o valor da oportunidade de investimento. A magnitude do prêmio de opção derivado da flexibilidade gerencial depende das características fundamentais do ativo subjacente que, nesse caso é a estrutura econômica e financeira da propriedade mineral que será gerenciada. Nos exemplos estudados, obteve-se prêmios de opção oscilando entre os níveis de 20 a 40%. Pode-se observar a possibilidade de obter valores expandidos (incluindo o prêmio de opção) bem superiores aos valores mensurados por VPL. As dispersões de valores de opção obtidas a partir dos modelos de investimentos sequenciais revelam índices de risco entre 10 e 16%, valores efetivamente muito superiores ao patamar de 5%, capturado pela variação de resultados de VPL.

CASTRO, Alessandro de Lima. **Avaliação de investimento de capital em projetos de geração termelétrica no setor elétrico brasileiro usando a Teoria das Opções Reais**. 2000. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** O Setor de Energia Elétrica Brasileiro está passando por uma reestruturação profunda cujo principal objetivo é transferir para a iniciativa privada a tarefa de aumentar a capacidade de geração instalada no país, de modo que a oferta possa acompanhar a demanda crescente dos últimos anos e banir de vez o fantasma do racionamento de energia elétrica. A hidroeletricidade é esperada permanecer como fonte dominante de potência elétrica, mas também é esperado o aumento na participação de geração térmica na matriz energética brasileira. Este fato deve ocorrer devido à disponibilidade de gás natural através dos gasodutos que estão sendo implantados ao longo do país e dos desenvolvimentos e avanços tecnológicos na construção de usinas termelétricas usando turbinas a gás / ciclo combinado. Além disso as usinas termelétricas são uma alternativa de curto prazo para o Brasil, já que o tempo de construção reduzido permitiria o aumento da oferta durante a transição para o mercado competitivo, minimizando com isso os riscos de déficit neste período. A nova estrutura do Setor Elétrico Brasileiro permite que uma termelétrica possa se declarar flexível ou inflexível. Uma térmica flexível tem parte de sua energia despachada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e contabilizada pelo Mercado Atacadista de Energia (MAE). Logo, a térmica flexível pode estar sujeita a grande volatilidade do mercado à vista, mas também existem oportunidades para que grandes lucros sejam obtidos. Já as térmicas inflexíveis não terão sua energia despachada pelo ONS, consequentemente não atuará no mercado à vista. Sua energia deverá ser comercializada através de contratos bilaterais. Esta característica pode reduzir as incertezas, mas reduz consideravelmente as oportunidades de grandes lucros. O objetivo maior desta dissertação é avaliar uma unidade termelétrica flexível, considerando que a sua operação em cada estágio é uma opção e não uma obrigação. O valor da opção de se declarar flexível será calculado usando Simulação Monte Carlo e Programação Dinâmica.

CAVALCANTI, Alexandro Ferraz. **Avaliação de investimentos de capital na geração termelétrica usando a Teoria das Opções Reais**: um estudo de caso utilizando a equação de Bellman. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2005. Orientador: José Lamartine Távora Junior. **Resumo:** Desde meados da década de 1990, já havia a necessidade da expansão oferta de energia elétrica em Pernambuco. Relatórios divulgados pela CHESF e CELPE já apontavam a possível exaustão do potencial hidroelétrico do Rio São Francisco. A criação de uma usina termelétrica com capacidade instalada superior a 240 MW passou a ser vista como saída de curto prazo. No entanto, mesmo com a relativa definição da política de remuneração de projetos de geração elétrica, ainda persiste outras incertezas. Sobre tudo, aquelas relacionadas à declaração quanto ao modo de operação de termelétricas. Dessa forma, a análise risco-retorno passa a ter importância destacada. O modelo a ser empregado na referida análise é a Teoria das Opções Reais. Esta é uma teoria alternativa, fundamentada na Teoria das Opções Financeiras, que considera as diversas flexibilidades existentes em um projeto. Para o caso de projetos de geração termelétrica, a grande característica operacional a ser estudada é a possibilidade de suspensão temporária da produção. Nesse caso, a remuneração mensal para o projeto assemelha-se a uma opção financeira de compra do tipo europeia, cujo ativo subjacente será o preço da energia elétrica cotado no mercado de curto prazo. Para o emprego da referida teoria, será considerado como estudo de caso o projeto referente à implantação da UTE Termo Pernambuco S.A. Contando

com aproximadamente 530 MW instalados, esta usina contribui bastante para a expansão da oferta de energia elétrica em Pernambuco, afastando assim, pelo menos a curto prazo, o risco de desabastecimento, mesmo levando-se em consideração o fato de que a energia gerada pela referida usina não necessariamente destina-se apenas a Pernambuco.

CECILIO, Andrade de Oliveira Júnior. **Avaliação do melhor momento de investimento em uma hidrelétrica no Brasil: uma aplicação de um modelo de *option games***. 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças Vitória. 2009. Orientador: Leonardo Lima Gomes. **Resumo:** O presente estudo buscou aplicar modelo de *option games* na determinação do melhor momento de investimento em uma hidrelétrica no Brasil. Como este setor passou por uma reestruturação devido à necessidade de atender uma nova demanda por energia elétrica, o governo lançou planos de incentivos na construção de novas usinas atraindo o investimento privado. Como a construção de uma usina é do tipo de empreendimento irreversível, estudos sobre a viabilidade destes devem ser feitos considerando todas as possíveis condições de mercado. Uma possível condição que nós consideramos é uma situação monopolista onde a variável que determina o investimento é o preço neste contexto utilizamos dois modelos para avaliar a viabilidade financeira, o primeiro é o método tradicional de fluxo de caixa descontado e o segundo pela teoria de opções reais que leva em consideração a flexibilidade gerencial. Em uma outra possível condição iremos considerar a existência de um duopólio onde dois grupos que disputam o projeto possuem as mesmas características técnicas e financeiras, neste caso a variável deixa de ser o preço e passa a ser a demanda, para avaliarmos o projeto iremos utilizar o modelo de *option games* desenvolvido por Trigeorgis(1986). Os resultados encontrados em ambos os casos (monopólio e duopólio) mostram que há viabilidade financeira no caso do investimento imediato, porém a opção de espera pode agregar valor ao empreendimento.

CELOTO, Rodrigo Rodrigues. **Apreçamento racional de projetos com flexibilidade e incertezas exógenas: uma aplicação em Opções Reais**. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em administração) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: José de Oliveira Siqueira. **Resumo:** Neste trabalho é apresentado o suporte teórico necessário para a aplicação do apreçamento de opções reais com incertezas exógenas, inclusive com incertezas não comercializadas ou em mercados incompletos. Em seguida, o processo de modelagem de opções reais é analisado, sugere-se uma estrutura de modelagem de projetos com flexibilidade a partir de suas incertezas básicas, e comparam-se as duas principais abordagens atuais de modelagem de opções reais.

CHNEG, Yeh Jui. **Decisão de investimento para múltiplos projetos através da Teoria de Opções Reais**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Finanças e Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2007. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** Incerteza é uma variável importante em um projeto e um grande desafio para os tomadores de decisão de uma empresa. Este estudo objetiva explorar um pouco mais o campo de utilização da Teoria de Opções Reais na análise de investimentos de projetos empresariais. Trabalhos anteriores enfatizaram a aplicação da teoria em casos isolados, já neste estudo, focou-se na utilização da Teoria de Opções Reais como ferramenta de análise de decisão em situações onde existem mais de um projeto através do método do estudo de caso.

CORDIOLI, Rui Carlos. **Análise de opções reais: um estudo de caso na MMDSC Comunicações S.A.** 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2003. Orientador: Newton Carneiro Affonso da Costa Junior. **Resumo:** Esta dissertação avalia, por meio da Análise de Opções Reais, a viabilidade de um projeto de investimento de uma empresa prestadora de serviços na área de telecomunicações. Para isso, após o desenvolvimento do capítulo introdutório da pesquisa, faz-se uma incursão teórica pelas técnicas tradicionais de orçamento de capital, como o *Payback*, a Taxa Interna de Retorno e o Valor Presente Líquido, sendo o resultado deste último utilizado na quantificação da flexibilidade na Análise de Opções Reais. Na sequência, conceituam-se as opções reais e apresenta-se a sua avaliação utilizando-se o modelo de Copeland e Antikarov. Na Análise de Opções Reais são executadas as quatro etapas da avaliação previstas no referido modelo. Na primeira etapa é calculado o valor presente dos fluxos de caixa futuros. Na segunda etapa, com o valor presente dos fluxos de caixa é construída a árvore de eventos, que incorpora a flexibilidade ao projeto. Na terceira etapa monta-se a árvore de decisão com as opções envolvidas. Na quarta etapa, por meio da árvore de valor é calculada a flexibilidade. Por fim, verifica-se que a flexibilidade obtida através da Análise de Opções Reais agrega valor ao projeto. Palavras-chaves: Opções Reais; Viabilidade de Investimentos; Flexibilidade Gerencial.

CORREIA NETO, Jocildo Figueiredo. **Avaliação de projetos de investimento em TI utilizando Opções**

**Reais: aplicações no setor de indústrias alimentícias no estado do Ceará.** 2010. 212 f. Tese (Doutorado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2010. Orientador: Jaci Corrêa Leite. **Resumo:** A relevância da tecnologia de informação (TI) nas empresas é percebida de várias formas. Uma das maneiras de perceber tal importância é através dos altos volumes de recursos financeiros investidos em projetos de TI. Além disto, há evidências indicando uma tendência crescente nos orçamentos de capital de projetos de TI. Este cenário pode conduzir à discussão sobre os métodos utilizados para justificar tais investimentos, face os vários tipos de retornos esperados e os riscos envolvidos. Em adição, certos projetos podem incorporar características tais como flexibilidade gerencial a fim de aproveitar situações benéficas ou evitar situações prejudiciais, possibilidade de criação de oportunidades futuras a partir dos investimentos atuais e divisão da sua análise e execução em etapas. Se assim for, tais projetos podem ser avaliados através da abordagem de opções reais. Esta abordagem reconhece e precifica o valor adicionado pelas decisões contingenciais que podem ser tomadas ao longo da vida útil do investimento, provendo uma perspectiva dinâmica à avaliação. Esta pesquisa objetiva verificar se, de fato, projetos de TI podem ser avaliados através do emprego de opções reais e sob que condições este uso pode ser feito. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica envolvendo características dos investimentos em TI. Em seguida, foram pesquisados elementos tipicamente observados nas avaliações, tais como tipos de projetos, retornos esperados, riscos envolvidos e os métodos de avaliação. Posteriormente, deu-se ênfase ao método de opções reais, destacando os seus principais conceitos e as circunstâncias nas quais seu uso é indicado. Uma pesquisa empírica foi conduzida no setor de indústrias alimentícias, envolvendo as empresas mais relevantes localizadas no estado do Ceará. A metodologia empregada foi eminentemente qualitativa, utilizando questionários para obter alguns dados descritivos e entrevistas a fim de coletar as informações principais da pesquisa. Os executivos responsáveis pela gestão de TI nas empresas participaram da pesquisa, fornecendo dados sobre as características dos projetos e como eles são atualmente avaliados. A pesquisa mostrou uma série de exemplos de projetos analisados nas empresas que incorporavam opções reais. Houve uma predominância de opções de expansão e de postergação nos projetos, ao mesmo tempo em que não houve qualquer indício de opções de abandono ou contração. A pesquisa também evidenciou que, em alguns casos, o método de opções reais poderia ter sido empregado no processo decisório para justificar os investimentos. Apesar de nenhuma das empresas pesquisadas ter aplicado explicitamente o método de opções em seu processo decisório, percebeu-se que os conceitos são usados ainda que de maneira não formal e não mensurável. Isto indica a possibilidade de incorporação do método em casos nos quais os projetos apresentam características de decisão contingencial e geração de oportunidades futuras, ou seja, aqueles de natureza estratégica. A pesquisa concluiu que o uso da abordagem de opções reais, mensurando o valor adicionado gerado pelas opções existentes nos projetos, pode tornar o processo decisório sobre investimentos em TI mais claro e objetivo do que simplesmente usar intuitivamente os conceitos de opções. Palavras-chave: Métodos de avaliação de investimentos; abordagem de opções reais (AOR); tecnologia de informação (TI).

COSTA, Felipe Borges. **Valoração da flexibilidade de uma sonda dedicada em uma plataforma de petróleo:** uma abordagem via Opções Reais. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Reinaldo Castro Souza; Coorientador: Marco Antônio Guimarães Dias. **Resumo:** Diversos problemas operacionais ou falhas podem ocorrer em poços produtores e injetores em campos de petróleo e reduzir a produção. Muitas vezes a solução para esse tipo de problema é a intervenção com sonda. No caso de a plataforma de petróleo possuir uma sonda própria de intervenção, essa operação se torna mais ágil e menos dispendiosa. Apesar de proporcionar maior flexibilidade através do gerenciamento ativo da produção, a existência de uma sonda de intervenção acoplada à plataforma geralmente aumenta o investimento requerido em comparação à alternativa sem sonda dedicada. O objetivo desta dissertação foi o de apresentar uma proposta de metodologia, baseada na teoria de opções reais, para a quantificação dessa flexibilidade. A metodologia foi aplicada a um estudo de caso hipotético na área do pré-sal, no qual foram analisadas as opções de intervenção nos poços produtores. A metodologia proposta foi capaz de quantificar o ganho proporcionado pela sonda dedicada. A probabilidade de ocorrência de falhas, o tempo de espera pela sonda, o tipo de falha e a duração da intervenção foram fatores que impactaram o valor da flexibilidade. Palavras-chave Opções reais, petróleo, completação seca, sonda dedicada, intervenção em poços, garantia de escoamento.

COSTA, Letícia de Almeida. **Avaliação econômica do projeto GTL:** uma aplicação da Teoria de Opções Reais com processo de reversão a média. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Carlos Patrício Samanez. **Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de uma planta XTL usando a teoria das Opções Reais. Esta metodologia é a mais adequada para avaliar a capacidade que este tipo de projeto dispõe de trocar de *input* e/ou *output*, ou seja, eleger a cesta que maximiza o resultado final, de acordo com cada cenário. Essa política ótima permite avaliar a construção de uma planta com flexibilidades, com o investimento

ocorrendo em um ambiente de incerteza, onde os preços (fatores de incerteza) serão considerados estocásticos e seguirão um Movimento de Reversão à Média. Os cálculos numéricos serão feitos através da simulação de Monte Carlo. A tecnologia, designada XTL, está dividida em duas etapas: um processo de gaseificação seguido de um processo GTL (gas-to-liquid). A gaseificação permite transformar sólidos, líquidos e gases em gás de síntese, que será usado como input do GLT. Já o GTL possibilita transformar o gás de síntese em líquidos de alta qualidade, tais como nafta, diesel, parafinas e lubrificantes. Por associação, esta dissertação faz parte de um projeto que visa aplicar a teoria de Opções Reais na avaliação de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), com a finalidade de valorar e considerar as flexibilidades inerentes a este tipo de projeto. Palavras-chaves: Análise de Investimento, Teoria das Opções Reais, Movimento de Reversão à Média.

CRESPO, Carlos Frederico da Silva. **Avaliação do impacto econômico de um projeto de pesquisa e desenvolvimento no valor de uma planta "gas-to-liquid" usando a Teoria das Opções Reais**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** Ao tomar suas decisões, o gerente se vê frente a frente com diferentes tipos de incertezas, entre elas, o tempo para se concluir um projeto. As características de inovação e ineditismo dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento aplicados à tecnologia reforçam ainda mais os cuidados a serem tomados com a dimensão tempo no momento da decisão, pois a penalidade pode ser até mesmo a perda de uma oportunidade valiosa de negócio. Para quantificar o impacto do esforço aplicado em um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico no valor de um empreendimento, conduzido em um contexto onde o tempo é representado por uma variável aleatória, desenvolvemos o modelo que apresentamos neste trabalho. Para tanto utilizamos a Teoria das Opções Reais, considerando que o projeto se desenvolve sequencialmente e que pode ser abandonado em qualquer estágio de desenvolvimento. O modelo utiliza uma treliça para captar a incerteza técnica própria do desenvolvimento do desempenho da tecnologia e considera como variável aleatória o tempo de conclusão de cada uma das fases do projeto. O valor esperado do projeto, com a flexibilidade propiciada pela opção de abandono embutida no projeto de Pesquisa e Desenvolvimento, é calculado combinando a Simulação de Monte Carlo e a técnica da Programação Dinâmica. Aplicamos o modelo para tratar o caso de uma planta Gas-to-liquid (GTL). A função *payoff* do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento foi construída a partir de diversas contribuições geradas no bojo de um convênio firmado entre o Departamento de Engenharia Industrial da PUC-RJ e a Petrobras S.A., com o objetivo de avaliar economicamente uma planta GTL. Palavras-chave: Opções Reais; Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento; Simulação de Monte Carlo; Programação Dinâmica; avaliação de projetos; planta Gas-to-liquid.

DAKESSIAN, Leon Chant. **Estratégia e Opções Reais: fatores determinantes do valor e variabilidade das opções de crescimento das firmas**. 2010. 73. Dissertação (Mestrado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2010. Orientador: Flávio Carvalho Vasconcelos. **Resumo:** Pesquisas que integram as teorias de estratégia e opções reais sugerem que firmas podem ser vistas sob a perspectiva de um *portfolio* de oportunidades a serem capturadas no futuro, de forma que recursos, capacitações e processos organizacionais devem ser combinados visando a sua otimização. Firms diferem entre si quanto a esta capacidade de otimização e esta heterogeneidade, adicionada aos efeitos de outros fatores, estão refletidos na variabilidade e no comportamento dinâmico do valor das opções de crescimento (*vgo*), tema central desta dissertação. A análise de decomposição de variâncias confirma um efeito firma preponderante, consistente com resultados obtidos em pesquisas prévias, e os resultados gerados pelos modelos de curvas latentes sob o enfoque de equações estruturais levam à conclusão de que tamanho importa, tem impacto estatisticamente significativo sobre o intercepto e explica as diferenças *cross section* entre firmas do valor dos *vgo*'s observados no início do período de análise, enquanto que os efeitos do dinamismo da indústria são positivos e significantes e variam com o tempo de forma não linear. Entretanto, remanescem parcelas relevantes de variâncias não explicadas nos três parâmetros latentes que determinam as trajetórias de *vgo* ao longo do tempo, provavelmente devido aos impactos de fatores não observáveis e idiossincráticos às organizações. Palavras-chave: estratégia empresarial; opções reais (finanças corporativas); recursos; capacitações; processos organizacionais; avaliação de ativos; crescimento; análise de decomposição de variâncias; modelos de curvas latentes; equações.

DALBEM, Marta Corrêa. **Análise de investimentos em energia eólica no Brasil**. 2010. 198 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Leonardo Lima Gomes. **Resumo:** Este trabalho foca a política adotada em 2009 no Brasil para a contratação de energia eólica via leilões e seus impactos na decisão de investimento. Dividida em três partes conectadas entre si, esta tese primeiro discute as políticas de incentivo à energia eólica já adotadas no Brasil e em outros países, os benefícios e dificuldades da inserção eólica, identificando os problemas da atual política e propondo alterações. Na segunda parte, analisa-se a decisão sobre que quantidade ofertar em leilões de energia

eólica no Brasil, e a que preço, considerando-se o risco do vento e as regras específicas para o segmento eólico adotadas em 2009. Usa-se como critério de decisão a medida Ômega (KEATING & SHADWICK, 2002), medida de risco ainda pouco disseminada no mundo corporativo e em especial no segmento eólico. Conclui-se que o setor tem incentivos para participar dos leilões ofertando um pouco mais que a geração esperada do projeto, haja vista que as regras são assimétricas para as situações em que o projeto está desempenhando abaixo ou acima do esperado. O resultado é útil para legisladores e para potenciais investidores em geração eólica no Brasil. Finalmente, considerando-se que alguns projetos de menor potencial eólico sobrepujaram outros de maior viabilidade econômica no leilão, a terceira parte deste trabalho procura identificar até que ponto o cenário incerto e as diferentes visões sobre o futuro podem ter favorecido este resultado. Supondo-se que ganhadores e perdedores do leilão apresentam assimetrias não só em termos do investimento necessário para entrar no mercado e no valor de seus projetos-padrão, mas também na forma como preveem que o mercado para energia eólica evoluirá no Brasil, a tese analisa este problema à luz da teoria de Jogos com Opções Reais, avaliando a decisão de investir em projetos eólicos em ambiente de incerteza e sob os efeitos de competição. Mais especificamente, usa-se como referencial teórico os trabalhos de Huisman (2001) e Pawlina & Kort (2006) para duopólios assimétricos, estendendo-os de modo a considerar três assimetrias: assimetria no investimento necessário para entrar no mercado, no fluxo de valor de cada jogador (representado pelo valor dos projetos-padrão que comporão o portfólio de cada jogador), assimetria no processo estocástico utilizado para caracterizar as perspectivas futuras para os projetos eólicos. Análises de sensibilidade do modelo aos parâmetros identificam as situações limite em que se passa a favorecer a entrada no mercado de projetos menos viáveis economicamente e, portanto, com menores chances de serem concretizados. Conclui-se que pequenas discrepâncias na visão de futuro podem ter deixado de fora do leilão empresas com maiores chances de materializarem seus projetos. O risco de preempção de empresas menos viáveis cai quando há menos informação sobre as crenças dos concorrentes, porém ao custo de preços de energia um pouco mais elevados para os consumidores. Observa-se que quando há baixa incerteza e similaridade de crenças, fruto de política governamental mais clara, favorece-se tanto uma tarifa baixa de energia quanto uma indústria eólica mais forte no Brasil. Palavras- Chave Opções Reais; Jogos com Opções Reais; Medida Ômega; Risco; Energia Eólica; Leilões de Energia; Políticas de Incentivo; Brasil.

DEZEN, Francisco José Pinheiro de. **Opções Reais aplicadas à escolha de alternativa tecnológica para o desenvolvimento de campos marítimos de petróleo.** 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Petróleo) - Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2001. Orientador: Celso Kazuyuki Morooka. **Resumo:** Neste trabalho é defendida a hipótese de que se uma tecnologia permite a uma empresa maior flexibilidade de execução, esta deveria ter maior valor se comparada a uma outra tecnologia que não permita essa flexibilidade. Para podermos confirmar essa intuição gerencial, utilizamos duas premissas que serão defendidas neste trabalho, a primeira é que a Teoria de Opções Reais (TOR) permite que o valor de um projeto de desenvolvimento de um campo marítimo de petróleo, que é subestimado pela metodologia de Fluxo de Caixa Descontado (FCD), seja calculado corretamente. A segunda, que para cada alternativa tecnológica existe um conjunto diferente de opções reais com maturidades variadas, o que influencia no valor total do projeto calculado através da Teoria de Opções Reais. Consideramos que uma vez sustentadas as duas premissas descritas acima, a hipótese defendida por esta tese é por consequência correta. Para podermos sustentar as premissas apresentamos três estudos de casos em que as diferentes alternativas tecnológicas são analisadas, para fins de comparação, através das duas técnicas, FCD e TOR. Palavras - Chave: Investimentos de capital, Petróleo em terras submersas, Projetos de investimento – Processo decisório, Campos petrolíferos.

DIAS, Marco Antônio Guimarães. **Opções reais híbridas com aplicações em petróleo.** 2005. 504 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Essa tese, metodológica e normativa, estende a teoria moderna de avaliação econômica de projetos de investimento sob incertezas, conhecida por teoria das opções reais, do ponto de vista de uma companhia de petróleo que otimiza a alocação de recursos e investimento. A teoria das opções reais é combinada com outras teorias – daí o nome opções reais híbridas – de forma a efetuar uma análise mais abrangente e realista de problemas complexos da indústria de petróleo. As duas principais combinações analisadas nessa tese são: (a) a combinação da teoria das opções reais e teoria dos jogos – jogos de opções reais – de forma a considerar de forma endógena o comportamento estratégico das outras firmas, especialmente no jogo de parada ótima com externalidades positivas conhecido por guerra de atrito, e a possibilidade de trocar esse jogo por um jogo cooperativo de barganha; e (b) a combinação da teoria das opções reais com métodos probabilísticos e de decisão estatística Bayesianos – opções reais Bayesianas – gerando uma nova maneira de modelar a incerteza técnica de um projeto em modelos dinâmicos de opções reais. Essas duas combinações são recombinadas para se obter uma solução adequada que capture as diferenças de valor da informação nos jogos

não cooperativo e cooperativo. Importantes variáveis tais como o fator de chance exploratório, o volume e a qualidade da reserva de petróleo, são modeladas através do desenvolvimento de uma nova teoria sobre distribuições de revelações e medidas de aprendizagem. De forma mais sucinta são analisadas outras opções reais híbridas, com destaque para a combinação da teoria das opções reais com a teoria de computação evolucionária – opções reais evolucionárias – com grande potencial em aplicações complexas de otimização sob incerteza. O método é exemplificado com uma aplicação usando algoritmos genéticos para evoluir a regra de decisão de exercício ótimo da opção real. Palavras-chave: opções reais, teoria dos jogos, opções reais híbridas, jogos de opções reais, opção real Bayesiana, medidas de aprendizagem, investimento sob incerteza.

DIWAN, José Roberto. **Análise de alternativas de investimento na área petrolífera sob a ótica das Opções Reais embutindo a opção do investimento em informação.** 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** A inclusão da flexibilidade gerencial nas avaliações de projetos vem promovendo análises mais condizentes com a realidade, quando comparadas àquelas geradas pelos métodos tradicionais (VPL e TIR, por exemplo). Isso porque, de acordo com o comportamento do cenário, passa-se a considerar a possibilidade de realizações de mudanças nos planos anteriormente traçados. O estudo desse tema é especialmente importante em cenários que apresentam bastante incerteza associada, pesados investimentos e alto grau de irreversibilidade. A indústria petrolífera encaixa-se perfeitamente no perfil desse cenário, justificando portanto, a consideração da flexibilidade gerencial nas avaliações de seus projetos, feita através da analogia às opções financeiras. Nesse caso, devido a ordem de grandeza do investimento necessário para o desenvolvimento de um campo de petróleo, o estudo das vantagens que possam vir a ser proporcionadas por um investimento anterior em informação, visando reduzir as incertezas presentes, é um tópico que requer atenção especial, sendo então um dos objetivos dessa dissertação. Para tanto, utilizando um caso real da indústria petrolífera, foi considerada a disponibilidade de três diferentes alternativas para o desenvolvimento do campo, cada qual com sua escala. Daí, sempre assumindo cenários com incertezas técnicas e econômicas, foram feitas simulações para diferentes percentuais de revelações das incertezas (proporcionados pela informação anteriormente coletada), para diferentes custos de investimento em informação e para diferentes combinações de alternativas; simulação essa que ilustra o valor agregado pela flexibilidade criada com a adição de mais alternativas para o desenvolvimento do campo e que vem a ser outro objetivo dessa dissertação. Palavras-chave: Investimento em informação; revelação das incertezas técnicas; disponibilidade de alternativas de diferentes escalas de produção; valor do projeto; tempo de aprendizado das informações.

DOLCI, Pietro Cunha. **Uso da gestão do portfólio de TI no processo de gerenciamento e justificativa dos investimentos em TI.** 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009. Orientador: Antônio Carlos Gastaud Maçada. **Resumo:** A Tecnologia da Informação (TI) tem sido considerada ao longo dos anos como importante ferramenta para obtenção de vantagem competitiva, o que tem motivado as empresas investirem cada vez mais em tecnologia. Entretanto, o volume e a variedade destes investimentos exigem dos gestores novas ferramentas e técnicas para auxiliar no processo de justificativa e gestão da TI. Uma técnica tem sido apontada como uma das alternativas para identificar, analisar e gerenciar os investimentos em TI: a Gestão do Portfólio de TI (GPTI). De acordo, porém, com pesquisas recentes, continua sendo um conceito subdesenvolvido tanto na academia como no meio empresarial. Diferentes autores apontam que algumas organizações têm ciência da existência da GPTI, mas a minoria implementa essa técnica nas suas organizações. Assim, para mostrar que a GPTI pode auxiliar a gestão e justificativa dos investimentos em TI frente aos riscos e retornos, foi estabelecido o objetivo desta pesquisa: Analisar o uso da técnica GPTI no auxílio da justificativa e gestão dos investimentos em TI nas organizações. O método escolhido foram estudos de caso com cinco empresas brasileiras de diferentes setores econômicos; realizando entrevistas com os oito principais executivos de TI dessas organizações. Além disso, foi realizada, em um caso, uma análise quantitativa, utilizando a Teoria de Opções Reais (TOR) combinada com as dimensões da GPTI para avaliar os investimentos, levando em conta o seu o risco e o retorno; e para auxiliar os gestores nas decisões sobre investimentos em TI. Foram encontrados diferentes níveis de utilizações da GPTI nas empresas analisadas em relação a planejamento, controle e avaliação dos investimentos em TI. A GPTI estava sendo utilizada recentemente pelas empresas ou encontrava-se na fase de estruturação do portfólio de TI. Em relação à utilização da TOR, determinou-se que ela pode auxiliar os gestores de TI na análise dos investimentos nas diferentes dimensões da GPTI e possibilitar uma flexibilidade maior das decisões e um maior aproveitamento das oportunidades oferecidas pelo mercado ou devido às necessidades da empresa. A dissertação contribui para a área de TI, pois explorou e analisou um tema pouco estudado no Brasil, que é a GPTI. E também contribuiu para o conhecimento empresarial, fornecendo subsídios para os gestores realizarem *benchmarking* de portfólio de TI de empresas brasileiras e para oferecer uma maneira de auxiliar nas decisões sobre TI. Palavras-Chave: GPTI, Investimento em TI, Teoria de Opções Reais, Gestão, Justificativa.

DONATTI, Melissa Pimentel. **Avaliação do valor econômico geral para a sociedade brasileira pelas ações sociais de uma empresa**. 2004. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Com as transformações ocorridas nos processos produtivos, as grandes corporações passaram a usar suas forças para tentar minimizar os problemas sociais em diversas áreas, e com isso, suprir a carência deixada pelo estado, agregando assim, estrategicamente, valor à empresa por meio do investimento social. Nesse sentido, a presente dissertação tem por finalidade sugerir a utilização da ferramenta financeira de Opções Reais para avaliar a viabilidade de tal investimento corporativo. Para tanto, foi desenvolvido um modelo com Opções Reais, pelo qual se torna possível mensurar, em um projeto social o valor agregado ao aluno beneficiado por esse projeto, levando em consideração todas as escolhas do aluno na sua vida acadêmica e profissional. Por fim, cabe ressaltar que os resultados obtidos não devem ser aceitos como definitivos, e sim como base para futuros trabalhos que possam verificar e validar o uso de Opções Reais para viabilizar o Investimento Social Corporativo. Palavras-chaves: Finanças, análise de investimentos, opções reais, investimento social corporativo, avaliação de projetos sociais.

DUTRA, Tarso Padua. **Opções Reais: uma aplicação em bolsa de valores**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Orientador: Gilberto de Oliveira Kloeckner. **Resumo:** A análise de Opções Reais é uma técnica que oferece vantagens sobre o tradicional método de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) como ferramenta para determinar uma avaliação de projeto. Embora a análise de opções use algumas destas mesmas variáveis aplicadas na técnica de FCD, ela requer uma variável adicional, a volatilidade dos retornos previstos do projeto, que é notoriamente difícil de estimar-se com segurança. A técnica de análise por Opções Reais explora a geração de valor advindo da incerteza e da volatilidade, ampliando os conceitos de flexibilidade gerencial na tomada de decisões estratégicas e de administração de portfólio. Este trabalho revisa a natureza e limitação potencial destes modelos em ambiente de grande incerteza e volatilidade, e fornece as recomendações concernentes ao uso apropriado das estimativas resultantes destes métodos. Palavras - chave: Opções Reais. Volatilidade.

FABRINI, Karla Louise. **Teoria das Opções Reais: uma abordagem para análise de investimento em expansão do sistema elétrico**. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011. Orientadora: Wadaed Uturbey da Costa. **Resumo:** Este trabalho apresenta a aplicação da metodologia de Opções Reais à análise de investimentos na Expansão do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica. A proposta fundamental desta metodologia é incorporar à tradicional avaliação de investimentos as incertezas presentes no ambiente de tomada de decisão e as flexibilidades gerenciais associadas a um projeto de investimento. O setor de distribuição no Brasil é fortemente regulado, de forma que a estimativa do fluxo de caixa de novos investimentos é impactada pelo procedimento de reajuste da tarifa de energia elétrica. O modelo desenvolvido neste trabalho permite valorar as oportunidades de investimento incorporando as sensibilidades associadas ao processo de revisão tarifária. É importante ressaltar que uma das maiores dificuldades da aplicação das Opções Reais é a modelagem dos fatores de riscos decorrentes das incertezas. As fontes de incerteza modeladas neste trabalho são as associadas à evolução do mercado consumidor, à tarifa média de venda de energia, à taxa de retorno admitida pelo regulador e ao montante do investimento que é incorporado à base de remuneração. A simulação de Monte Carlo permite integrar os efeitos dessas incertezas na estimação da volatilidade do projeto. A aplicabilidade da abordagem de Opções Reais é ilustrada no contexto de uma concessionária de distribuição de energia elétrica da Região Sudeste do Brasil.

FAVATO BRUGUGNOLI, Verônica. **Opções Reais, operações urbanas e o mercado imobiliário na cidade de São Paulo**. 2012. 142 f. Tese (Doutorado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2012. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** Destaca o problema da escolha do tempo e da densidade ótimos para construir um imóvel, dadas as restrições das leis de zoneamento. Objetivo – Verificar se há um prêmio pela opção de se esperar para construir um imóvel, analisar a influência dos CEPACs no custo de construção. Métodos – O modelo amplia as inferências de Quigg (1993) e testa o modelo de Williams (1991). Os dados utilizados são da Embrasp, com 3.207 lançamentos imobiliários; da Prefeitura de São Paulo, com 259.021 imóveis; do ZAP, com 22.073 imóveis; no período de 2005 a 2011. Resultados – O valor do terreno vago baseado no modelo de opções reais excedeu o valor observado em todos os cenários, variando entre 16,6% e 61%. O maior prêmio obtido foi para imóveis comerciais (37,9%), seguido pelo prêmio para apartamentos (34,5%) e para casas (23,9%). Conclusões – Há um prêmio para se esperar para construir um imóvel. Ao se utilizar os CEPACs como instrumento para aumentar a densidade de construção, amplia-se o custo de construção do imóvel. Entretanto, a ampliação da densidade é limitada pelo aumento do custo adicional de construção.

FENOLIO, Lara Monteiro da Silva da. **Aplicação da Teoria de Opções Reais na avaliação de pequena central hidrelétrica**. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. São Paulo. 2009. Orientadora: Andrea Maria Accioly Fonseca Minardi. **Resumo:** Nos últimos anos, pequenos empreendedores obtiveram a autorização para implantação de pequenas centrais hidrelétricas mesmo sem terem capacidade econômico-financeira para empreendê-la. Observa-se um elevado número de empreendimentos com obras excessivamente atrasadas ou que sequer saíram do papel e a existência de um comportamento especulativo de mapeamento de potenciais de PCHs, sem a existência de um planejamento financeiro para implantá-las. Após obtenção de autorização para explorar a PCH, o empreendedor pode exercer uma opção de adiar o início da construção durante um período de tempo determinado. O objetivo da tese é aplicar a Teoria de opções Reais à flexibilidade gerencial de adiamento de um projeto de PCH durante o período de 2004 a 2008. Ao aplicar o método de avaliação de opções reais, pretende-se mostrar que a opção de adiar o investimento na construção de uma PCH gera valor para o empreendedor, pois o empreendedor poderia aguardar um momento favorável de preços para vender energia ou a autorização. Palavras - chave: Opções Reais, Pequenas Centrais Hidrelétricas, Opção de Postergar, Modelo Binomial, Avaliação Neutra ao Risco.

FERREIRA, José Carlos Gomes. **Abordagem sobre o uso das Opções Reais na análise de projetos de investimentos**. 2003. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003. Orientador: Emilio Araújo Menezes. **Resumo:** 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.

FERREIRA, Ricardo Brandão. **Tratamento de resíduos sólidos: valoração por opções reais**. Rio de Janeiro, 2010, 88 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Os serviços inerentes à Limpeza Pública no Brasil são de responsabilidade municipal. Para tanto, as prefeituras podem licitar a operação destes serviços à iniciativa privada. Essa dissertação propõe a utilização da metodologia das opções reais para valorar um projeto de tratamento de resíduos sólidos para o Município de Niterói, considerando que existem diversas flexibilidades gerenciais e significativas incertezas em relação ao volume de resíduos a serem tratados. Dado que pelas regras do edital número 02/2008, o vencedor seria a empresa que apresentasse o menor preço para os serviços, a estratégia adotada foi valorar o projeto considerando o valor presente líquido do projeto base (aterro sanitário) igual a zero com a possibilidade de adicionar a segregação e comercialização de recicláveis e a implantação de uma usina de geração de energia ao longo da vida útil da concessão. Tal estratégia resultou num valor presente líquido de R\$1.642.000. Palavras-chave: Resíduos sólidos; opções reais; licitação.

FIGUEIREDO NETO, Leonardo Francisco. **Análise e gestão de projetos: proposta de aplicação da Teoria de Opções Reais na produção agropecuária**. 2003. 138 f. Tese (Doutorado em engenharia de produção) – Universidade de São Paulo São Paulo. 2003. Orientador: Mauro Halteld Ferrari Alves. **Resumo:** O presente trabalho analisa os aspectos relacionados a uma nova abordagem para análise de projetos de investimentos, - conhecida como "opções reais" - e que incorpora a flexibilidade administrativa, mostrando sua aplicabilidade a projetos agropecuários. O princípio desta metodologia é considerar uma oportunidade de investimento como uma opção financeira, ou seja, existe o direito de realizar o investimento em uma data futura, mas não a obrigação. Assim sendo, um projeto de investimento pode ser estruturado como uma sequência de decisões administrativas ou opções reais ao longo do tempo, para adiar, expandir, contrair, abandonar (temporária ou definitivamente), o que possibilita avaliá-lo de maneira análoga às opções financeiras. Esta teoria que tem o potencial de mensurar o valor de uma administração ativa no processo de tomada de decisão deve ser vista como uma ferramenta complementar aos métodos tradicionais de avaliação de investimentos Apesar de a metodologia de apreçamento de opções reais ser bastante flexível e poder ser aplicada à análise de praticamente qualquer projeto, sua implementação, na prática, ainda é restrita. Neste trabalho, utilizou-se uma metodologia intuitiva que



incorpora o conceito da teoria das opções reais. Com base no valor de um projeto sem flexibilidade e nas incertezas que influenciam o seu valor (preços), estimou-se a volatilidade. Posteriormente, o valor da opção foi calculado pelo modelo binomial, que aproxima diretamente o processo estocástico. Os valores estimados pela teoria das opções reais foram superiores aos calculados pelos métodos tradicionais de fluxo de caixa descontado.

FONSECA, Daniel Almeida Domingues. **Avaliação de projetos de investimento com Opções Reais:** calculo de valor de opção de espera de uma unidade. 2008, 86 f. Dissertação. (Mestrado em Finanças e Economia) - Fundação Getulio Vargas. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Marco Antonio Guimarães Dias. **Resumo:** O tema central deste trabalho é a avaliação do valor da opção real de espera do investimento em uma Unidade Separadora de Propeno, em comparação com uma análise estática de Valor Presente Líquido. Para isso, foi exposta a teoria de opções reais, os processos estocásticos para a estimação das suas principais variáveis de incerteza (preço de produto e insumo), bem como a descrição das ferramentas de simulação a serem utilizadas. Com os instrumentos expostos, pretendemos demonstrar aos responsáveis por projetos de investimento que as incertezas podem ser medidas, levando a maior flexibilidade na tomada de decisões. Os resultados obtidos apontam para o exercício imediato da opção pela abordagem de ativos contingentes e resultados divergentes na análise de ativos contingentes em função do diferencial de preços, em função da taxa de dividendos adotada. A influência dos valores da volatilidade e da taxa de dividendos nos resultados também foi avaliada, levando a conclusão de que o primeiro gera impactos maiores no valor da opção do que o segundo. Palavras-Chave: opções reais, processos estocásticos, diferencial de preços, unidade separadora de propeno, simulação de Monte Carlo

FONSECA, Fernando Vairiolatti Del Negro. **Análise de projetos no setor químico:** uma abordagem pela Teoria das Opções Reais. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Carlos Patricio Samanez. **Resumo:** O presente documento tem por objetivo realizar a análise de viabilidade econômica para a implantação e operação da Fase 1 de um modelo de negócios voltado para a produção, no mercado brasileiro, de tintas especiais para aplicações industriais. Tal análise foi desenvolvida utilizando-se a Teoria das Opções Reais em um processo de simulação de Monte Carlo onde os custos (fatores de incerteza) serão considerados estocásticos seguindo um movimento de reversão à média. Desta forma serão quantificados os efeitos das flexibilidades gerenciais e como estes afetam o valor do projeto através de uma forma eficiente de simular fluxos de caixa. O mercado dessas tintas especiais e patenteadas, tem hoje participação expressiva na Europa e, pelas características dos seus produtos, observa-se um alto potencial de entrada no Brasil. São tintas anticorrosivas isentas de pigmentos metálicos e solventes, indicadas para todos os segmentos industriais, com alta resistência química e mecânica e diversos tipos de acabamento. Uma das grandes vantagens das tintas que utilizam essa tecnologia é que o processo de cura não requer nenhum tipo de exposição ao sol, evaporação ou radiação ultravioleta, resultando em produtos com a fase de secagem mais rápida e vida útil muito maior. O modelo de negócio da fase 1 consiste na terceirização da produção onde, através da supervisão direta, será verificada a correta alocação dos insumos de modo garantir a qualidade das tintas. A forma como está representada traz vantagens como a redução de investimentos iniciais para implementação e a revelação de valiosas informações de mercado. Palavras-chave: Análise de viabilidade econômica, Teoria das Opções Reais, Simulação de Monte Carlo.

FONTOURA, Carlos Frederico Vanderlinde Tarrisse da. **Avaliação de projeto de investimento em usina termelétrica à capim-elefante :** uma abordagem pela Teoria de Opções Reais. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** O Brasil é um país cuja matriz elétrica é fortemente dependente da geração por usinas hidrelétricas. Dentro desse cenário, a utilização de usinas termelétricas a biomassa representa uma alternativa vantajosa, pois associa a diversificação da matriz energética brasileira à utilização de fontes renováveis, além de não ser poluidora como suas contrapartes movidas a combustíveis fósseis não renováveis como óleo combustível e gás. Este estudo teve como objetivo realizar a avaliação econômica de um projeto de investimento em uma usina termelétrica a biomassa, adotando estratégias com e sem flexibilidades gerenciais e operacionais, de forma a identificar a metodologia de avaliação mais adequada ao projeto em questão. Na estratégia sem flexibilidade foi adotado o método do fluxo de caixa descontado. Já nas estratégias com incertezas e flexibilidades, foram incorporadas as incertezas referentes ao mercado de energia elétrica e as flexibilidades relacionadas à possibilidade da usina comercializar a energia elétrica gerada integral ou parcialmente nos mercados de longo ou curto prazo. Além disso, há a possibilidade de instalação de uma usina de briquetagem, que permitiria a planta comercializar energia elétrica no mercado de curto prazo ou biomassa em formato de briquetes, dependendo do que for economicamente mais interessante. Os resultados obtidos indicam que a existência de incertezas e flexibilidades gerenciais aumenta o valor do projeto e reduzem significativamente o risco de insucesso do mesmo, o que reforça a ideia de que a avaliação por opções reais,

apesar de mais complexa, pode ser mais adequada para determinar o real valor do projeto. Palavras-chave: Usina Termelétrica; Biomassa; Capim-Elefante; Opções Reais; Modelo de Reversão à Média com Saltos.

FRANCISCO, Marcela Lobo. **A importância da flexibilidade gerencial:** análise de investimentos usando a teoria das opções reais da planta GTL. 2007. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** O objetivo desta dissertação é fazer uma análise de investimento usando a teoria das Opções Reais de uma planta GTL. Está análise é a mais indicada, pois se verificam várias flexibilidades nesta planta em relação aos *input* (pode ser usado mais de um produto como matéria-prima) e em relação aos *output* (existem várias combinações possíveis de produção). Torna-se de grande importância neste caso saber calcular o valor destas opções e verificar se vale a pena ou não a construção de uma planta que possa usar como matéria prima mais de um produto e/ou que possa produzir mais de uma possível combinação de produção. A construção de uma planta que possua a possibilidade de trocar de insumo e/ou trocar a combinação de produção só será viável caso o valor criado pela flexibilidade seja maior do que o custo necessário para implementá-la (investimento adicional e custos operacionais extras). Sendo assim, o objetivo desta dissertação é calcular até quanto a Petrobras estaria disposta a pagar para ter uma planta que possua a opção de *switch use* dos *inputs* e/ou *outputs* o valor que ela teria que investir para usufruir desta flexibilidade, e através da diferença entre estes valores verificar se vale a pena ou não a construção da planta com flexibilidade de *input* e/ou *output*. Palavras-chave: Análise de investimento; opções reais; processo estocástico; simulação de Monte Carlo; movimento geométrico browniano.

GALARDA, Carlos Eduardo Torres. **Licitação técnica e preço:** estudo de caso da implantação de sistema integrado de gestão de resíduos sólidos à luz da Teoria das Opções Reais. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2008. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** O procedimento licitatório é o meio utilizado pela Administração Pública para selecionar a proposta mais vantajosa para o contrato de seu interesse. É praxe neste procedimento o uso do método do fluxo de caixa descontado para pautar a escolha, bem como para determinar a viabilidade econômico-financeira da melhor proposta. A existência de flexibilidades gerenciais implícitas em algumas licitações em conjunto com as incertezas que nem sempre são devidamente consideradas nos métodos mais tradicionais de avaliação, como os normalmente utilizados pela Administração Pública, podem subavaliar o projeto do ponto de vista do interessado. Este trabalho tem por objetivo principal aliar as particularidades financeiras da teoria de opções reais às particularidades das licitações do tipo técnica e preço, onde não somente o preço, como também os critérios técnicos devem ser considerados em conjunto, na determinação da melhor proposta comercial. Para conduzir a análise optou-se pelo estudo de caso da licitação que está sendo realizada para a concessão da prestação dos serviços de processamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares, provenientes de 15 (quinze) Municípios da Grande Curitiba. Com tal exercício pretende-se evidenciar a viabilidade do uso das opções reais na aplicação eleita, bem como avaliar os resultados obtidos em contraposição a situação originária. Palavras-chave: finanças, opções reais, análise de projetos, licitação, técnica e preço.

GARCIA, Jorge Luiz Faria. **Avaliação econômica de projetos de mineração, envolvendo decisões de investimento, sob condições de incerteza.** 2003. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Giorgio Francesco Cesare de Tom. **Resumo:** A análise de investimento em projetos de mineração é uma tarefa complexa, devido às incertezas do projeto, como preço do metal, a qualidade do minério e a estrutura física da jazida. Para avaliar os projetos de investimento em mineração, a maioria das empresas utiliza o método tradicional do fluxo de caixa descontado. O método do fluxo de caixa descontado é limitado no tratamento das incertezas e flexibilidades do projeto, induzindo frequentemente a decisões erradas. Esse método assume alguns pressupostos, os quais podem resultar em uma subavaliação do projeto de investimento. A moderna avaliação econômica de projetos de mineração, envolvendo decisões de investimento, sob condições de incerteza, requer uma abordagem científica, na modelagem das incertezas como processos estocásticos. A análise de investimento sob condições de incertezas, também chamada de Teoria de Opções Reais, considera o valor da oportunidade de investimento através de regras de decisão que visam maximização do valor presente líquido do projeto. Esta Dissertação tem três objetivos: (a) apresentar o estado da arte da teoria da análise de investimentos sob condições de incerteza; (b) avaliar um projeto de investimento em uma mina de cobre, com o método do fluxo de caixa descontado e com o emprego da Teoria das Opções Reais, a qual é implementada, através de um modelo simples, seguro, flexível e adequado as principais questões envolvidas nas decisões de investimento; (c) comparar os resultados obtidos com a abordagem convencional e com a moderna Teoria das Opções Reais.

GAZZI, Livia Maria Pinheiro. **Decisão de investimento em ambiente de incertezas integrada à análise de viabilidade de projetos de subtransmissão e distribuição.** 2010, 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010. Orientador: Dorel Soares Ramos.

**Resumo:** As distribuidoras de energia elétrica anualmente elaboram o Plano de Investimentos, que se constitui parte extremamente relevante do Plano de Negócios da Companhia, composto pelos investimentos a serem feitos nos próximos anos. Em função da conjuntura do sistema e dos estudos de planejamento, há sempre diversas propostas de investimento a serem cotejadas e, para selecionar os projetos a serem desenvolvidos, é necessária uma metódica análise econômica e financeira. Nesse tipo de análise, torna-se crucial ponderar as exigências do Órgão Regulador para o reconhecimento tarifário de um investimento, bem como as incertezas quanto à evolução da conjuntura sistêmica, aplicando técnicas da Engenharia Econômica para avaliar o retorno sobre o capital investido. A diferença principal deste trabalho, em relação à análise convencional de viabilidade de Projetos de Distribuição, decorre do fato de que se desenvolveu uma metodologia para avaliação de viabilidade e comparação entre si de alternativas de planos de expansão, ao invés da análise individualizada de projetos tradicional. Nesse contexto, a melhor decisão de investimento fica condicionada por variáveis exógenas ao tradicional processo de planejamento em si e, para viabilizar a inclusão das principais variáveis de comportamento aleatório, optou-se pela utilização de metodologia baseada em “Opções Reais”, que é uma técnica utilizada no mercado financeiro. Para melhor incorporar todas as nuances que condicionam o desempenho econômico-financeiro das alternativas em cotejo e aprimorar o processo de tomada de decisão, utiliza-se, também, técnicas de análise multi-objetivo para imputar os benefícios sociais na avaliação final, feita na etapa de tomada de decisão. Palavras chave: Avaliação do plano de investimento; Interferência do órgão Regulador; Opções reais; Priorização de obras; Análise multi-objetivos.

GIORGETTO, Tiago Martinez. **Decisão de investimento entre pequenas centrais hidrelétricas e usinas eólicas:** aplicação da Teoria das Opções Reais. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** A Teoria das Opções Reais tem se mostrado um instrumental relevante na fundamentação das decisões de investimento de diversos agentes na economia, especialmente no que tange a projetos de infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento. Dado que o setor energético brasileiro possui um arcabouço institucional que possibilita que diversos agentes privados atuem no setor, a avaliação de empreendimentos de geração de energia ganha destaque, fazendo com que a aplicação desse campo de pesquisa torne-se promissor. Assim sendo, o objetivo desse estudo é avaliar a tomada de decisão em investimentos no setor elétrico brasileiro tendo como base a aplicação da Teoria das Opções Reais. Para esse estudo foram selecionados, como objeto de análise, as Usinas Eólicas e as Pequenas Centrais Hidrelétricas. Por meio da Teoria das Opções Reais conclui-se que a opção de adiar a construção de um desses empreendimentos pode gerar valor para o empreendedor. Além disso, verifica-se que as Pequenas Centrais Hidrelétricas “dominam” a maioria dos cenários de investimento estudados quando os preços de energia estão em alta, mas caso haja perspectiva de queda de preços no mercado de energia, porém, a decisão torna-se favorável às Usinas Eólicas. Por fim, é possível verificar que a análise conjunta de empreendimentos de geração de energia através, por exemplo, da abordagem quadrinomial, pode trazer ganhos na avaliação de projetos de investimento no setor elétrico.

GOMES, Leonardo Lima. **Avaliação de termelétricas no Brasil estudando o melhor momento de investimento por modelos de Opções Reais.** 2002. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: José Paulo Teixeira. Coorientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** Até 1997 o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) era basicamente um monopólio estatal administrado por empresas federais e estaduais. A partir do segundo semestre de 1997 foram iniciadas as privatizações, e em paralelo a reestruturação do setor. Antes do processo de reestruturação do SEB, o planejamento da expansão da geração era feito de forma coordenada e centralizada, com o objetivo de minimizar os custos de investimento e operação. A expansão da geração era uma variável de decisão do problema. No entanto, um dos pressupostos da reestruturação do setor foi e continua sendo a realização pelo agente privado de grande parte dos novos investimentos em geração e transmissão. Dessa maneira, a decisão sobre a expansão da geração deixa de ser centralizada e passa a depender da disposição de investimento deste agente, acarretando no aumento do nível de incertezas no processo de planejamento. Neste contexto, o presente trabalho visa estudar a dinâmica de investimentos privados em geração termelétrica no Brasil utilizando a Teoria das Opções

Reais. A dinâmica de investimentos em termelétricas será estudada em três situações diferentes. Na primeira, será utilizado um modelo de opções reais / análise de decisão para determinar as estratégias de escolha do melhor momento de construção de um empreendimento considerando que há incerteza exógena na expansão da oferta de termelétricas. Na segunda, será utilizado o mesmo modelo para determinar as estratégias de momento de construção de uma termelétrica considerando que há incerteza na demanda, e que a expansão da oferta permanece constante. Na terceira, a expansão da oferta ocorre em resposta às incertezas e à interação entre os agentes. Será utilizado um modelo de opções reais / análise de decisão / teoria dos jogos. Os principais resultados obtidos no trabalho foram os prêmios de risco exigidos pelo investidor para realizar o investimento imediato e a determinação do melhor momento de investimento em função de algumas variáveis do problema. Foi possível comparar as diferentes situações estudadas, mostrando que a concorrência pode atrasar investimentos.

GONÇALVES, Claiton. **Gestão de investimentos em projetos de construção civil considerando opções reais**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2008. Orientador: Edson de Oliveira Pamplona. **Resumo:** Ao longo da última década, os métodos tradicionais de análise de projetos de investimento de capital, vêm sendo alvos de importantes questionamentos devido ao fato de não incorporarem o valor de flexibilidade gerencial em suas análises. Simultaneamente, uma abordagem alternativa, a teoria das opções reais, baseada na analogia entre oportunidades de investimento, flexibilidade gerencial e opções financeiras, vem sendo proposta. A teoria das opções reais mostra-se uma importante ferramenta não somente na avaliação de projetos de investimentos, mas também no processo de tomada de decisões, incorporando o valor de uma administração ativa, capaz de analisar e tomar decisões baseadas em métodos e critérios de avaliação mais objetivos. Após apresentar uma revisão bibliográfica envolvendo os conceitos da teoria das opções reais passando pelas opções financeiras e os modelos de precificação, serão apresentados alguns trabalhos a respeito da aplicação da teoria das opções reais na indústria da construção civil, com um foco principal ao mercado imobiliário. Por fim, utilizando o modelo desenvolvido por Kallberg e Laurin (1997), incorporando características do trabalho de Titman (1985) considerando construção instantânea, de Majd e Pindyck (1987) com opções compostas, seguindo o diagrama de estados e ações no desenvolvimento de uma propriedade, proposto por Paxson (2005), apresenta-se um estudo de caso onde a teoria das opções reais foi aplicada na avaliação de um empreendimento imobiliário. Dessa forma, a análise das opções revela o real valor do empreendimento, auxiliando na gestão do investimento, mostrando-se uma importante ferramenta no processo de tomada de decisão em investimentos no mercado imobiliário. Palavras-chave: Teoria das opções reais, Decisões Gerenciais, Flexibilidade Gerencial, Construção Civil, Avaliação de Investimentos.

GONÇALVES, Edson Daniel Lopes. **Aplicação de Opções Reais no apreçamento de projetos de bioprospecção**. 2005. 28 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Pós-Graduação em Economia Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Renato Galvão Flôres Júnior. **Resumo:** A proposta deste trabalho é modelar o apreçamento de projetos de investimento na área da bioprospecção. Para isto, utilizamos a técnica de opções reais aplicada a um contrato sujeito a três tipos de incerteza: custos, fluxos de caixa e a própria descoberta do ativo subjacente, no caso, o princípio ou composto biotecnológico. Dentro deste arcabouço, obtivemos expressões matemáticas para o valor instantâneo de um projeto em caso de sucesso e para o *pay-off* de uma opção real de abandono. Através de simulações e análises de sensibilidade, mostramos que existe um período ótimo de concessão e que o valor da mesma, em conjunto com outros parâmetros do modelo, pode inibir o investimento sob o ponto de vista de um investidor privado.

GOULART, Rogério Toledo. **Utilização de opções reais no desenvolvimento de modelos de gestão de carteiras de crédito**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005. Orientador: Celma de Oliveira Ribeiro. **Resumo:** O presente trabalho apresenta uma nova abordagem para a gestão de carteiras de crédito, baseada na maximização dos lucros obtidos, dentro de patamares de risco aceitáveis pelos gestores dos ativos. Para tanto, objetiva-se a modelagem das incertezas incorridas no exercício desta atividade, seja devido a possível inadimplência de seus clientes, a piora dos fatores macroeconômicos, ou mesmo, a volatilidade dos parâmetros utilizados na análise. Como instrumentos chaves no desenvolvimento desta metodologia, destacam-se: o cálculo do valor em risco de crédito, a construção de árvores

binomiais com os cenários econômicos esperados, a precificação de opções reais e, finalmente, os modelos de otimização, necessários à solução do problema.

GOUVÊA, Sergio Luiz Medeiros Proença de. **Controle multidimensional em Simulação Monte Carlo:** propostas para a combinação da amostragem descritiva com técnicas quasi-Monte Carlo em problemas de apreçamento de opções. 2008. 224 f. Tese (Doutorado em Administração) – Instituto COPPEAD. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Eduardo Saliby. **Resumo:** As técnicas de redução de variância de estimativas Monte Carlo compõem uma importante área de estudo de pesquisa operacional por permitir a obtenção de estimativas precisas em menor tempo. Dentre as diversas técnicas existentes, encontram-se a Amostragem Descritiva e o Quasi-Monte Carlo. Ambas propõem conjuntos de pontos mais eficientes que os gerados pela Amostragem Aleatória Simples, tradicionalmente utilizada em simulação Monte Carlo. Contudo, enquanto os conjuntos utilizados na Amostragem Descritiva priorizam a representação das distribuições unidimensionais, mas carecem de controle multidimensional, os métodos Quasi-Monte Carlo exercem controle multidimensional, mas não utilizam a melhor representação unidimensional. O método ideal seria um que utilizasse a melhor representação unidimensional e, ao mesmo tempo, exercesse controle multidimensional. Nesta tese são propostas alternativas para controle multidimensional da Amostragem Descritiva, assim como uma implementação de Quasi-Monte Carlo que emula a Amostragem Descritiva, reproduzindo sua superioridade unidimensional. Para a avaliação das propostas, foram utilizadas opções europeia, asiática e asiática modelada com ponte browniana. Dentre as técnicas propostas, apenas uma não resultou em alguma melhoria em relação à Amostragem Descritiva e duas apresentaram melhorias em relação ao Quasi-Monte Carlo.

GUERRA, Helvio Neves. **Opções Reais como instrumento para regulação econômica dos sistemas elétricos isolados da Amazônia.** 2000. 421 f. Tese (Doutorado em Planejamento de sistemas energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2000. Orientador: Afonso Henrique Moreira Santos. **Resumo:** Na Amazônia, em vista da dimensão de seus mercados, mesmo no caso dos segmentos setoriais potencialmente competitivos em outras regiões, como o seria a geração de energia elétrica, a viabilidade econômica somente poderá ser alcançada se os serviços de energia elétrica forem oferecidos através de uma única firma. A regulação assume, portanto, caráter essencial nessa modalidade de sistemas, para reduzir a vulnerabilidade dos consumidores e garantir a universalização do atendimento. Este trabalho oferece instrumentos para a regulação dos sistemas elétricos isolados da Amazônia, inseridos no contexto da nova realidade política, econômica e social do Brasil, em que o Estado reduz sua condição de proprietário dos fatores de produção e intensifica sua atuação como agente regulador. Partindo da concepção de que o objetivo fundamental da regulação é aproximar o mercado de sua condição de perfeita competitividade, estabelece-se como premissa, que o agente regulador deverá bem compreender a dinâmica de seu funcionamento, para poder formular e implementar instrumentos de regulação com a melhor aderência possível ao comportamento do mercado. A essência da proposta é mostrar que isso pode ser atingido se o regulador utilizar os conceitos normalmente usados nos mercados financeiros para avaliação de opções - ou, mais especificamente, Opções Reais, ao serem considerados ativos não financeiros. Com a abordagem das Opções Reais será possível alinhar a regulação com as reais condições do mercado, possibilitando que as normas regulatórias deixem de ser ajustadas arbitrariamente, ajudando a induzir os agentes ao comportamento desejado. Dispondo desses instrumentos de análise, o trabalho completa-se com a introdução da competitividade nos sistemas isolados, mediante a utilização de procedimento de leilão para estabelecer a concessão dos serviços de energia elétrica. O estudo realizado confirma a viabilidade de utilizar-se a teoria das Opções como instrumento regulatório, e mostra que o regulador, ao utilizá-la, passa a observar o mercado de um ponto de vista próximo àquele correspondente a posição de observação dos investidores, permitindo-lhe identificar e dimensionar uma série de alternativas para viabilizar empreendimentos imprescindíveis à implementação de políticas públicas. Por fim, a sistemática dos leilões mostrou ser capaz de trazer os benefícios da competição aos sistemas isolados, inovando em uma área anteriormente considerada impermeável à competitividade.

GUIMARÃES, Leandro Sousa Duque. **Comparação entre o movimento geométrico browniano e o processo de reversão à média com saltos para avaliação de opção de expansão para poços de petróleo.** 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Carlos Patrício Samanez.

GUTIÉRREZ CASTRO, Javier. **Otimização da performance de um portfólio de ativos e Opções Reais utilizando a medida Omega.** 2008. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** A presente

tese tem como objetivo estabelecer uma metodologia que permita efetuar uma composição otimizada de uma carteira de ativos reais, determinando os que serão selecionados na carteira, de tal forma que atendam a um conjunto de restrições características da carteira sob análise, e levando em conta a possibilidade de exercer opções reais. Esta otimização se realiza em função da maximização da medida de performance Omega, a qual se define como a relação entre o ganho médio esperada e a perda média esperada da distribuição de retornos ou da distribuição de Valores Presente Líquido (VPL). Esta medida requer que seja previamente definido o nível mínimo de retorno (ou VPL) desejado pelos investidores, que é o limite entre a área de ganhos e a de perdas na distribuição. A medida Omega leva em consideração todos os momentos da distribuição de retornos futuros ou VPL, não se restringindo ao mundo simplificado da Média-Variância. É um fato empírico conhecido que as distribuições de muitas variáveis financeiras não seguem uma distribuição normal e que a maioria dos investidores não possuem funções de utilidade quadrática, fazendo com que a modelagem clássica de composição de carteiras proposta por Markowitz (1952) não seja apropriada nestes casos. Omega permite lidar satisfatoriamente com todo tipo de distribuições, sejam ou não normais. Na presente tese, a abordagem proposta se baseia em métodos numéricos de Simulação de Monte Carlo, para a determinação das distribuições de VPL e o cálculo da medida Omega. Palavras-chave: Portfólio de Ativos Reais, Opções Reais, Medida de Performance Omega, Simulação de Monte Carlo, Otimização.

HARCKBART, Gustavo. **Aplicação da Teoria de Opções Reais à avaliação de empresas**. 2001. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** Esta pesquisa tem três objetivos. Como primeiro objetivo, pretendemos ilustrar uma aplicação prática de avaliação de uma empresa empregando a teoria de opções reais baseada no tratamento dado por Dixit & Pindyck [1994]. Nossa idéia é empregar a técnica de opções reais para avaliar uma empresa que detenha uma opção de adiar um projeto de investimento na presença de competidores, que entram no mercado aleatoriamente. A incerteza do mercado é modelada através de processo estocástico de Movimento Geométrico Browniano, enquanto que a entrada dos competidores é modelada através de uma componente de Poisson. A Companhia Siderúrgica de Tubarão foi escolhida para ilustrar a aplicação devido ao fato da mesma possuir três grandes projetos em fase de estudo/execução. Como segundo objetivo, pretendemos adaptar uma aplicação da teoria de opções reais para avaliação de empresas de alta tecnologia desenvolvida por Schwartz [2000]. Em seu trabalho, Schwartz faz uma avaliação da Amazon.com levando em consideração o fato de que seus acionistas tem perdas de capital limitadas em caso de falência da empresa. Desta forma, empregando técnicas de simulação, Schwartz propõe um corte na distribuição de probabilidades dos fluxos de caixa da empresa nos casos em que ocorrem falências. Nossa idéia é adaptar o processo para avaliar a Globo Cabo, empresa de TV a Cabo, Internet e Telecomunicações das Organizações Globo. Como nosso terceiro objetivo, pretendemos verificar qualitativamente, dentro de nosso universo de exemplos limitado, o quanto a teoria de opções reais pode agregar ao processo de avaliação de empresas.

HENRIQUES, Luiz Augusto Saraiva. **Avaliação da troca de aparelhos de ar condicionado de uma rede varejista sob a ótica da Teoria das Opções Reais**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Leonardo Lima Gomes. **Resumo:** As emissões de gases de efeito estufa (GEE) e seus malefícios ao meio ambiente vêm tomando grande importância no cenário mundial ao longo dos últimos anos. Desde a revolução industrial o mundo passa por uma era de enorme crescimento populacional, grandes avanços tecnológicos e um aumento extraordinário na utilização dos recursos disponíveis. Como efeitos colaterais, há o aumento da poluição, a geração de lixo tóxicos, o desmatamento florestal e por fim, o aquecimento global. Dessa forma, conforme a população do planeta aumenta, torna-se cada vez mais importante a questão do desenvolvimento sustentável na base da economia global. Ao unir a necessidade de manutenção de uma estrutura organizacional simples e de baixo custo com a sustentabilidade empresarial, empresas varejistas podem vir a ter uma combinação de sucesso. A sustentabilidade, apesar de exigir investimentos, tem o potencial de trazer bons resultados através da economia de despesas operacionais e de manutenção. Neste sentido, a proposta do estudo é avaliar a opção de troca dos aparelhos de ar condicionado de uma rede varejista. Partindo do princípio que a rede varejista em questão é uma consumidora livre de energia, e que o preço da energia é uma variável aleatória, será utilizada para avaliar as flexibilidades embutidas no projeto, a Teoria das Opções Reais. Palavras-chave: Meio Ambiente; desenvolvimento sustentável; opções reais; avaliação de projetos.

HERNANDEZ FILIPPO, Thais. **Planejamento e execução de investimentos estratégicos sob incerteza: contribuições da Teoria De Opções Reais**. 2011, 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** Este trabalho se propõe a orientar como utilizar de forma conjunta e complementar os

conceitos de Estratégia Empresarial e Finanças, mais especificamente da Teoria de Opções Reais, uma moderna teoria de análise de investimentos sob incerteza. Nas empresas vem coexistindo dois sistemas para a alocação de recursos: o planejamento estratégico e a orçamentação de capital, em geral, o primeiro define as iniciativas estratégicas e o segundo faz a verificação de viabilidade econômico-financeira destas iniciativas. Entretanto, muitas vezes a intuição vai contra as análises financeiras tradicionais. Além disso, a complexidade da tomada de decisão estratégica em um ambiente de incerteza vem crescendo em função do acelerado dinamismo do mercado e da infinidade de oportunidades que aparecem em um mundo altamente globalizado e conectado. Portanto, a união dos conceitos atualmente dispersos nestes dois sistemas é de fundamental importância para a deliberação e execução de estratégias com sistentese lucrativas. A Teoria de Opções Reais, cujas características se aproximam mais da realidade estratégica por considerar as flexibilidades gerenciais e não ter a abordagem passiva das ferramentas tradicionais, aparece, então, como uma resposta a esta necessidade de aproximação. Neste contexto, esta dissertação busca analisar a contribuição desta teoria à Estratégia Empresarial e construir um modelo que aproxime estes dois campos de estudo e direcione a prática de planejamento e execução de investimentos estratégicos. Palavras-chave Estratégia Empresarial; Investimento sob incerteza; Opções Reais; Tomada de Decisão; Planejamento Estratégico.

HIROTA, Heitor Hiroaki. **O mercado de concessão de transmissão de energia elétrica no Brasil**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2006. Orientador: Francisco Anuatti Neto. **Resumo:** O objetivo deste trabalho foi analisar o mercado de concessões de prestação do serviço de transmissão de energia elétrica do Brasil. Essa concessão dura trinta anos e, se for considerado que houve muitos interessados em ganhar as concessões, para a maioria dos leilões realizados até 2005 o resultado dos leilões podem ser considerados um grande sucesso. Esses leilões são recentes, se iniciaram em 1999. Antes disso o setor passava por dificuldades de investimento. Após reformulação de algumas leis, o setor elétrico deixou de ser dependente de financiamentos governamentais. O setor privado começou a investir de forma controlada nesses projetos de grande porte e a obrigação do governo passou a ser o de fiscalizar e formular as leis do setor. Como houve muitos interessados em prestar o serviço público, os leilões foram a forma escolhida para decidir qual era a empresa mais eficiente. Os leilões são descendentes de primeiro preço em dois estágios em que o primeiro estágio é secreto em envelope fechado. Caso a diferença entre o menor valor e os outros lances seja menor do que 5%, o leilão passa para o segundo estágio que ocorre em viva-voz. Como o objeto leilado é uma concessão, o valor que os participantes tem de decidir não é o preço a pagar, mas sim o valor da receita máxima que a concessionária aceitará receber para prestar o serviço. Uma das características da transmissão que determinou o tipo de regulação a ser utilizado foi o fato da transmissão de energia elétrica ser um monopólio natural, por isso o valor cobrado dos usuários deve ser controlado. O valor desse único lance contém as expectativas dos agentes sobre o valor dos custos estimados para prestar o serviço, contém também as expectativas de lucro possível, da probabilidade de vitória do leilão dada a concorrência etc. A análise deste trabalho se concentra nos leilões realizados no período de 1999 até 2005 em que ocorreram dez leilões com várias linhas sendo leiloadas em cada leilão. Para determinar o que tornou esse mercado tão interessante para as empresas privadas, foram consideradas as características de cada empresa. A característica mais importante é a interdependência. Essa interdependência permite custos menores quanto mais projetos de transmissão a empresa possui, por isso os resultados do leilão podem ser determinados por essa característica especial. Além dessa variável, foram consideradas a concorrência, a competitividade entre os participantes, o tipo de empresa, ou seja, em que setor a empresa possui especialidade na realização de projetos e o fato dos leilões serem sequenciais. Palavras-chaves: Regulação Econômica. Leilão Descendente de Primeiro Preço em Envelope Fechado. Transmissão de Energia Elétrica. Opções Reais. *Project Finance*.

IGREJAS, Rafael. **Avaliação de fontes alternativas para geração de energia elétrica a partir da biomassa de palha da cana: uma abordagem por Opções Reais**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. Coorientador: Carlos de Lamare Bastian-Pinto. **Resumo:** As opções de geração de energia no Brasil de forma sustentável estão fortemente relacionadas às fontes de energia alternativa, em especial a biomassa. Neste estudo é analisada a viabilidade econômico- financeira de um projeto de recolhimento da palha da cana de açúcar em uma usina no Brasil que tem a flexibilidade de expandir a venda de energia, ao investir na utilização da palha como insumo na cogeração. O preço da energia elétrica é modelado como um processo geométrico de reversão à média e é aplicada a teoria de opções reais para determinar o valor das flexibilidades gerenciais. Uma vez que a decisão de recolhimento da palha é tomada, a empresa tem a opção de investir na produção de briquetes, e a partir daí, realizar o *switch* entre o fluxo de caixa da energia e o fluxo de caixa de briquetes. O modelo é então resolvido utilizando uma árvore binomial recombinante não censurada de reversão à média. Os resultados indicam que a flexibilidade de escolher entre a venda de energia e a venda de briquetes

agrega R\$ 9,7 milhões, ou 38% ao valor do projeto determinístico de R\$ 25,6 milhões, o que é significativo, considerando que a cogeração não é a atividade principal da usina de cana. Assim, o recolhimento da palha da cana pode ainda incentivar projetos de *retrofit* em usinas que de outra forma poderiam não se mostrar viáveis. Palavras- Chave: Biomassa; palha da cana; cogeração; briquetes; fontes alternativas; opções reais.

IUBEL, Felipe Belão. **Análise das decisões de investimentos de um plano de saúde a partir da Teoria das Opções Reais**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 2008. Orientador, Wesley Vieira da Silva. Coorientador: Alceu Souza. **Resumo:** Este trabalho analisa as decisões de investimentos de um plano de saúde a partir da Teoria das Opções Reais (TOR). As grandes exigências impostas aos planos de saúde pela Agência Nacional de Saúde referem-se a uma sólida estrutura econômico-financeira. Assim sendo, é importante que, quando determinada organização da área decida investir, ela tenha a seu dispor métricas de análise de investimento que possibilitem uma resposta rápida às mudanças do cenário na qual se inserem. Portanto, o trabalho trata de um estudo de caso, que visa avaliar, à luz da Teoria das Opções Reais, a viabilidade de um investimento para a construção do novo centro médico da Empresa Alfa de planos de saúde empresariais de Curitiba e Região Metropolitana. Para isso, compara os resultados aferidos a partir da TOR com os métodos tradicionais de análise de investimentos disponíveis para a Empresa Alfa. Neste caso, comparam-se as suas atratividades financeiras, bem como, avalia-se o efeito da alteração da Taxa Mínima de Atratividade sobre as opções reais disponíveis para o projeto. Com isso, obtêm-se resultados que demonstram que o simples fato de considerar as flexibilidades das opções reais e de incorporá-las à análise de investimento aumenta a expectativa de retorno do projeto e, conseqüentemente, seu valor no mercado. Palavras-chave: TOR, Análise de Investimentos, Planos de Saúde.

KERR, Roberto Borges. **Decisão ótima de corte de uma floresta de eucalipto, utilizando diferenças finitas totalmente implícitas com algoritmo PSOR**. 2008. 145 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. 2008. Orientador: Diógenes Manoel Leiva Martin. **Resumo:** A Teoria das Decisões Financeiras procura entender e explicar como indivíduos e seus agentes tomam decisões de consumo, poupança e investimento dentre as alternativas disponíveis. O estudo do consumo e de decisões de investimento, feitas por indivíduos e empresas, permite diversos modelos, apresentados neste trabalho. Entretanto, a teoria de investimento ortodoxa não reconhece a importância qualitativa e as implicações quantitativas da interação entre irreversibilidade, incerteza e a decisão ótima do ponto no tempo. A maioria das decisões de investimento compartilha em maior ou menor grau três características importantes, o investimento é parcialmente ou completamente irreversível, há incerteza quanto aos fluxos de caixa futuros do investimento, há alguma margem de tempo para que a decisão seja tomada. Estas três características têm que ser levadas em conta na determinação da decisão ótima de investimento, pois a flexibilidade tem valor. O objetivo deste trabalho é demonstrar que a abordagem das opções reais é capaz de quantificar adequadamente a flexibilidade gerencial na avaliação de um projeto de investimento de capital sob incerteza e produz melhores resultados na modelagem da decisão ótima de corte de um povoamento de árvores em um projeto de reflorestamento. A decisão ótima de colheita foi modelada como uma opção real do tipo americano, as inequações diferenciais do problema de complementaridade linear foram resolvidas pelo método das diferenças finitas totalmente implícitas e o sistema linear de equações simultâneas foi resolvido por meio de uma técnica iterativa denominada *projected over relaxation* (PSOR), com a ajuda de um *software* especialmente desenvolvido para este fim. Palavras-chave: Teoria do Investimento, decisões ótimas de investimento, opções reais.

KURONUMA, Alexandre Maurício. **Estudo da análise de preços de negociação de empresas comparativamente à avaliação de empresas por Opções Reais**: estudo de caso de empresas do setor de telecomunicações. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2006. Orientador: José Roberto Securato. **Resumo:** O objetivo deste trabalho é analisar a utilização da teoria das opções reais na avaliação de empresas comparativamente a valores de negociação em empresas do setor de telecomunicações. O desenvolvimento foi através de um estudo de caso com duas empresas de telefonia móvel, formadas a partir da venda da concessão das licenças de banda B em 1997, a BCP Telecomunicações e a BSE Telecomunicações. Essas empresas foram avaliadas, dentro de dezoito cenários, definidos a partir de três variáveis (volatilidade, taxa livre de risco e custo da dívida), através do modelo de precificação de opções de compra de Black e Scholes. Os resultados mostraram que, apesar de as empresas apresentarem valores negativos para o seu patrimônio líquido real em 31 de dezembro de 2002, ambas revelaram um valor positivo pelo modelo de precificação por opções reais, o que mostra a eficácia no uso dessa metodologia na avaliação de empresas. Como resultado deste trabalho, através dos números encontrados e analisados, conclui-se que o uso da avaliação por opções reais é uma alternativa viável se comparada às metodologias tradicionais de avaliação.



LAJE, Eduardo Lowndes Dale Carvalho. **Avaliação de Projetos de Shopping Center:** Aplicação da Teoria de Opções Reais. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** O mercado de shopping centers vive um momento único no Brasil. Suportado pela expansão do crédito e aumento da massa salarial, o setor de varejo segue muito forte, o que vem impulsionando a demanda por áreas de vendas em shoppings. Tradicionalmente voltados às classes altas, nos últimos anos este cenário começou a mudar com o enriquecimento das classes mais baixas, que fez com que surgisse um grande mercado consumidor até então não atendido: a classe média emergente. Como reflexo da estabilidade econômica e desenvolvimento do mercado de capitais, as empresas enfim tiveram acesso a funding seguro e de baixo custo para custear seus investimentos, o que fez com que o número de shoppings centers crescesse vertiginosamente no país. A avaliação de projetos de shopping centers é tradicionalmente realizada através do método de Fluxo de Caixa Descontado. Apesar de muito difundida, a eficácia desta metodologia vem sendo muito questionada por não considerar o valor das flexibilidades existentes no projeto, ou opções reais. Opções como expandir o shopping ou construir um empreendimento comercial no terreno não utilizado, podem aumentar significativamente o retorno esperado dos projetos e devem ser levados em conta no momento da avaliação. Neste trabalho é apresentada a aplicação da Teoria de Opções Reais na avaliação de um projeto de desenvolvimento de shopping center, considerando-se que o projeto original poderia ser expandido (opção de expansão) ou abandonado (opção de abandono). Como resultado, as opções reais analisadas somaram R\$ 11,01 milhões, representando um incremento de 7,55% no valor ao projeto, ou 110,0% no VPL, um valor relevante e que não poderia ser desprezado. Palavras-chave: Opções Reais; Shopping Center; VPL; Avaliação; Imobiliário.

LASKIER, Rafael Campos. **Teoria de Opções Reais:** uma abordagem para avaliar investimentos da indústria de *venture capital*. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** A metodologia tradicional do fluxo de caixa descontado, amplamente adotado pelas empresas para avaliar investimentos e tomar decisões, possui diversas limitações quando a análise está sujeita a incertezas e existem flexibilidades gerenciais. A teoria de opções reais surge como uma metodologia mais adequada para este tipo de cenário, uma vez que permite a avaliação do investimento em função das flexibilidades incluídas no projeto que podem ser modeladas de maneira semelhante ao cálculo do valor de uma opção financeira do mercado de capitais. Este trabalho analisa um investimento para um projeto de uma empresa que capta recursos através da formação de um fundo de *Venture Capital*. A utilização do método de opções reais para avaliação de projetos financiados através deste tipo de captação é recomendada, uma vez que os mesmos encontram-se em estágio de desenvolvimento inicial, submetidos a um ambiente de forte incerteza e com a existência de flexibilidades gerenciais que afetam a tomada de decisão. A indústria de *Venture Capital* é tipicamente representada por empresas de elevado crescimento nos primeiros anos de investimento e forte volatilidade dos retornos esperados (incerteza). O projeto apresentou VPL negativo quando a abordagem tradicional é utilizada e, ao aplicar a metodologia de opções reais, foi possível perceber que este resultado subestima o valor do projeto e leva a uma tomada de decisão não ótima. A partir deste trabalho, conclui-se que, em cenários de grande incerteza e existência de flexibilidades, como é o caso de investimentos de *Venture Capital*, o método de valoração mais adequado é a metodologia de opções reais. Palavras-chave: Opções Reais; *Venture Capital*; Avaliação de Investimentos

LAZO LAZO, Juan Guillermo. **Determinação do valor de Opções Reais por simulação Monte Carlo com aproximação por números Fuzzy e Algoritmos Genéticos.** 2004. 190 f. Tese (doutorado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Marley Maria B. R. Vellasco. **Resumo:** As decisões econômicas de investimento, assim como as avaliações econômicas de projetos, são afetadas por incertezas econômicas, incertezas técnicas e por flexibilidades gerenciais embutidas em projetos. Flexibilidades gerenciais dão liberdade ao gerente para tomar decisões, tais como investir, expandir, parar temporariamente ou abandonar um determinado projeto. Tais flexibilidades possuem valor e só a teoria de opções reais consegue avaliá-las. As opções reais permitem considerar, além das incertezas, a flexibilidade gerencial, tendo por objetivo maximizar o valor da oportunidade de investimento. Para se determinar o valor de uma opção real, normalmente são utilizados modelos de árvores binomiais, diferenças finitas ou técnicas de simulação Monte Carlo. Entretanto, os métodos tradicionais de árvores binomiais e diferenças finitas são impraticáveis na avaliação de opções com mais de três fatores de incerteza, enquanto que a simulação Monte Carlo tem um custo computacional muito elevado devido ao processo iterativo da simulação estocástica na amostragem de cada variável. O objetivo deste trabalho é pesquisar uma metodologia computacionalmente viável para determinar o valor de opções reais sob diversas incertezas técnicas e de mercado. Neste contexto, é feita uma investigação multidisciplinar (lógica *fuzzy*, computação evolucionária, processos estocásticos e opções reais) em busca de métodos alternativos que possam reduzir o tempo computacional e assim facilitar as tomadas

de decisão consequentes da simulação. Para isto, é proposta a união de várias técnicas: Números *Fuzzy* para representar determinados tipos de incertezas das quais se desconhece o processo estocástico que as modela, processos estocásticos para representar as demais incertezas e a simulação Monte Carlo para obter uma boa aproximação do valor da opção real. Além disso, aplica-se um algoritmo genético em conjunto com a simulação Monte Carlo para aproximar uma regra de decisão ótima e determinar o valor da opção real no caso de se ter várias opções de investimento em um projeto. A regra ajuda na decisão entre o investimento imediato em uma das opções ou a espera por melhores condições, as quais dependem do estado das incertezas consideradas. O modelo proposto foi avaliado em problemas de opção de expansão e de opção de investimento em informação, aplicados na área de exploração e produção de petróleo, obtendo os mesmos resultados que as técnicas convencionais com uma redução expressiva do custo computacional. A principal contribuição deste trabalho é a concepção de uma nova metodologia para a determinação do valor de opções reais na presença de incertezas técnicas e de mercado, que oferece vantagens em relação aos métodos convencionais. Os resultados obtidos comprovam que o uso de números *fuzzy* para representar incertezas das quais se desconhece o processo estocástico que as modela, reduz significativamente o tempo computacional. Além disso, a metodologia demonstra que a técnica de algoritmos genéticos é adequada para obter uma regra de decisão ótima, com uma boa aproximação do valor da opção real, quando são consideradas várias opções de investimento. Palavras-chave: Opções Reais; Números *Fuzzy*; Simulação Monte Carlo; Incertezas Técnicas e Econômicas; Algoritmos Genéticos; Processos Estocásticos.

LEITÃO, Antonio Carlos da Silva. **Valor da flexibilidade em decisões de investimento sequenciadas:** uma análise comparativa de duas metodologias. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial) – Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Alfredo Maciel da Silveira. **Resumo:** Este trabalho tem como objetivo analisar comparativamente a metodologia de Opções Reais, de literatura bastante disseminada, com a metodologia de Abordagem Estratégica em Situação de Incerteza, Silveira (1993, 2006), no tratamento do valor da flexibilidade dos investimentos em ativos reais. A proposta metodológica de estratégia é detalhada em exercício comparativo com o estudo de dois casos, realizado com base na abordagem das Opções Reais, por Copeland, T. e Antikarov, V. (2001). Ambos os casos tratam de decisões sequenciais de expansão, abandono ou continuidade de projetos de investimentos. Conforme a abordagem de Silveira (1993, 2006) os casos estudados foram reinterpretados e representados por variáveis controláveis (políticas) e não controláveis (cenários) dispostos em sequências temporais e interação estratégica. Os “pay-offs” resultantes de cada estratégia são fluxos de caixa descontados, por fim submetidos ao critério de decisão “minimax”. São apontadas as vantagens e desvantagens, através da modelagem das incertezas, de duas metodologias considerando o estágio atual de desenvolvimento dos mercados de ativos no Brasil, comparativamente aos mercados e ambiente institucional de onde se originou a metodologia de Opções Reais. Esta dissertação corrobora com a relevância da pesquisa metodológica quanto ao valor da flexibilidade dos investimentos sob a situação, cada vez mais recorrente, de alta incerteza.

LEITE, Luís Alberto Melchíades. **Opções Reais sob incerteza *Knightiana* na avaliação econômica de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D).** 2011. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** A tese busca aprimorar, em termos teóricos e práticos, a modelagem de valoração econômica de investimentos sob alto grau de incerteza, tais como os projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sobretudo os de natureza incremental. Partindo de um modelo de valoração de projetos baseado na Teoria das Opções Reais, incorpora uma concepção de incerteza mais completa, que alcança aspectos ligados ao ato decisório, conhecida como “Incerteza *knightiana*”, onde são separados os conceitos de risco e incerteza. A aplicação integral da concepção de Knight (1921) em modelos quantitativos é possível em função do desenvolvimento matemático de Schmeidler (1982), que resultou em nova fórmula de cálculo de valores esperados, baseada na integral de Choquet (1953). O novo modelo compreende um cálculo de valor esperado que reconhece no agente uma aversão à incerteza nessa conceituação, conhecido como valor esperado de Choquet. Palavras-chave: Investimento sob incerteza; Opções Reais; Incerteza *Knightiana*; Projetos de P&D; Avaliação Econômica; Petrobras; Decisão sob Incerteza; Inovação em Processo.

LETICHEVSKY, Ana Carolina. **Avaliação de opções de investimento de capital:** a implementação de um algoritmo. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Existem diferentes modelos para avaliação de projetos de investimento de capital. Este tipo de avaliação geralmente se torna complexa. Envolvem um grande número de variáveis e podem utilizar informações sobre os projetos que mudam ao longo do tempo. Esta dissertação trata da elaboração de um sistema para a implementação de um algoritmo binomial de

avaliação de investimento de capital, desenvolvido por Teisberg, em 1988, a partir de uma analogia entre modelos de equilíbrio de opções financeiras compostas e modelos de opções de investimento. A aplicação do algoritmo gera uma árvore de decisões onde em cada etapa, antes da conclusão do projeto, existem as opções de investir, esperar ou sair. A escolha é sempre realizada de forma a maximizar o lucro. Cada estágio do investimento é trabalhado como sendo uma opção financeira. Considerando-se que ao investir em um determinado estágio, se compra a opção de investir no estágio seguinte. O sistema possibilita que o analista de investimentos cadastre diversos projetos bem como realize simulações envolvendo diferentes cenários para um mesmo projeto de investimento. Foi desenvolvido utilizando linguagem visual, programação orientada a objetos e banco de dados relacionais. É bastante interativo e possui uma interface amigável, podendo ser utilizado por uma grande gama de usuários.

LEVY, Natalia Cordeiro. **Avaliação de investimentos sob incerteza: um enfoque crítico.** 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** A avaliação de oportunidades de investimentos é sem dúvida um tema de grande interesse, pois é o modo pela qual as firmas norteiam suas decisões de investimento ao avaliar que este ou aquele projeto cria ou não valor para esta firma. A teoria de avaliação de investimentos produtivos inicia seu caminho partindo do Valor Presente Líquido (VPL) e vai se ramificando ao longo de sua literatura, percorrendo sempre o objetivo de incorporar a incerteza nos modelos. O estágio atual desta caminhada é a avaliação por opções reais, e tudo que a antecede passou a ser chamado de “teoria clássica”. Mas muitos problemas enfrentados nas abordagens encontradas na literatura de avaliação de opções reais são antigos. Em função da analogia com as opções financeiras, a metodologia proposta para avaliação das opções reais originaram dos modelos de apreçamento de opções financeiras. Mas esta extensão metodológica é em si problemática, pois os ativos ditos reais e os ativos financeiros guardam entre si importantes diferenças como: risco privado, completude dos mercados, diferenças de liquidez, reversibilidade e uma profunda diferença entre os níveis de assimetria de informação. Estas diferenças comprometem a significância dos resultados finais desta avaliação, pois violam algumas hipóteses que estão por de trás da teoria de apreçamento de opções financeiras, além de não incorporar a parcela de risco privado na avaliação, apenas risco de mercado. Outras abordagens para avaliação de opções reais surgiram para tentar resolver o problema da incompletude dos mercados, mas também retornam a outros problemas já discutidos na teoria clássica como, por exemplo, a dificuldade da escolha da taxa de desconto e a subjetividade da estimativa de um fluxo de caixa “equivalente certo”. Apesar de ter criado um novo paradigma na concepção de valor dos projetos de investimento, a literatura da teoria de opções reais é ainda divergente quanto aos métodos de avaliação. Este trabalho tem como objetivo discutir as dificuldades práticas de se avaliar/ quantificar as opções de um ativo “real” que se dá tanto pela inadequação dos métodos de apreçamento próprios para derivativos financeiros, quanto pela subjetividade que se incorre com a utilização de métodos alternativos. Palavras-chave: Opções Reais; Avaliação de Projetos; Investimento sob Incerteza; Finanças Corporativas.

LIMA, Gabriel Alves da Costa. **Uma proposta de uso da preferência e das opções na gestão de portfólio de reservas de petróleo.** 2004. 229 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004. Orientador: Saul Barisnik Suslick. **Resumo:** As mudanças regulamentares ocorridas no Brasil a partir da segunda metade dos anos 90 ocasionaram diversas alterações no processo decisório sobre E&P de petróleo, culminando com a criação de um ambiente de mais competição entre as empresas. Neste novo cenário, pode-se dizer que as decisões de investimentos modernos em E&P possuem quatro características importantes: a) investimentos são, ao menos parcialmente, irreversíveis; b) incertezas sobre a dinâmica temporal do fluxo de caixa dos projetos; c) opções reais para ajustar as decisões às novas realidades do mercado; d) aversão ao risco das corporações. Em tais cenários, por ignorarem estas características ou não capturá-las apropriadamente, os indicadores tradicionais do fluxo de caixa descontado para valoração e tomada de decisões podem não fornecer resultados compatíveis com as práticas de mercado. Como alternativa para contornar tais limitações, propõe-se uma abordagem baseada no uso da teoria da preferência e das opções reais. A teoria das opções se justifica pela analogia entre as opções de investir em projetos e as opções financeiras de compra do tipo americanas. A motivação pelo emprego da teoria da preferência se baseia na possibilidade de incorporar as funções de utilidade do tomador de decisão para ordenar as grandezas sob condições de risco. O modelo proposto nesta tese é aplicado na valoração e seleção de projetos de reservas não desenvolvidas, fornecendo os seguintes produtos: 1) estimativa do valor corrente de uma reserva de petróleo; 2) estimativa do valor crítico de cada projeto para investimento imediato; 3) estimativa do valor da opção estratégica de investir; 4) estimativa do nível de participação financeira em cada projeto. Para facilitar a aplicação do modelo, foi desenvolvido o *software* INVESTPETRO. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que as duas abordagens produzem resultados distintos, sobretudo nos casos em que o nível de incertezas for alto.

LOBOS AVILÉS, Ivan Pablo. **Avaliação de *smelter* de alumínio autossuficiente em geração de energia elétrica pela metodologia de Opções Reais**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Assim como diversos setores industriais, a indústria do alumínio primário está sujeita a incertezas não somente de flutuações de preços, por se tratar de uma commodity, mas de garantias de suprimentos estratégicos, as quais podem se tornar críticas em momentos de crise de falta de abastecimento ou de forte elevação de custo. No caso da indústria do alumínio primária brasileira cujas plantas, conhecidas como *smelters*, são altamente dependentes do suprimento de energia elétrica, o investimento em co-geração pode se tornar não somente uma proteção, ou hedge contra falta de energia, mas também uma nova fonte de valor, o que é um importante fator de tomada de decisão no momento de investir nessa alternativa. Esta dissertação avalia por metodologia de Opções Reais o valor agregado obtido pela capacidade de autossuficiência de um *smelter* hipotético. Os resultados obtidos sugerem que esse valor é significativo. Palavras-chave: Alumínio; *smelter*; *commodity*; energia elétrica; incerteza; autossuficiência; avaliação; opções reais.

LOPES, Ana Carolina Kanemaru. **Uma aplicação da Teoria Das Opções Reais ao caso do trem de alta velocidade**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** O projeto do Trem de Alta Velocidade Rio-Campinas (TAV) está previsto para ser licitado em 2010 como uma concessão com 40 anos de prazo. O projeto tem um investimento total estimado em R\$34,6 bilhões, dos quais R\$7 bilhões serão provenientes de capital próprio. Entretanto, por se tratar de uma ferrovia pioneira, o projeto apresenta elevada incerteza quanto ao seu tráfego futuro, o que pode comprometer a sua viabilidade econômica e desestimular a participação do investidor privado. Apesar do VPL do projeto para o acionista ser positivo em R\$49 milhões, estima-se que há uma probabilidade de 50,8% do mesmo ser negativo, o que representa um risco significativo para o investidor privado. Uma forma de aumentar a atratividade do projeto é o uso de uma garantia governamental de tráfego mínimo, estabelecendo um piso de demanda para cada ano de acordo com um percentual da demanda projetada dentro do arcabouço jurídico de uma Parceria Público Privada (PPP). Neste trabalho é aplicada a metodologia de Opções Reais para valorar o projeto assumindo uma garantia governamental. Mostra-se que a incorporação de uma garantia de 60% da demanda reduz o risco de perda do investidor de 50,8% para 33,2%, contribuindo para a viabilidade econômica e financeira do TAV, e que níveis mais elevados de garantia têm impacto maior e também custo maior para o governo. Palavras-chave Opções Reais; Investimento em Infraestrutura; Flexibilidade Gerencial; Garantias de Tráfego Mínimo; Análise de Investimentos.

LOPES, Wander de Pinho. **Uma abordagem para aplicação integrada de cenários de estratégia com avaliação de Opções Reais em telecomunicações**. 2004. 165 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Walter Lee Ness Júnior. **Resumo:** Certamente uma das arenas competitivas mais marcada pela incerteza é a indústria de telecomunicações. Características intrínsecas ao negócio, como o alto nível de imobilização e a dispersão geográfica, sob a ação de questões voláteis como demanda, câmbio, tecnologia, regulamentação, dentre outras, podem representar grandes impactos nos resultados do negócio. Esta incerteza sempre existiu, porém nos últimos anos tem estado em maior evidência. Diante desta nova necessidade, os métodos adotados atualmente em planejamento estratégico e em análise de investimentos têm se mostrado pouco eficazes. Não é uma questão de usar uma abordagem melhor ou pior, e sim de usar a mais adequada. Quanto a isto, porém, a única certeza é a de que a melhor forma não é tentar encaixar investimentos e estratégias de uma indústria tão dinâmica como a de telecomunicações em um planejamento estático e rígido. A proposta deste trabalho é propor e exemplificar um método para descrição e avaliação de estratégia para telecomunicações, baseado no paradigma de opções reais. Este método é uma visão integrada de ferramentas e métodos conhecidos e utilizados em opções reais, análise de cenários e estratégia. A pesquisa não pretende definir o que é melhor para a discussão de análise de estratégias e investimentos em telecomunicações, mas oferecer uma reflexão mais em linha com as peculiaridades do negócio. Palavras chaves: opções reais, cenários, incerteza, análise de estratégia, finanças.

LORENTZ, Savio Vargas. **Avaliação técnico-econômica de projetos de eficiência energética em mineração utilizando a Teoria das Opções Reais**. 2012. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2012. Orientador: Tânia Lúcia Santos Miranda. **Resumo:** Neste presente trabalho, realizou-se uma avaliação técnico-econômica de um projeto de eficiência energética aplicado ao sistema de geração e distribuição de ar comprimido de uma indústria de mineração de ferro, utilizando os métodos convencionais e a Teoria das Opções Reais. Por meio de um fluxo de caixa tradicional, determinou-se o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto, sendo este valor negativo e igual a R\$

34.477,68. Posteriormente, a previsão do comportamento do preço do minério de ferro foi estudada, gerando uma nova análise, via fluxo de caixa determinístico, com VPL positivo igual a R\$ 97.022,04. Na sequência, modelou-se o comportamento do preço do minério por um Movimento Geométrico Browniano, encontrando-se um histograma com a distribuição do VPL do projeto, cuja média foi R\$ 97.161,90. Por último, uma árvore de decisão binomial foi construída, as flexibilidades de adiamento e expansão existentes no projeto foram identificadas e incorporadas ao modelo para análise pela Teoria das Opções Reais. Por meio dessa análise, a opção de adiamento e a opção de expansão no 5º período não foram benéficas para o projeto. Já a opção de expansão no 1º período agregou valor à tomada de decisão, aumentando o VPL do projeto para R\$ 219.427,62. Portanto, por meio da Teoria das Opções Reais foi possível captar as flexibilidades gerenciais existentes no projeto, complementando a análise de viabilidade econômica tradicional e aumentando o VPL do projeto de eficiência energética em mineração analisado nesta dissertação. Palavras Chave: Teoria das Opções Reais, Mineração, Eficiência Energética.

LOUREIRO, Irecê Fraga Kauss. **Aplicação de Opções Reais ao setor de circuitos integrados**. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Leonardo Lima. **Resumo:** A indústria eletrônica cada vez mais adquire importância na economia mundial. O uso de partes e peças eletrônicas deixou de ser exclusivo da informática e passou a permear setores diversos. Cresce a relevância da atração de investimentos em circuitos integrados para a manutenção da diferenciação, dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e até mesmo da competitividade da indústria brasileira. Neste contexto, este trabalho pretende avaliar uma oportunidade de investimento no desenvolvimento de uma planta de circuitos integrados no Brasil utilizando um exemplo numérico. Dadas as diversas incertezas em um projeto deste tipo, foi utilizada a metodologia de opções reais para analisar o investimento em um *start-up* de circuitos integrados. Ressalta-se que a volatilidade do retorno de uma base de empresas do setor foi considerada como *proxy* para a volatilidade do ativo-objeto, o fluxo de caixa de uma empresa de circuitos integrados instalada no Brasil. Assim, implementou-se uma metodologia para a obtenção da volatilidade de um projeto de *start-up*. De posse da volatilidade estimada, o valor das opções reais foram calculados com base no modelo binomial proposto por Cox, Ross & Rubinstein. Os resultados demonstram que a incorporação das incertezas e a análise das opções de espera e de expansão trazem valor significativo ao projeto. Palavras-chave Opções reais; semicondutores; circuitos integrados; análise de investimento; *start-up*

LUZ, Daniel. **Opções Reais e compras alavancadas (*leveraged buy-outs*): um estudo de caso aplicado a magnesita**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2009. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** O objetivo deste trabalho é propor um modelo de estruturação e avaliação de opções reais em um contexto de compra alavancada (LBO), através da aplicação em um estudo de caso. As opções reais foram aplicadas na modelagem e avaliação de um projeto de aquisição de empresa por parte de um *private equity*, considerando incertezas econômicas, mercadológicas e competitivas, flexibilidades possíveis durante a execução do projeto e a necessidade de pagamento do endividamento gerado com a compra alavancada. Para isto, foram modeladas as principais opções encontradas em um projeto típico de *private equity*, como opção de investimentos estagiados, desinvestimento e abandono, além das restrições impostas pelos fluxos de pagamentos do endividamento remanescente. Verificou-se que, de forma geral, as opções que aumentam o fluxo de caixa no curto prazo (opções de contração) tendem a ter seu valor relativo ampliado neste contexto, em detrimento às opções de expansão, que tem seu valor relativo reduzido. Além disso, algumas linhas de financiamento podem ser bloqueadas enquanto a empresa não chegar a uma relação *debt / equity* adequada, isto significa que algumas opções que necessitem de novos investimentos podem ficar indisponíveis até que a empresa possa tomar dívida novamente no mercado. Palavras-chave: avaliação de investimentos, opções reais, *private equity*, compra alavancada.

MAGALHAES JUNIOR, Frederico. **Avaliação de campo maduro de petróleo por Opções Reais**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano. **Resumo:** A pesquisa realizada na presente dissertação objetivou avaliar uma pequena empresa produtora de petróleo, que opera em um pequeno campo de petróleo e está inserida no atual cenário proposto pela ANP, após a 7ª Rodada de Licitações. Esse novo cenário, formado pelas licitações de acumulações marginais de petróleo e gás em campos maduros no Brasil, tem permitido o surgimento de um novo setor, formado por pequenos e médios produtores de petróleo e gás. A avaliação pretende demonstrar o valor das flexibilidades operacionais que esses projetos muitas vezes apresentam, tais como ampliar a produção e interrompê-la. Essas flexibilidades serão avaliadas com a utilização da teoria das Opções Reais em tempo discreto. Para isso, adotou-se a metodologia proposta por Copeland &

Antikarov (2002), a qual adiciona à avaliação tradicional de Fluxo de Caixa Descontado as Opções Reais que o projeto possui. Palavras-Chave: petróleo, campos maduros, flexibilidade, opções reais.

MANNARINO, Verônica de Gusmão. **Jogos gerenciais aplicados a orçamento de capitais utilizando opções:** os casos de abandono do projeto e de redução de escala de produção. 1997. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1997. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Introdução – Destaca o problema da escolha do tempo e da densidade ótimos para construir um imóvel, dadas as restrições das leis de zoneamento. Objetivo – Verificar se há um prêmio pela opção de se esperar para construir um imóvel, analisar a influência dos CEPACs no custo de construção. Métodos – O modelo amplia as inferências de Quigg (1993) e testa o modelo de Williams (1991). Os dados utilizados são da Embraesp, com 3.207 lançamentos imobiliários; da Prefeitura de São Paulo, com 259.021 imóveis; do ZAP, com 22.073 imóveis; no período de 2005 a 2011. Resultados – O valor do terreno vago baseado no modelo de opções reais excedeu o valor observado em todos os cenários, variando entre 16,6% e 61%. O maior prêmio obtido foi para imóveis comerciais (37,9%), seguido pelo prêmio para apartamentos (34,5%) e para casas (23,9%). Conclusões – Há um prêmio para se esperar para construir um imóvel. Ao se utilizar os CEPACs como instrumento para aumentar a densidade de construção, amplia-se o custo de construção do imóvel. Entretanto, a ampliação da densidade é limitada pelo aumento do custo adicional de construção. Palavras-chave: Operações Urbanas, CEPACs, Opções Reais.

MARQUES, Alberto Moraes. **Avaliação da opção de espera de um projeto de investimento.** 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano. **Resumo:** A Teoria da Opção Real (OR) oferece uma metodologia moderna para a avaliação de um projeto de investimento, pois leva em conta o valor adicional da flexibilidade gerencial frente às incertezas do projeto. A presente dissertação busca calcular o valor da opção de espera de um projeto de uma unidade petroquímica produtora de polipropileno. Talvez o passo mais crítico da OR seja a determinação da volatilidade agregada do projeto de investimento. Foi calculada a volatilidade agregada do projeto para diferentes casos, considerando diferentes possibilidades de modelagem das variáveis incertas envolvidas. As principais variáveis incertas envolvidas são os preços da matéria-prima e dos produtos. Foram consideradas três possibilidades de processos estocásticos para os preços: Movimento Geométrico Browniano (MGB), Movimento de Reversão à Média (MRM) e Movimento de Reversão à Média com Saltos (MRMS). Finalmente foi selecionado um caso base para a volatilidade do projeto e então foi calculado o valor da opção de espera por dois diferentes modelos de avaliação a saber, através da fórmula binomial e por aproximações numéricas da equação diferencial parcial de Black - Scholes. Palavras-Chave: projeto de investimento, opções reais, petroquímica.

MARRECO, Juliana de Moraes. **Planejamento de longo prazo da expansão da oferta de energia elétrica no Brasil sob uma perspectiva da Teoria das Opções Reais.** 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Lucio Guido Tapia Carpio. **Resumo:** Esta tese aborda a questão da incorporação da incerteza no planejamento de longo prazo da expansão da geração no Sistema Elétrico Brasileiro, através da proposição de um modelo de Opções Reais. Na primeira parte, a Teoria das Opções Reais é utilizada para demonstrar a importância da existência de usinas termelétricas no Brasil, através da avaliação da flexibilidade operacional do sistema hidrotérmico, sendo este o primeiro objetivo do trabalho. Na segunda parte, é desenvolvido um modelo de Opções Reais para estudos de longo prazo da expansão da geração sob condições de incerteza, com base em uma análise de custos médios de geração. A adequação dos modelos propostos ao problema real é ilustrada com estudo do caso do Sistema Elétrico Brasileiro. Os resultados comprovam a importância da diversificação da matriz energética no planejamento de longo prazo. No modelo de expansão proposto, apontam para maior participação da biomassa, da geração nuclear e das termelétricas a carvão no Brasil.

MARTINS, Guilherme Batistella. **Um modelo de Opções Reais com estratégias de entrada e saída e com investimento incerto, sequencial e com tempo de construção.** 2003. 41 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Marcos Eugênio da Silva. **Resumo:** Esta dissertação desenvolve um modelo de opções reais com investimento incerto, sequencial e com tempo de construção. Incorpora-se no modelo as opções reais de investir e abandonar a atividade. O modelo aborda o problema de maximização de uma empresa diante de um investimento com as características citadas. A equação diferencial do ativo é obtida utilizando programação dinâmica e avaliação neutra ao risco. Em particular, para o período da construção, a equação diferencial é parcial e elíptica, o que demandou a utilização de métodos

numéricos. Os principais resultados da dissertação são que, ao contrário do que boa parte da literatura sobre opções reais afirma, com investimento sequencial e tempo de construção, a regra do NPV pode não gerar equívocos significativos e o aumento da incerteza pode aumentar o investimento.

MARTINS, Guilherme Nunes. **O valor da opção de preservação do Parque dos Manguezais**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007. Orientador: Yony de Sá Barreto Sampaio. **Resumo:** Neste trabalho a Teoria das Opções Reais foi utilizada para analisar se uma parte do Parque dos Manguezais, maior área de manguezal urbano do mundo, deve ou não ser utilizada para construção de uma rodovia. Foi demonstrado que a análise do investimento tradicional baseada no fluxo de caixa descontado subestima o valor do recurso natural conduzindo a decisões equivocadas, e que a avaliação por opções reais é a solução mais adequada para decisões desta natureza, por considerar o princípio da precaução, princípio fundamental a ambientes de incerteza, ao assumir a possibilidade da espera para tomada de decisão. Foi considerado que o valor econômico do Parque dos Manguezais segue um processo estocástico, precisamente um movimento geométrico Browniano. A partir disso, foram estimados os valores críticos para o Parque dos Manguezais, os quais permitiram que se concluísse pela necessidade de sua preservação, ou de forma intacta ou como Parque Ecológico. Palavras-Chave: Eficiência de Mercado, Solução de Conflitos, Tomada de Decisão sob Risco e Incerteza, Políticas Públicas e Recurso Ambiental.

MARTINS, Pedro Jose Caitete de Souza. **Avaliação da flexibilidade contratual da indústria do transporte marítimo utilizando opções reais**. 2009. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Fernando Nascimento de Oliveira. **Resumo:** Este artigo tem como objetivo avaliar uma das flexibilidades inerentes aos projetos de investimento na indústria de transporte marítimo: a capacidade que o armador tem de alternar entre dois tipos de contrato de afretamento, o afretamento por tempo e o afretamento por viagem, que possuem diferentes níveis de exposição a incertezas. Como estudo de caso, é utilizado o investimento em um navio tanque para transporte de petróleo da classe Suezmax, utilizando dados do mercado internacional. Para avaliar a flexibilidade gerencial é empregado o modelo de Trigeorgis (1996) de troca entre modos de operação, utilizando a simulação dos fluxos de caixa de forma a chegar ao valor presente expandido. As incertezas consideradas foram os fretes, por viagem e por tempo, bem como os preços dos combustíveis, sendo modelados como movimentos de reversão à média. O estudo encontra um valor para a opção real que representa um acréscimo de aproximadamente 12,9% em relação ao maior valor presente considerado. Palavras-chave: Análise por opções reais; Avaliação de investimento; Transporte marítimo; Navio tanque; Movimento de reversão à média; Simulação de Monte Carlo.

MASCARENHAS FILHO, Carlos de Góes. **A influência da volatilidade na avaliação das Opções Reais: o caso dos investimentos em telecomunicações e petróleo no Brasil**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Franklin de Oliveira. **Resumo:** A avaliação de investimentos em capital fixo através da metodologia tradicional, baseada no valor presente líquido, nos fornece a seguinte regra fundamental para a implementação dos projetos: o valor esperado dos seus fluxos de receitas descontados a valor presente deve ultrapassar os seus custos. Este tipo de metodologia desconsidera o valor associado à flexibilidade do processo decisório relacionado à opção pela realização ou não de um investimento. O apreçamento de ativos reais com características de incerteza nos fluxos de caixa esperados, irreversibilidade dos gastos iniciais, possuindo uma flexibilidade operacional que permite o adiamento do investimento em busca de novas informações sobre preços, custos e outras condições de mercado, deve ser realizado através da metodologia das opções reais. Neste método de avaliação de um empreendimento, uma variável importante é a dispersão dos retornos ou a variância do processo estocástico que define a lei de movimento para o valor das receitas do projeto. Esta volatilidade dos ganhos esperados representa o risco associado ao empreendimento. Entretanto, um projeto é um ativo não-negociável, logo precisamos estabelecer *proxies* para a representação do seu risco. Uma maior volatilidade significa necessariamente a presença de uma maior incerteza e um valor mais elevado para a opção de aguardar antes de comprometer os gastos irreversíveis. Assim, o valor da flexibilidade será uma função crescente da volatilidade. Apesar da importância desta variável, a sua influência sobre a avaliação das oportunidades de investimento foi pouco explorada pela literatura de opções reais. O objetivo desta dissertação é justamente analisar a influência das *proxies* para a representação da incerteza associada a projetos de investimento em ativos reais, verificando o impacto destas escolhas sobre o valor da opção de se adiar um empreendimento. Para isto, foram escolhidos dois setores importantes para economia brasileira: telecomunicações e petróleo. Através da análise estatística das séries procuramos distinguir as características de risco de longo prazo das volatilidades de cada uma das *proxies* associadas à incerteza de um investimento. Também realizamos uma avaliação do impacto destas diferentes volatilidades sobre o processo decisório de empreendimentos através da metodologia das opções reais. Verificamos a presença do risco no

Brasil de um investimento de longo prazo, através de uma maior espera para a realização dos investimentos ou na necessidade de lucros substancialmente maiores para a implementação dos projetos. Palavras chave: Opções Reais, Volatilidade e Investimentos.

MASSA, André Ourívio Nieckele. **Uso da Teoria de Opções Reais para valoração de garantias governamentais em projetos de infra-estrutura:** uma aplicação no caso do trem de alta velocidade entre Rio de Janeiro e São Paulo. 2011. 88f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Eduardo Facó Lemgruber. **Resumo:** Este trabalho tem como motivação principal contribuir para o desenvolvimento de análises quantitativas que auxiliem o desenho econômico-financeiro de projetos de infra-estrutura do tipo PPP (Parceria Público Privada) submetidos a níveis elevados de incerteza da demanda. Observa-se que grande parte destes projetos não oferece uma relação risco-retorno-liquidez adequada para atração de capital privado. Por este motivo, os governos frequentemente precisam intervir na estrutura econômico-financeira do projeto de forma a oferecer modelos de concessão atraentes para o investidor privado. Nesta busca pelo modelo de concessão adequado, um aspecto fundamental está relacionado à alocação de riscos e responsabilidades. Para que esta alocação seja realizada de forma ótima, é necessário utilizar a metodologia adequada de valoração dos diferentes tipos de garantias que podem ser oferecidos pelo Estado. Assim, o objetivo central deste trabalho é aplicar a metodologia adequada para quantificar o impacto de tais garantias na atratividade de projetos do gênero para investidores privados. A partir da aplicação de diferentes modelos de garantias ao caso do TAV (Trem de Alta Velocidade) planejado para operar no corredor entre Rio de Janeiro e São Paulo, o trabalho mostra como a valoração correta de garantias governamentais é fundamental para viabilizar projetos de infra-estrutura através de financiamento privado mantendo níveis adequados de comprometimento estatal. Os resultados encontrados mostram que a aplicação de um modelo híbrido, que ofereça garantias de tráfego mínimo combinadas a garantias do tipo LPVR (Least Present Value Revenue), seria uma alternativa eficaz para viabilizar o projeto estudado. Outro resultado importante deste trabalho está relacionado às premissas de cada modelo. Uma análise de sensibilidade dos principais parâmetros de entrada dos modelos aplicados mostra que dois parâmetros merecem atenção especial no caso estudado: o custo de capital próprio considerado para desenho econômico-financeiro do projeto e o nível de tráfego projetado para o início da concessão. Por fim, este trabalho sugere a aplicação dos modelos aqui aplicados no mesmo projeto (TAV), mas levando em consideração o atraso ocorrido no processo de concessão e, consequentemente, o novo nível de demanda inicial esperada. Vale ressaltar que os modelos aplicados neste trabalho podem ser adaptados para aplicação em outros projetos de infra-estrutura, tanto no setor de transporte como em outros setores para os quais se planeja financiamento através do modelo de PPP – infra-estrutura aeroportuária, infra-estrutura esportiva etc.

MASSA, André Ourívio Nieckele. **Uso da teoria de opções reais para valoração de garantias governamentais em projetos de infra-estrutura:** uma aplicação no caso do trem de alta velocidade entre Rio de Janeiro e São Paulo. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto Coppead de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Orientador: Eduardo Facó Lemgruber. Coorientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Este trabalho tem como motivação principal contribuir para o desenvolvimento de análises quantitativas que auxiliem o desenho econômico-financeiro de projetos de infra-estrutura do tipo PPP (Parceria Público Privada) submetidos a níveis elevados de incerteza da demanda. Observa-se que grande parte destes projetos não oferece uma relação risco-retorno-liquidez adequada para atração de capital privado. Por este motivo, os governos frequentemente precisam intervir na estrutura econômico-financeira do projeto de forma a oferecer modelos de concessão atraentes para o investidor privado. Nesta busca pelo modelo de concessão adequado, um aspecto fundamental está relacionado à alocação de riscos e responsabilidades. Para que esta alocação seja realizada de forma ótima, é necessário utilizar a metodologia adequada de valoração dos diferentes tipos de garantias que podem ser oferecidos pelo Estado. Assim, o objetivo central deste trabalho é aplicar a metodologia adequada para quantificar o impacto de tais garantias na atratividade de projetos do gênero para investidores privados. A partir da aplicação de diferentes modelos de garantias ao caso do TAV (Trem de Alta Velocidade) planejado para operar no corredor entre Rio de Janeiro e São Paulo, o trabalho mostra como a valoração correta de garantias governamentais é fundamental para viabilizar projetos de infra-estrutura através de financiamento privado mantendo níveis adequados de comprometimento estatal. Os resultados encontrados mostram que a aplicação de um modelo híbrido, que ofereça garantias de tráfego mínimo combinadas a garantias do tipo LPVR (Least Present Value Revenue), seria uma alternativa eficaz para viabilizar o projeto estudado. Outro resultado importante deste trabalho está relacionado às premissas de cada modelo. Uma análise de sensibilidade dos principais parâmetros de entrada dos modelos aplicados mostra que dois parâmetros merecem atenção especial no caso estudado: o custo de capital próprio considerado para desenho econômico-financeiro do projeto e o nível de tráfego projetado para o início da concessão. Por fim, este trabalho sugere a aplicação dos modelos aqui aplicados no mesmo projeto (TAV), mas



levando em consideração o atraso ocorrido no processo de concessão e, conseqüentemente, o novo nível de demanda inicial esperada. Vale ressaltar que os modelos aplicados neste trabalho podem ser adaptados para aplicação em outros projetos de infra-estrutura, tanto no setor de transporte como em outros setores para os quais se planeja financiamento através do modelo de PPP – infra-estrutura aeroportuária, infra-estrutura esportiva etc.

MASSOTTI, Marcia Bertuol. **Uso de Opções Reais para precificação das garantias de contratos: o caso expresso aeroporto.** 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) - Faculdades de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Fernando Nascimento de Oliveira. **Resumo:** O investimento em infra-estrutura no Brasil é fator fundamental para a manutenção do crescimento econômico do país. Porém, esses investimentos possuem elevados riscos regulatórios, macroeconômicos e de mercado, prejudicando o interesse de novos investidores. Como forma de mitigar os riscos existentes, o governo propôs para o projeto de trem de alta velocidade Expresso Aeroporto a concessão de garantias para estimular a participação do setor privado no investimento. A teoria das opções reais será utilizada como método para precificação dessas garantias, já que inclui em sua metodologia a possibilidade de incertezas e flexibilidades gerenciais. A avaliação do projeto por opções reais seguirá quatro passos: o cálculo do valor presente do projeto, através da metodologia tradicional do fluxo de caixa descontado, o uso da simulação de Monte Carlo para determinação da volatilidade do projeto, a construção da árvore de eventos através do modelo binomial e a incorporação das flexibilidades gerenciais para a definição da árvore de decisão. O resultado obtido para o valor presente líquido expandido do projeto, considerando as opções reais, foi de R\$ 449.047 mil, um aumento de 131% em relação ao valor presente tradicional. Palavras-Chave: Opções reais, análise de investimentos, flexibilidade gerencial, infra-estruturadora, Expresso Aeroporto.

MATHIAS, Cristiane Maria Vigo. **Determinação do valor de uma concessão de geração hidráulica utilizando a Teoria das Opções Reais.** 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** O estudo desenvolvido nesta dissertação propõe uma metodologia para a avaliação de projetos de geração de energia sob condições de incerteza. A teoria das opções é utilizada para avaliar um ativo real (projeto de geração de energia) e para estabelecer as condições ótimas de proceder o investimento em tal projeto. O problema de precificar um projeto de geração de energia pode ser entendido como o de avaliar uma concessão ou contrato de risco. O arrendatário ou dono da concessão tem por um período de tempo finito os direitos de exploração e precisa conhecer o valor que pode obter através do exercício de seus direitos. Além de quantificar o projeto a cada instante, o arrendatário necessita saber qual o melhor momento para exercer o seu direito de investir no projeto. Inicialmente, a formulação matemática do problema foi feita através da análise de ativos contingenciais, formando-se portfólios livre de risco e empregando argumentos de inexistência de arbitragem, onde foi assumido que a variação aleatória do preço da energia seguiria um Movimento Geométrico Browniano. Entretanto ainda na primeira aplicação, obteve-se como solução uma equação diferencial parcial (EDP) que não possuía solução analítica. A medida que o modelo fosse incorporando as particularidades do setor energético, as EDPs tenderiam a se tornar mais complexas o que exigiria um avançado conhecimento de cálculo numérico e programação de computadores. Assim em um segundo momento, esta dissertação utilizou a Programação Dinâmica em tempo discreto para formular matematicamente o problema, uma vez que esta abordagem é mais intuitiva, simples e flexível no tratamento do exercício antecipado e outras decisões intermediárias, tornando mais evidente a relação entre as características de um problema de decisão de investimento e as características do método matemático. Com o objetivo de ilustrar a aplicação da Programação Dinâmica foi desenvolvido um programa em Visual Basic for Applications no Microsoft Excel®, através do qual é possível realizar simulações de cenários e avaliar o impacto no preço da concessão.

MATSUMURA, Emílio Hiroshi. **Ensaio sobre liberalização, regulação e investimento em sistemas hidrotérmicos.** 2003. 135 f. Tese (Doutorado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Humberto Luiz Ataíde Moreira. **Resumo:** A dissertação é composta por 3 ensaios nos quais analisam-se os efeitos econômicos da liberalização e regulação de sistemas hidrotérmicos. No primeiro ensaio, um dos principais problemas de mercados de eletricidade liberalizados é tratado: o poder de mercado dos geradores. Analisa-se a eficácia de 2 medidas comumente propostas para sistemas com predominância de termelétricas (incentivos a contratação de longo prazo e redução da concentração horizontal) em um sistema hidrotérmico e mostra-se que diferentes resultados podem ser obtidos. No segundo ensaio, consideram-se os incentivos ao investimento em capacidade de geração no sistema hidrelétrico brasileiro. A entrada futura de capacidade é uma das principais variáveis no despacho centralizado. Quando o investimento é privado, a entrada efetiva de nova capacidade pode ser consideravelmente diferente daquela utilizada no despacho ótimo. Modelos anteriores de opções reais incorporam a decisão estratégica dos

investidores em seus modelos, porém não consideram que essa decisão acaba afetando o armazenamento ótimo de água nas hidrelétricas. Essa variável, por sua vez, é fundamental na determinação da evolução da rentabilidade futura de novos projetos o que acaba afetando novamente a decisão de investimento. No terceiro ensaio, discutem-se as experiências de reestruturação dos mercados de eletricidade do Brasil e da Califórnia. Apesar de diferentes objetivos e diferentes estruturas iniciais de mercado, ambos empreenderam a reforma dos seus respectivos setores elétricos baseados amplamente no mesmo modelo de separação vertical em voga nos anos noventa. Coincidentemente, alguns anos depois, ambos enfrentavam sérias crises. Desconsideração de aspectos relevantes na liberalização de mercados e incentivos de regulação inadequados podem ter exacerbado ao invés de atenuado os efeitos deletérios da crise tanto no Brasil quanto na Califórnia. A principal lição das duas experiências reside no reconhecimento de que a liberalização dos mercados elétricos deve ser feita com muito cuidado e com especial atenção ao efeito da nova estrutura na alocação de equilíbrio durante situações extremas de mercado. Palavras-chave: Regulação, Liberalização de Mercados de Energia Elétrica, Poder de Mercado, Investimento, Sistemas Hidrotérmicos.

**MAZZILLO JÚNIOR, José Ângelo. Teoria das Opções e sua aplicação projetos de investimentos irreversíveis.** 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** O objetivo desta dissertação é apresentar os conceitos básicos que vêm sendo utilizados precificação de opções, e em seguida, demonstrar algebricamente como tais princípios foram utilizados na derivação da equação diferencial de quatro vêm sendo utilizados nos artigos que visam o desenvolvimento de modelos para metodologias importantes, desenvolvidas por: Robert C. Merton no artigo "Theory of Rational Option Pricing"; Fischer Black e Myron Scholes no artigo "The Pricing of Options and Corporate Liabilities"; Robert S. Pindyck, no artigo "Investments of Uncertain Cost"; David C. Shimko, em sua publicação "Finance in Continuous Time".

**MEDEIROS, Priscilla Yung. Aplicação de Opções Reais no mercado imobiliário residencial com enfoque na cidade do Rio de Janeiro.** 2001. 121 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001. Orientador: Humberto Luiz Ataíde Moreira. Coorientador: Franklin de Oliveira Gonçalves. **Resumo:** Devido à crescente utilização de fontes alternativas de energia, as do tipo renováveis têm se mostrado cada vez mais atraentes e viáveis. O etanol, oriundo da cana-de-açúcar, é considerado um combustível promissor e uma alternativa menos poluente que o petróleo nos dias de hoje. Além disso, o volume de produção de etanol no Brasil também tem crescido de forma consistente. Tendo em vista aos fatores supracitados, o estudo de quando a indústria maximiza lucros com a produção de etanol ou açúcar se faz importante. A escolha do modelo estocástico pode influenciar de forma determinante o valor da opção real avaliada. Sendo assim, na presente dissertação propõe-se modelar opções de conversão de acordo com o Movimento de Reversão à Média com saltos de Poisson. Será analisado o caso açúcar/etanol, ou melhor, quando será mais eficiente produzir açúcar (commodity alimentícia) ou etanol (commodity energética). Foi escolhido o Movimento de Reversão à Média com saltos de Poisson, pois apesar de os preços de commodities serem relativamente bem modelados pelo Movimento de Reversão à Média, o etanol e o açúcar sofrem variações bruscas em intervalos curtos de tempo. Essas variações se devem a agentes externos, tais como preço de petróleo e ações governamentais. Dependendo dos preços relativos de etanol e açúcar, há a possibilidade de alteração do mix de produção através da opção de conversão. Através da modelagem de opções citadas, e utilizando a simulação de Monte Carlo, esta dissertação determina o valor das opções disponíveis à indústria. Palavras-Chave: Opções Reais; Processos Estocásticos; Commodity; Reversão à Média com Saltos de Poisson; Simulação de Monte Carlo; Etanol; Açúcar

**MEIRELLES, Jorge Luis Faria, A Teoria de Opções Reais como instrumento de avaliação de projetos de Investimentos.** 2004, 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto. **Resumo:** O objetivo geral do presente trabalho foi identificar e caracterizar os aspectos financeiros do processo de implementação de inovações tecnológicas na indústria brasileira, no período 1998-2005. Em tal processo foram analisados o financiamento e os mecanismos financeiros de incentivo governamental para a realização de investimentos em atividades inovativas na indústria brasileira. Os dados utilizados foram obtidos em fontes secundárias, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) e Oficina Estatística da União Européia (EUROSTAT). Especificamente sobre inovação tecnológica na indústria brasileira, foram utilizados os dados da Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica (PINTEC), do IBGE. Tais dados foram comparados com os resultados da quarta versão da Community Innovation Survey (CIS IV), da EUROSTAT. Há, na indústria brasileira, uma larga predominância das inovações que correspondem a aprimoramento de produtos e ou

processos já existentes na empresa, ou de inovações para a própria empresa, mas já existentes no setor, no Brasil. O investimento nacional em P&D é relativamente baixo e a execução de P&D está associada mais ao governo. O setor empresarial executa cerca de 40% da P&D no Brasil. Na indústria brasileira, cerca de metade dos recursos investidos em atividades inovativas é destinada à aquisição de máquinas e equipamentos para inovar. Em segundo lugar aparecem os investimentos em atividades internas de P&D e em terceiro lugar as atividades de projeto industrial. Dentre as diferentes fontes de financiamento para inovação, o percentual de recursos próprios utilizados no financiamento das atividades inovativas é maior, principalmente no caso das atividades de P&D, em comparação com o financiamento dos investimentos em geral. Com relação aos recursos de terceiros, o percentual de utilização de recursos privados é maior no caso do financiamento das demais atividades inovativas, quando comparado com o percentual de recursos privados no financiamento da P&D, ainda que o percentual de recursos públicos seja maior que o de linhas de mercado, tanto no financiamento da P&D como das demais atividades inovativas. As possibilidades de utilização de linhas de financiamento de mercado para financiamento da P&D são reduzidas, por conta do risco elevado de tais atividades. A possibilidade de utilização de financiamento público para as atividades inovativas, principalmente a P&D, torna-se particularmente importante. As empresas maiores, com 500 ou mais pessoas ocupadas, têm melhor acesso aos recursos públicos, quando a base de comparação utilizada é o percentual de empresas que receberam financiamento público para realização de P&D e de aquisição de máquinas e equipamentos para inovar. O percentual de empresas inovadoras que utilizaram incentivos fiscais à P&D também apresentou grande disparidade entre as empresas maiores (com 500 ou mais pessoas ocupadas) e as menores. Essa disparidade é consequência das características dos benefícios previstos pela legislação. Palavras-Chave: Inovação tecnológica na indústria brasileira: investimento, financiamento e incentivo governamental

MELIN, Bruno Batista. **Análise das Opções Reais de um empreendimento de mineração utilizando simulação de Monte Carlo**. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008. Orientador: Antônio Sérgio de Souza. **Resumo:** Empreendimentos de mineração envolvem investimento de grande montante de capital e estão sujeitos a um nível elevado de incerteza, principalmente relativa a preços dos metais e à taxa de câmbio. Neste contexto, a análise tradicional de Fluxo de Caixa Descontado tende a subestimar o valor do projeto. A Análise de Opções Reais surge como uma técnica mais adequada de avaliação, por incorporar o valor da flexibilidade gerencial em condições de incerteza ao valor do empreendimento. Este estudo avalia a exploração de uma reserva de zinco e cobre para venda do concentrado desses metais sob a ótica de Opções Reais. O modelo desenvolvido considera duas opções européias: abandono e expansão. O método numérico utilizado é a simulação de Monte Carlo. São criadas e comparadas três alternativas de tratamento da incerteza: modelagem do preço do zinco como um Movimento Browniano Geométrico; modelagem do preço do zinco como um Processo de Reversão à Média; e modelagem do preço de cada metal da reserva como um Processo de Reversão à Média, além da modelagem da taxa de câmbio como um Movimento Browniano Geométrico. O valor obtido a partir da Análise de Opções Reais é comparado com o gerado por meio da análise de Fluxo de Caixa Descontado, indicando o valor agregado pela flexibilidade gerencial. Demonstra-se que a Análise de Opções Reais, por considerar o valor das ações contingenciais existentes em um projeto, pode levar a decisões diferentes das propostas pelas técnicas tradicionais, além de fornecer *insights* sobre a estratégia de implantação do projeto. Palavras - chave: opções reais, simulação de Monte Carlo, avaliação de investimentos, mineração.

MENDES, Rafael Machado. **Opções Reais em project finance: uma aplicação na indústria petrolífera**. 2012. 233 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 233 f. Orientador: Carlos Patrício Samanez. **Resumo:** As estruturas do tipo *Project Finance*, cada vez mais, vêm sendo utilizadas para o financiamento de projetos de investimento, principalmente, quando se trata de obras infraestruturais. Para tanto, uma grande estruturação jurídica é utilizada de forma a garantir uma adequada alocação de riscos às partes interessadas do projeto. Esta gestão de riscos do projeto é de fundamental importância para garantir a viabilidade financeira e sucesso de um financiamento estruturado, como o *Project Finance*. Agora, analisando o projeto, sob o ponto de vista econômico, uma nova abordagem de avaliação de projetos de investimentos vem ganhando força nas empresas e na academia. Trata-se da teoria de Opções Reais que busca valorar e mensurar flexibilidades gerenciais que venham a acontecer durante o ciclo de vida de um projeto de investimento. Essa ótica pode tornar viáveis, economicamente, projetos antes inviáveis, sob a perspectiva tradicionalmente estática da teoria clássica de análise de investimentos. No contexto de *Project Finance*, podem ser consideradas como opções reais, cláusulas contratuais (por determinadas garantias de serviço), o abandono de um projeto durante sua execução, dentre outras. Nesse sentido, este trabalho apresenta a modelagem de um caso fictício de construção de um gasoduto, analisando o projeto, sob a perspectiva com e sem opções. Para tanto, foram utilizados os métodos analítico e de Simulação de Monte Carlo. Palavras-chave: Opções Reais; *Project Finance*; Investimento sob incerteza; Indústria de Petróleo e Gás; Gasoduto;

Infraestrutura; Garantia por demanda mínima.

MIRANDA FILHO, Jacques. **Investimento em distribuição utilizando Opções Reais**. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2005. Orientador: José Wanderley Marangon Lima. **Resumo:** A metodologia de Opções Reais vem ganhando aceitação na análise de investimentos, incorporando novas informações no processo de tomada de decisão. Este trabalho apresenta os conceitos, possibilidades, limitações e práticas desta metodologia, mostrando o estado da arte de sua aplicação em várias áreas da indústria e comércio. A análise de investimento com opções reais torna-se mais rica, visto que além de considerar a aleatoriedade das variáveis, incorpora as mudanças possíveis na direção do investimento. Este trabalho buscou avaliar a aplicação da metodologia de Opções Reais na análise econômica de investimentos de expansão dos sistemas elétricos de distribuição. A introdução do pensamento de Opções no planejamento da expansão de sistemas elétricos de distribuição vem de encontro à necessidade dos executivos de uma ferramenta que lhes permita considerar cientificamente as opções de adiamento, expansão, abandono e contração de investimentos propostos como alternativas de atendimento ao mercado consumidor de energia elétrica. Intuitivamente, essas opções sempre estiveram presentes na gestão dos recursos do setor elétrico. Uma aplicação da metodologia em um caso real de planejamento de expansão do sistema de distribuição da ESCELSA é apresentada incluindo uma análise dos resultados, conclusões e recomendações. A apresentação desses resultados atua como ponte entre a metodologia tradicional e as Opções Reais; a primeira até então realizada com enfoque determinístico, e a segunda com enfoque probabilístico, em que o investimento deixa de ser pensado como uma obrigação, e torna-se uma opção. Este trabalho mostra em detalhes a metodologia de análise econômica tradicional, sua aplicação e os critérios de decisão de investimentos. De modo a mostrar as diferenças entre o planejado e o realizado em termos econômicos, são apresentados os resultados econômicos de investimentos em 3 subestações de distribuição da ESCELSA, verificados 5 anos após sua entrada em operação. Como resultado deste trabalho, conclui-se que a análise de Opções Reais pode ser uma alternativa viável para análise econômica de investimentos de expansão do sistema elétrico brasileiro, à vista das incertezas e possíveis flexibilidades gerenciais que envolvem tanto o mercado de energia elétrica como os processos de expansão dos sistemas elétricos de distribuição.

MONTEIRO, Regina Caspari. **Contribuições da abordagem de avaliação de Opções Reais em ambientes econômicos de grande volatilidade**: uma ênfase no cenário latino-americano. 2003. 200 f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Alexandre Assaf Neto. **Resumo:** Em finanças corporativas e em análises tradicionais de projetos, os modelos de fluxo de caixa descontado têm prevalecido como a estrutura básica para a grande maioria das análises de geração de valor para as empresas. A evolução da teoria de precificação de opções, contudo, adicionou às teorias e práticas usuais de finanças um novo conjunto de ferramentas necessárias para gerenciar e explorar o valor advindo da incerteza e da volatilidade, que ampliam os parâmetros da geração de valor ao acrescentarem os conceitos da flexibilidade gerencial. Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou pesquisar e apresentar a metodologia de avaliação de investimentos em ativos reais com base na teoria de precificação de opções ("opções reais"), suas características, limitações e aplicações em ambientes empresariais caracterizados pela alta volatilidade econômica. Neste sentido, a pesquisa inicia-se com a revisão bibliográfica das diversas teorias utilizadas para a avaliação de projetos de investimento, visando apresentá-las desde sua forma mais básica até os principais métodos mais sofisticados e recentes, cujo escopo incorpora conceitos como o valor do dinheiro no tempo e risco. Finalmente, a título de se demonstrar a aplicabilidade dos métodos apresentados, um exercício teórico simulando um caso real é desenvolvido, levando em consideração um ambiente considerado de grande volatilidade, analisando-se as oportunidades que a metodologia de opções reais pode proporcionar. Como resultado desse trabalho, conclui-se que a análise de opções reais pode ser uma alternativa viável e preferencial às metodologias tradicionais, quando inserida num ambiente de grandes incertezas e flexibilidade gerencial, tal como o ambiente geral que caracteriza a América Latina.

MORAES, Marcelo Miller Brant. **Uma aplicação da Teoria de Opções Reais para avaliação de um projeto de investimento do setor de biotecnologia**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissionalizante Em Administração) - Faculdade de Ciências Humanas de Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo. 2006. Orientador: Haroldo Guimarães Brasil. **Resumo:** A globalização e os crescentes processos de inovações tecnológicas trouxeram muito dinamismo ao meio empresarial. Em um ambiente repleto de incertezas e extremamente competitivo, torna-se imperativo para as empresas de biotecnologia avaliar e definir corretamente os projetos nos quais investirão hoje e pelos quais garantirão sua sobrevivência e vantagens competitivas futuras perante os seus concorrentes. O maior ativo dessa categoria de empresas é o capital intelectual ou capital intangível. Em sua fase inicial de vida, para crescerem e desenvolverem, elas demandam um capital de característica permanente, ou

seja, de longo prazo. Nesse momento de seu ciclo, o *venture capital* ou capital de risco se lhes apresenta fundamental como alternativa de financiamento. O investidor de risco torna-se sócio ou mesmo acionista minoritário do negócio e, para tal, a sua decisão de investimento deve levar em consideração as incertezas, volatilidade e flexibilidades gerenciais presentes no negócio candidato a investimento. Entretanto, a principal técnica quantitativa tradicional de avaliação de projetos, o método do fluxo de caixa descontado (FCD), tem se mostrado inadequada para gerir projetos num ambiente incerto e não considera adequadamente as flexibilidades gerenciais contidas nesses projetos. Oriunda de uma analogia com as opções financeiras, surge a teoria das opções reais (TOR) como uma maneira inovadora de se avaliarem ativos reais, visando a suprir as deficiências apresentadas pelo FCD. O objetivo deste trabalho é aplicar e verificar a eficácia da teoria das opções reais na análise da viabilidade financeira de um projeto de investimento do setor de biotecnologia, considerando-se a opção de expansão embutida no projeto. Nesta aplicação, foi utilizado o modelo binomial para a precificação da opção. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos pelo método do fluxo de caixa descontado. Concluiu-se que a teoria das opções reais é eficaz em capturar o valor da flexibilidade gerencial, elevando o valor do projeto em estudo. Palavras chave: Flexibilidade gerencial. Teoria das opções reais. Investimentos sob incertezas. Capital de risco. Biotecnologia.

MOREIRA, Aquiles Poletti. **Parametrização ótima de garantia governamental em projetos de infraestrutura**. 2010. 186 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Nas últimas décadas a participação do capital privado em projetos de infraestrutura tem aumentado. Por outro lado, considerando os elevados riscos de alguns destes empreendimentos, pode haver necessidade do governo estabelecer mecanismos de incentivo para reduzir estes riscos para continuar atraindo o investidor privado. Uma destas alternativas é a Garantia Limitada de Receita Mínima. Nesta modalidade, é garantida ao investidor uma receita mínima do projeto limitado a um teto pré-fixado chamado de nível de CAP, o que reduz o risco do governo. Este trabalho propõe uma metodologia que permite ao governo definir os parâmetros ótimos para precificar a Garantia de Receita Mínima com CAP de forma a alcançar os objetivos de atrair a iniciativa privada e minimizar o custo e o risco esperados pelo governo. Para determinar o interesse do investidor privado foi adotada a métrica do nível de risco do projeto, obtido da distribuição de probabilidade do VPL, e o risco do governo, a medida de performance Ômega, obtida da distribuição de probabilidade da garantia, usando-se a metodologia das opções reais. Para determinar os parâmetros ótimos foi utilizado método numérico, dado que uma solução analítica é inviável dada a complexidade do problema. Como resultado secundário, demonstrou-se que quando o governo analisa a garantia em um contexto de carteira de projetos, o risco do governo reduz-se devido ao efeito da diversificação. Palavras-chave Projetos de infraestrutura; avaliação de projetos; opções reais; medida de performance ômega; garantia de receita mínima.

MOSCATELLI, Ana Druck. **Design de um framework para Opções Reais com instância para avaliação de projetos utilizando opções de pausa, abandono e de troca por uma nova tecnologia**. 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2000. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Essa dissertação de mestrado apresenta um estudo na Teoria de Opções Reais, um assunto ainda não muito conhecido da análise de projetos industriais, mas que vem sendo considerado como de extrema importância para a valoração e seleção de novos projetos. Esta teoria trata da incerteza, da flexibilidade e da capacidade do gerente em tomar decisões em projetos. No mundo atual, as interações competitivas e avanços tecnológicos ocorrem de forma acelerada. Companhias precisam ser flexíveis e reagir rapidamente a mudanças para evitar por em risco suas posições no mercado. A utilização de técnicas de análise tradicionais, que desconsideram a ação gerencial, tem levado grandes companhias a perder sua posição competitiva. O desenvolvimento da Teoria de Opções Reais em análise de projetos é, portanto, de grande importância na implantação de inovações. O objetivo desta dissertação é, com o estudo aprofundado do tema proposto, desenvolver um modelo abstrato (framework) a partir do qual é possível construir sistemas gerenciais que utilizem opções reais como ferramenta de análise. A partir desse modelo será desenvolvido um protótipo capaz de analisar opções reais de parada temporária (pausa), de abandono e de troca por uma nova tecnologia. Esse protótipo poderá determinar o valor de um projeto flexível (i.e.que permite mudanças ao longo de seu desenvolvimento) e o valor quantitativo da opção, ou seja, da ação gerencial.

MOSZKOWICZ, Viktor Nigri. **Validação do critério de avaliação de projetos utilizando a Teoria das Opções Reais**: E & P de campos de petróleo nacionais, supondo preços como movimento geométrico browniano. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Jose Paulo Teixeira. **Resumo:** As vantagens de incluir a flexibilidade gerencial e a analogia às opções financeiras nos critérios de avaliação de projetos têm sido alvo de

discussões teóricas no ramo das finanças. Diversos autores criticam os métodos de análise de investimentos utilizados correntemente, que têm como principal representante o fluxo de caixa descontado (FCD), apoiando-se na noção de que os gerentes ao tomarem decisões devem utilizar técnicas que reflitam as flexibilidades disponíveis. Nesse sentido, a presente dissertação tem por finalidade validar as vantagens sugeridas na utilização da teoria de Opções Reais através de um *back-testing*, que tem como objeto campos de petróleo com características representativas da indústria petrolífera brasileira. Estes testes serão realizados para o período de 1970 a 1990, sendo contemplada a incerteza econômica e excluindo-se as incertezas técnicas. O modelo desenvolvido em Excel e VBA (*Visual Basic for Applications*) para decisões de investimento considera as opções de espera de até dois anos e de escolha entre três intensidades de produção. O Movimento Geométrico Browniano foi assumido como o processo estocástico para representar a evolução dos preços reais do petróleo em dólares americanos ao longo do tempo, e sua volatilidade foi variada a título de análise de sensibilidade. Por fim, cabe ressaltar que os resultados obtidos não devem ser aceitos como definitivos, e sim como base de futuros trabalhos na linha de estudos empíricos para verificar e validar as vantagens teóricas das Opções Reais em relação aos demais critérios utilizados na prática. Palavras-chave: Análise de investimentos, avaliação de projetos, opções reais, campos de petróleo, *back-testing*, movimento geométrico Browniano, investimento sob incerteza.

MOURA, Cláudio Octávio de. **A quantificação do valor:** um confronto da metodologia tradicional com a metodologia das opções reais: o caso da privatização no Brasil. 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** O Brasil passa por um período de mudança na forma de pensamento para o Estado, onde se propõe a redução do mesmo na participação da economia. Para tanto vem ocorrendo um processo contínuo de privatizações das empresas em que o governo detém o controle. Sendo assim, é um momento em que surgem grandes oportunidades de investimentos. São várias as privatizações que estão acontecendo e com isso há a necessidade de se estipular o valor dessas empresas. Diante disso, serviços de consultoria são prestados para a obtenção desse valor sendo assim um serviço crucial neste novo cenário. Como essas privatizações envolvem diversas empresas, é extremamente importante a metodologia empregada para se obter uma correta avaliação. Com base no exposto acima esta dissertação de mestrado visa mostrar essas formas de avaliação de ativos (no caso avaliação das empresas), na realidade demonstrando o processo que é utilizado (Método tradicional do Fluxo de Caixa Descontado) e questionando a extensão desse método e os seus limites através do Método das Opções Reais que acredito ser mais consistente. O trabalho apresenta um exemplo concreto, onde foi utilizado o método tradicional para se achar o valor da empresa, que foi o da privatização da LIGHT ocorrido em Maio de 1996, podendo assim verificar o emprego desse modelo e criticá-lo utilizando o método das opções reais, sendo este um modelo mais recente e que leva em consideração as possibilidades de gerenciamento, sendo ainda pouco utilizado devido ao difícil manuseio matemático que é necessário para sua aplicação, mas onde procuraremos trabalhar da maneira mais simples possível. Em resumo nossa análise e crítica têm como cerne o valor na privatização da Light.

NARDELLI, Paula Moreira. **Análise de um projeto agroindustrial utilizando a Teoria de Opções Reais.** 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia em Negócios – Administração) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Marcelo Álvaro da Silva Macedo. **Resumo:** O objetivo geral desta dissertação consiste em analisar a viabilidade econômico-financeira de um projeto agroindustrial, através da Teoria de Opções Reais (TOR). Fez-se uma revisão sobre os métodos tradicionais de avaliação de projetos; sobre os problemas, restrições e limitações ao seu uso; e sobre a Teoria de Opções Reais, seus principais usos, conceitos, e sua habilidade em quantificar a flexibilidade presente nos projetos de investimento, que a tem tornado uma alternativa no processo de análise de investimentos. As instituições usam, em geral, métodos tradicionais de análise de projetos (VPL e TIR). A eficiência desses métodos vem sendo fortemente questionada, a sua aplicação pode induzir a decisões de investimentos equivocadas. A razão é que eles ignoram duas características importantes dessas decisões: *a)* a irreversibilidade e *b)* a possibilidade de adiamento da decisão de investir. Essas características, juntamente com a incerteza sobre o futuro, fazem com que a oportunidade de investimento seja análoga a uma opção financeira. Uma empresa com uma oportunidade de investimento irreversível assume uma opção, ou seja, tem o direito - mas não a obrigação - de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Com o intuito de aplicar estes conceitos, será realizado um estudo de caso, que consiste em um projeto agroindustrial de processamento de frutas, no qual se pretende produzir sucos, polpas, geleias, doces e frutas desidratadas. A avaliação pretende demonstrar o valor das flexibilidades operacionais que esse projeto apresenta, como adiar a implementação do projeto. Essas flexibilidades serão avaliadas com a utilização da teoria das Opções Reais em tempo discreto. Para isso, adotou-se a metodologia proposta por Copeland & Antikarov (2001), a qual adiciona à avaliação tradicional de Fluxo de Caixa Descontado as Opções Reais que o projeto possui. O resultado obtido para o valor presente

líquido expandido do projeto, considerando as opções reais, no quarto ano, foi de R\$ 891.877 mil, um aumento de 207% em relação ao valor presente tradicional. Palavras-Chave: Opções Reais, Agronegócio, Viabilidade Econômico-Financeira, Projetos de Investimento.

NASCIMENTO, André Fichel. **Avaliação de investimentos em tecnologia da informação:** uma perspectiva de Opções Reais. 2005. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** Com o crescimento da participação da indústria tecnológica na economia global durante a última década, a avaliação de investimentos em tecnologia de informação, ou TI, vem merecendo cada vez mais atenção por profissionais e estudiosos de finanças. No entanto, devido às características dinâmicas e incertas dos projetos de TI, as ferramentas tradicionais de orçamentação de capital não são adequadas para avaliar este tipo de investimento. Por outro lado, a aplicação do método das opções reais permite uma forma de se quantificar a geração de valor em investimentos com características semelhantes aos investimentos em TI. Este estudo visa justamente aplicar a teoria das opções reais na avaliação de investimentos em tecnologia da informação. Para isso, relacionam-se dois dos principais modelos de avaliação de investimentos em tecnologia da informação, baseados em opções reais. Os modelos adotados levam em conta as incertezas nos custos e nos benefícios do projeto, além da possibilidade da ocorrência de um evento catastrófico, que proporcionaria o fim do projeto. No presente trabalho, avalia-se a decisão de investimento tanto para projetos de pesquisa e desenvolvimento quanto para projetos de aquisição e desenvolvimento de ativos de TI. Uma atenção especial foi dada à solução numérica dos modelos. Métodos numéricos baseados em simulação de Monte Carlo foram analisados e utilizados para resolver os exemplos. Palavras-chave: Avaliação de Projetos; Opções Reais; Simulação de Monte Carlo; Regressão dos Mínimos Quadrados; Tecnologia da Informação (TI).

NASCIMENTO, Carolina Caldas do. **O valor da opção do carro Flex por região geográfica do Brasil:** uma aplicação do TOR com MRM. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Orientador: Carlos Patrício Samarez; Coorientador: Marco Antônio Guimarães Dias. **Resumo:** A introdução do carro *Flex-fuel* no mercado brasileiro em 2003 mudou a forma de decisão do consumidor. Se antes era necessário escolher o combustível pelo tipo de veículo, movido somente a gasolina ou somente a álcool, hoje é possível escolher um tipo de carro com duas opções de combustível. O carro *Flex* funciona com gasolina, etanol ou qualquer mistura desses combustíveis em qualquer proporção. Essa flexibilidade gera uma vantagem econômica para o seu proprietário, mas qual o benefício financeiro de um carro *Flex-fuel* em comparação a um carro movido somente à gasolina? Geograficamente, onde se localiza o proprietário que se beneficia mais dessa flexibilidade? Este estudo aplica a Teoria de Opções Reais na análise do valor da opção do carro *Flex* para as cinco regiões geográficas do Brasil: Nordeste, Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. São atendidas tanto as diferenças de preços regionais quanto a preferência de automóvel do consumidor dessas regiões. Para esse propósito, são considerados que os preços históricos dos combustíveis são estocásticos e seguem o Movimento de Reversão à Média Aritmético. A previsão dos preços e o valor da opção são gerados através da Simulação de Monte Carlo. Os resultados indicam que a opção de escolher o combustível mais barato no abastecimento adiciona considerável valor para o proprietário do carro *Flex* em todas as regiões e modelos de carro considerados, sendo a região Sudeste a mais beneficiada pela opção *Flex*. Palavras-chave: Opções Reais; Processos Estocásticos; Carro *Flex-fuel*; Reversão à Média; Simulação de Monte Carlo; Etanol.

NASCIMENTO, Wallace José Damasceno do. **Conversão de termelétricas para bi-combustível em ambiente de incerteza:** uma abordagem por opções reais. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Reinaldo Castro Souza; Co-orientados: Marco Antonio Guimarães Dias. **Resumo:** No Brasil, apesar da predominância da participação de usinas hidrelétricas no parque gerador, há alguns anos, devido ao Programa Prioritário de Termelétricidade (PPT), foram implantadas diversas centrais termelétricas movidas a Gás Natural. Muitas são as incertezas apresentadas aos agentes do Setor de Energia Elétrica no Brasil, e mais um risco tem ameaçado estas usinas: a oferta de Gás Natural. A conversão das usinas para bicomcombustível, possibilitando a utilização de Óleo Diesel como combustível alternativo, surgiu como opção para eliminar este risco. Face às diversas incertezas apresentadas, as técnicas tradicionais de análise econômico-financeira se mostram limitadas para avaliar este investimento e as flexibilidades operacionais, sendo proposto que estas avaliações sejam feitas a partir da Teoria de Opções Reais, que consegue tratar as incertezas e flexibilidades mais adequadamente. As opções operacionais (gerar com Gás Natural ou com Diesel) podem ser vistas como uma sequência de opções europeias de compra (*European call option*), considerando a conversão como uma opção de mudança de insumo (*switch-input Real Option*) oferecida ao agente proprietário da usina. O objetivo maior deste trabalho é valorar esta opção para uma

térmica instalada no subsistema Sudeste do Brasil, indicando, para cada caso, o prêmio que o agente estaria disposto a pagar pela tecnologia de conversão. Como métodos de avaliação são utilizados Simulações de Monte Carlo, a partir do modelo proposto de remuneração da usina, com as variáveis e incertezas associadas: níveis de despacho e contratação, preço do contrato e preço *spot* da energia elétrica, considerando que os custos variáveis unitários de geração (custos dos combustíveis) futuros seguem um processo estocástico de Movimento Geométrico Browniano (MGB), além da possível penalidade paga pela usina a ANEEL no caso de ser chamada a despacho pelo ONS e não gerar por falta de combustível. Por fim, algumas análises de sensibilidade são apresentadas. Palavras-chave: Engenharia Elétrica, Geração Termelétrica, Bicomcombustível, Investimento sob Incerteza, Opções Reais, Simulação de Monte Carlo.

NOVELLO, Luis Felipe. **A utilização de cenário e de métodos flexíveis como alternativa para o estabelecimento do valor de empresas em ambientes incertos:** o caso de empresas de mercados emergentes e de projetos de longa maturação. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005. Orientador: Oscar Claudino Galli. **Resumo:** O estudo aqui apresentado aborda um assunto que tem emergido em importância na última década: a valoração de empresas, em razão da ampliação das relações globais entre os países e entre suas próprias organizações, na busca por novos mercados, que conjugados a uma política de redução do tamanho do estado, através da implementação de programas de privatização, de fusão, de aquisição e de incorporação forçaram o surgimento de novos estudos nesse campo do conhecimento, para tornar possível a operacionalização dessas ações. A proeminência do estudo, no entanto, centra-se na revisão teórica e na aplicação em um caso prático de modelos tradicionais de análise e avaliação, como os modelos de fluxo de caixa descontado (DCF), comparando-os com os resultados obtidos através da aplicação de modelos mais complexos que consigam melhor captar o valor da flexibilidade inerentes à avaliação, em empresas de mercados emergentes e em projetos de longa maturação, onde a incerteza constitui-se em variável importante no processo de avaliação, como é o caso dos modelos baseados em árvores de decisão ou de opções reais. A empresa escolhida foi a Aracruz Celulose S/A, que, por suas características, enquadrou-se dentro dos objetivos propostos por este estudo. O desenrolar do trabalho conduzirá à conclusão de que os valores empresariais encontrados não podem ser tidos como determinísticos ou incontestáveis, uma vez que os processos avaliativos por mais complexa que seja sua estruturação são baseados em estimativas, fazendo com que seus resultados delas sejam decorrentes. Assim, os ruídos existentes nos processos de avaliação de maneira geral estão em maior grau relacionados com às próprias perspectivas de desempenho futuro da empresa avaliada do que efetivamente à qualidade do modelo que se está utilizando. Palavras-chave: Valoração de Empresas, Modelos de Fluxo de Caixa Descontado, Modelos de Árvores de Decisão, Opções Reais e Valor de Mercado.

OLIVEIRA, André Teixeira de Miranda. **Garantias governamentais em projetos de PPP:** uma aplicação do modelo LPVR ao caso da BR-116/324. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** A partir da década de 90 houve um aumento da participação do setor privado em projetos de infraestrutura no Brasil. Esta participação deu-se principalmente por meio de concessões tradicionais regidas pela Lei das Concessões. Contudo, para tornar economicamente viáveis projetos de baixa atratividade para o setor privado devido ao seu alto risco, o governo brasileiro passou a analisar formas de redução destes riscos, como as Parcerias Público-Privadas (PPPs), incluindo a flexibilização do prazo de concessão, garantias de tráfego, de risco cambial ou até mesmo garantias de financiamento. Neste trabalho é utilizado o modelo LPVR (Menor Valor Presente das Receitas) de prazo de concessão variável aliado a uma garantia de tráfego mínimo para a avaliação do caso do projeto da rodovia BR-116/324 através da metodologia das Opções Reais. Os resultados indicam que o uso deste modelo permite uma redução dos riscos tanto para o Governo, pela limitação de ganhos excessivos da concessionária, quanto para o investidor privado, pela flexibilidade do prazo e garantia de tráfego concedida. Concluímos que o modelo LPVR associado a uma garantia de tráfego mínimo de 80% aumenta em média o VPL do projeto em mais de 60%. Embora esta garantia represente um custo adicional para o Governo, ela é compensada pelo aumento da atratividade do investimento para o setor privado. Palavras-chave: Opções Reais; Parceria Público Privada; Concessão Rodoviária; LPVR; Garantias Governamentais.

OLIVEIRA, Carlos Alberto Pereira de. **Avaliação e gerência de jazidas de petróleo:** uma abordagem pela Teoria das Opções. 1999. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Jazidas de petróleo costumam ser avaliadas, economicamente, pela técnica convencional de análise do fluxo de caixa descontado (Valor Presente Líquido), que, contudo, não consegue incorporar as diversas possibilidades estratégicas embutidas nos projetos de exploração e gerência dessas jazidas. Pode-se tratar tais possibilidades com o uso de árvores de decisão, mas o problema torna-se por demasiado complexo para ser equacionado e resolvido e, além



disso, a análise torna-se extremamente subjetiva. Um tratamento alternativo é dado, nesta dissertação, com base na metodologia desenvolvida pela Teoria das Opções. Assim, estende-se às jazidas de petróleo, os modelos elaborados por Brennan e Schwartz (1985) para tratar recursos naturais, onde se supõe que o preço do recurso varia estocasticamente segundo um processo de Gauss-Wiener. Tais modelos são simplificados nesta dissertação, ao introduzir-se a condição de que o valor da jazida é proporcional à sua reserva, e, dessa forma, são resolvidos analiticamente, em contraposição aos modelos propostos por Brennan e Schwartz (1985), que, necessariamente, devem ser resolvidos numericamente. Além do valor da jazida, determina-se os preços ótimos de gerenciamento da mesma; ou seja, os preços ótimos para abandono, fechamento, abertura e investimento em jazidas de petróleo, que são obtidos por resolução numérica de um sistema composto por equações não-lineares. A tarefa de cálculo desses preços e do valor da jazida é abreviada por meio de um programa computacional, que é desenvolvido em linguagem FORTRAN. A maior relevância do trabalho está na comparação dos resultados obtidos pela metodologia convencional e pelo modelo calcado na Teoria das Opções, concluindo-se pela supremacia desta última no processo de tomada de decisão ótima pelo gerente da jazida.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. **Ensaio em economia do crime: dissuasão, armas e carreira criminosa**. 2011. 86 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011. Orientador: Giacomo Balbinotto Netto. **Resumo:** Esta Tese é composta por dois ensaios, nos quais são apresentados modelos teóricos de Economia do Crime. O primeiro estuda o impacto de políticas de controle de armas sobre o crime através de um modelo teórico de crime e autodefesa com o uso de armas. As principais conclusões são que mudanças nos *payoffs* geram equilíbrios distintos, além disso, o controle de armas leva a uma redução nos crimes com armas e que estas políticas são mais eficientes quando afetam os custos tanto de criminosos quanto das vítimas. O segundo propõe um modelo dinâmico baseado em opções reais para avaliar a carreira criminosa. No modelo, os indivíduos podem escolher o melhor momento para se engajar no crime (atividade ilegal). Através da calibragem do modelo é possível observar que a opção por uma carreira criminosa depende de um retorno alto na atividade ilegal mesmo quando os indivíduos são neutros ao risco e possuem uma taxa de desconto intertemporal baixa. Palavras-Chave: Armas. Carreira. Crime. Opções Reais. Teoria dos Jogos.

OZORIO, Luiz de Magalhães. **Opções Reais na siderurgia: o caso brasileiro**. 2010. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** O presente trabalho analisa a aplicabilidade do método das opções reais na avaliação de projetos de investimento no setor siderúrgico e compara os resultados obtidos com os métodos tradicionais de avaliação de projetos. Por ser o aço uma *commodity* de grande oscilação nos preços e variabilidade nas quantidades comercializadas, os retornos dos projetos siderúrgicos são voláteis. A presença das incertezas citadas, combinadas ao conjunto de flexibilidades gerenciais existentes nos processos produtivos de aço, gera ambiente propício ao surgimento de valiosas opções reais, que – por ser assim – podem alterar significativamente o valor dos projetos e a tomada de decisão de investimentos na siderurgia. Além de contemplar o reconhecimento das principais opções reais existentes na siderurgia e prescrever métodos para avaliá-las, o trabalho analisa os modelos estocásticos que demonstram a melhor adequação ao comportamento dos preços do aço, ao levar em consideração a disponibilidade de dados empíricos existentes no mercado. Como aplicações das metodologias discutidas no decorrer da tese são apresentadas avaliações de dois tipos distintos de opções em reais em projetos siderúrgicos – parada temporária em fornos elétricos e troca de produto em siderúrgicas integradas – utilizando 3 tipos distintos de processos estocásticos: MGB, MRM e MRM com Tendência. Os resultados obtidos demonstraram que as flexibilidades gerenciais avaliadas podem agregar significativamente o valor criado em projetos siderúrgicos, sendo possível também observar a importância da escolha do processo estocástico tanto no valor do projeto como também no valor da opção. Palavras-chave: Opções Reais, Processos Estocásticos, Reversão à Média, Método Binomial, Simulação de Monte Carlo, Preço do Aço, Indústria Siderúrgica.

PADILHA, Eduardo Rossiti. **A avaliação da implantação de unidades de redes varejistas: um estudo de Opções Reais**. 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Orientador: Roy Martelanc. **Resumo:** Este trabalho tem por objetivo definir características de novos empreendimentos varejistas que possam ser avaliados segundo o modelo de opções reais. Esta avaliação levou em conta o grau de maturação da empresa e o grau de maturação do mercado, no qual o varejo será inserido, e as características dos investimentos iniciais realizados.

PAGANELLA, Ibanês. **Utilização da metodologia de Opções Reais para projetos de investimento em instituição de ensino superior privado no Brasil**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado

Profissionalizante em Administração) - Faculdade de Estudos Administrativos. Belo Horizonte. 2007. Orientador: José Antonio de Sousa Neto. **Resumo:** Este trabalho buscou verificar a aplicabilidade do método de opções reais como ferramenta eficaz de auxílio ao modelo de análise de investimentos tradicional em Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, na perspectiva de melhorias das tomadas de decisões. Na presente investigação, as pesquisas utilizadas quanto aos fins foram a aplicada e a metodológica; e quanto aos meios, o estudo de caso e *ex post facto*, cuja análise dos dados foi a quantitativa. O universo constituiu-se do fluxo de caixa, relatórios gerenciais e contábeis consolidados de todos os cursos de uma IES dos períodos de 2005 a 2006, selecionados de maneira intencional. Como ferramenta auxiliar, foi utilizado o *software* @Risk® com o objetivo de encontrar a volatilidade do valor presente líquido, bem como o seu valor mais provável, por meio da técnica de “Simulação de Monte Carlo”, mostrando os possíveis resultados na mensuração do risco. Para coletar dados essenciais à pesquisa, foram levantadas informações com base no fluxo de caixa utilizado, como controle, na gestão diária da empresa, contendo como estrutura principal: receita bruta, impostos diretos, receita líquida e todos os custos contidos no fluxo de caixa e relatórios gerenciais e contábeis da instituição. Com o intuito de fazer uma simulação, foram consideradas também as seguintes variáveis, de acordo com as metas apresentadas pelos gestores, para o modelo proposto: provisão de devedores duvidosos, custo de pessoal, aluguel e marketing da IES. Como resultado deste trabalho, concluiu-se que a teoria das opções reais atende as necessidades das IES e pode ser aplicada na prática, uma vez que se trata de um modelo flexível e um indicador estratégico. Com base na análise dos dados, verificou-se que a árvore binomial de opções reais de venda pode ser utilizada como um indicador na tomada de decisão de abandono do projeto no *timing* mais oportuno para os acionistas ou gestores. Palavras-chave: Opções Reais; Análise de Investimento; Tomada de Decisão; Opção de Abandono.

PAULA, Luiz Carlos de. **Análise do processo de aquisição uma empresa do segmento de autopeças segundo os modelos de fluxos de caixa descontados e de Opções Reais.** 2007. 88. Dissertação (Mestre em Administração) - Universidade FUMEC. Belo Horizonte. Orientador: Jersone Tasso Moreira Silva. **Resumo:** Muitos projetos de investimento apresentam como características relevantes: a incerteza quanto aos ganhos futuros, a irreversibilidade do investimento e a flexibilidade gerencial, no que diz respeito à liberdade de decisão no tempo. Estudos demonstram que estas características não são tratadas pelos métodos tradicionais de planejamento e avaliação de investimento, e para suprir as limitações destes métodos, uma alternativa que vem ganhando destaque é a Teoria de Opções Reais, cuja aplicação vem sendo estudada com foco em investimentos que requerem elevados montantes de capital, tais como: mineração, exploração de petróleo e geração de energia. Esta alternativa também pode beneficiar os projetos de investimentos de Micro e Pequenas Empresas, contanto que sejam levadas em consideração as suas restrições, sobretudo, em relação ao montante de capital disponível. Este trabalho tem por objetivo propor um método de planejamento e avaliação de investimento, com a aplicação conjunta da Teoria das Restrições – TOC – e da Teoria das Opções Reais – TOR – no processo de tomada de decisão de investimento em empresas de pequeno porte dos setores de comércio e serviços. A metodologia consiste numa pesquisa exploratória e no desenvolvimento de um Estudo de Caso Único, que enfocou a aplicação do método proposto no planejamento financeiro antes da abertura de um empreendimento voltado para a comercialização de produtos e serviços destinados a animais de estimação. O estudo de caso validou as hipóteses e atestou a eficácia do método proposto, pois além de viabilizar um nível de Fluxo de Caixa Livre próximo ao dos métodos tradicionais, o método proposto viabilizou ainda: a otimização do uso da capacidade produtiva e dos recursos financeiros disponíveis; a identificação e a opção de menor risco, e a maximização do retorno sobre o Investimento.

PENEDO, Gilberto Máster. **Avaliação da flexibilidade de escolha dos insumos de produção do biodiesel através da Teoria de Opções Reais.** 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** A crescente preocupação ambiental e dependência energética de combustíveis fósseis têm aumentado a importância do desenvolvimento de combustíveis renováveis e menos poluentes. Dentro deste cenário, o Biodiesel é uma alternativa que apresenta diversas vantagens em relação ao diesel fóssil, ou Petrodiesel, além de possuir propriedades físicas semelhantes. Neste trabalho mensurou-se o valor que advém da flexibilidade existente para o produtor de Biodiesel da escolha do insumo utilizado na sua produção através da Teoria de Opções Reais. Os resultados encontrados indicam que essa opção de escolha de insumos tem valor quando se assume que os preços futuros destes insumos seguem processos estocásticos como o Movimento de Reversão à Média e o Movimento Geométrico Browniano, o que pode ser suficiente para viabilizar o uso de insumos que não seriam recomendados pela análise tradicional. Como esses processos estocásticos geram diferentes resultados, a seleção do modelo e dos parâmetros utilizados são fatores importantes na valoração desta classe de projetos. Palavras - chave: Biodiesel; Opções Reais; Simulação de Monte Carlo; Modelo de Reversão à Média; Movimento Geométrico Browniano.

PEREIRA NETO, Péricles da Silva. **Modelos de precificação de opções para decisões de investimentos em ativos reais:** opções reais. 2000. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000. Orientador: Israel Brunstein. **Resumo:** Entre os mais significativos desenvolvimentos de aplicações do e.e. A. Contingent Claims Analysis - está em sua aplicação na área de análise de decisões de investimento de capital e estratégia corporativa. as chamadas opções reais. Este trabalho tem por objetivo demonstrar que os modelos de precificação para opções reais traduzem numa alternativa viável para resolver o problema apresentado pelos métodos convencionais na avaliação de projetos em quantificar a flexibilidade do projeto, as decisões estratégicas e riscos envolvidos. Abordaremos o assunto através de uma revisão da literatura vigente, pela qual mostraremos o estado de arte do mesmo. Inicialmente, uma introdução, com uma abordagem histórica, no qual mostraremos a evolução da teoria acadêmica no contexto das inovações financeiras. Depois colocaremos o problema no qual defrontam aqueles que tomam decisão com os métodos adotados, a partir do DCF - Discounted Cash Flow (fluxo de caixa descontado). Daí, partiremos para uma revisão conceitual da teoria das opções financeiras, seus modelos de avaliação como: o modelo de Black-Scholes, o modelo binomial, a abordagem de Merton e os modelos numéricos. Numa segunda parte, trataremos das opções reais: traçaremos os possíveis modelos de precificação de opções reais, através da abordagem que damos às opções financeiras, como alternativa ou complemento à teoria da decisão e a inclusão de exemplos. Finalmente, as conclusões apontando as vantagens desta abordagem.

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

PEREIRA, Renata Pedreira. **Avaliação de Projeto de Biocombustível com Flexibilidade Operacional por Opções Reais.** 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Fernando Nascimento de Oliveira. **Resumo:** A Argentina, que possui um relevante papel no mercado internacional da soja, avança rapidamente para se tornar um importante país no mercado global de biodiesel. O potencial de exportação é grande, impulsionado pelas metas de introdução dos biocombustíveis na matriz energética de transportes dos países desenvolvidos. O objetivo deste trabalho é avaliar uma planta integrada de 100.000 t/ano de biodiesel no porto de Rosario na Argentina pelo método tradicional de fluxo de caixa descontado e através de técnica de opções reais. O Modelo Geral de Flexibilidade Operacional sem Custos de Trocas, que se utiliza do conceito de árvores binomiais, comprova que a flexibilidade na escolha entre diferentes insumos de processo (etanol ou metanol) tem valor estratégico. Os resultados encontrados demonstraram que investir na solução tecnológica flexível incrementa o valor total do projeto, justificando assim o investimento superior em tal unidade. Palavras Chave: Opções Reais, Biocombustíveis, Planta de Biodiesel, Árvore Binomial, Modelo Geral de Flexibilidade Operacional sem Custos de Troca.

PESSOA, Gerisval Alves. **Avaliação de projetos de mineração utilizando a Teoria das Opções Reais em tempo discreto:** um estudo de caso em mineração de ferro. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Antonio de Araújo Freitas Júnior. **Resumo:** Estudo da teoria das opções reais que incorpora à avaliação de projetos de investimentos, as opções de crescimento e as flexibilidades gerenciais que surgem devido às incertezas existentes no ambiente no qual as empresas operam. Aborda os métodos tradicionais de avaliação de investimentos baseados no fluxo de caixa

descontado (FCD), destaca as suas vantagens e limitações; a teoria das opções reais mostrando suas vantagens em relação aos métodos tradicionais; e um estudo de caso. Tem como objetivo principal apresentar que a teoria das opções reais é viável e complementar aos métodos tradicionais de avaliação de investimentos na indústria de mineração de ferro, com a abordagem da avaliação em tempo discreto. Este método permite especificar o problema de análise e resolvê-lo com o uso de programa de *software* de análise de decisão disponível no mercado de forma mais simples e mais intuitivo que os métodos tradicionais de avaliação de opções reais e permite maior flexibilidade na modelagem do problema de avaliação. A modelagem das opções reais do projeto baseia-se no uso de árvore de decisão binomial para modelar o processo estocástico. A avaliação é realizada em quatro passos de acordo com a metodologia proposta por Copeland e Antikarov (2001) e Brandão e Dyer (2005): modelagem do ativo básico, ou seja, cálculo do valor presente líquido sem flexibilidade; criação do modelo binomial utilizando o *software* computacional para modelar o ativo básico, computando as probabilidades neutras a risco; modelagem das opções reais no projeto; e resolução da árvore binomial, ou seja, análise das opções reais. Os resultados apresentados demonstram que é possível implementar a abordagem da avaliação de opções reais em projetos de investimentos na indústria de mineração de ferro. Palavras-Chaves: 1. Avaliação de projetos. 2. Opções reais. 3. Mineração. 4. Flexibilidade gerencial.

PESSOA, Priscilla Figueirêdo Polari. **Opções de conversão com movimento de reversão à média com saltos de Poisson; o caso do setor sucroalcooleiro.** 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011. Orientador: Carlos Patrício Samanez. **Resumo:** Devido à crescente utilização de fontes alternativas de energia, as do tipo renováveis têm se mostrado cada vez mais atraentes e viáveis. O etanol, oriundo da cana-de-açúcar, é considerado um combustível promissor e uma alternativa menos poluente que o petróleo nos dias de hoje. Além disso, o volume de produção de etanol no Brasil também tem crescido de forma consistente. Tendo em vista aos fatores supracitados, o estudo de quando a indústria maximiza lucros com a produção de etanol ou açúcar se faz importante. A escolha do modelo estocástico pode influenciar de forma determinante o valor da opção real avaliada. Sendo assim, na presente dissertação propõe-se modelar opções de conversão de acordo com o Movimento de Reversão à Média com saltos de Poisson. Será analisado o caso açúcar/etanol, ou melhor, quando será mais eficiente produzir açúcar (commodity alimentícia) ou etanol (commodity energética). Foi escolhido o Movimento de Reversão à Média com saltos de Poisson, pois apesar de os preços de commodities serem relativamente bem modelados pelo Movimento de Reversão à Média, o etanol e o açúcar sofrem variações bruscas em intervalos curtos de tempo. Essas variações se devem a agentes externos, tais como preço de petróleo e ações governamentais. Dependendo dos preços relativos de etanol e açúcar, há a possibilidade de alteração do mix de produção através da opção de conversão. Através da modelagem de opções citadas, e utilizando a simulação de Monte Carlo, esta dissertação determina o valor das opções disponíveis à indústria. Palavras-Chave: Opções Reais; Processos Estocásticos; Commodity; Reversão à Média com Saltos de Poisson; Simulação de Monte Carlo; Etanol; Açúcar

PORTUGAL, André Luiz de. **Aplicação da Teoria das Opções Reais na avaliação de uma usina hidrelétrica.** 2007. 135 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** O significativo potencial hídrico do Brasil tem gerado interesse para investimentos no setor de geração de energia hidrelétrica. No entanto, os métodos de avaliação financeira tradicionalmente utilizados como o Fluxo de Caixa Descontado (FCD) não incorporam as opções que os investidores possuem para gerenciar suas decisões de investimento de capital, e, em consequência, o valor do ativo é por vezes subavaliado. Nessa dissertação, avaliamos, por meio da utilização da Metodologia das Opções Reais, a viabilidade financeira de um projeto de uma usina hidrelétrica cuja capacidade de geração pode ser expandida ao longo do prazo da concessão. Para tanto, foram consideradas as incertezas relacionadas ao preço da energia, à vazão de águas na região do projeto, ao fator de perda na geração, aos indicadores macroeconômicos TJLP e IGP-M, além da possibilidade do investimento ser adiado para uma data futura. Assumindo que o preço *spot* de energia segue um processo de reversão à sua média histórica de longo prazo, o valor das flexibilidades analisadas não é significativo. No entanto, a análise de sensibilidade envolvendo as variáveis “volatilidade” e “investimento para expansão” revelou que o valor do projeto aumenta de R\$ 1,449 milhões para aproximadamente R\$ 1,650 milhões. Dado o alto grau de incerteza associado à oferta futura de energia elétrica no Brasil, concluímos que a Metodologia das Opções Reais oferece uma melhor estimativa do real valor de um projeto de investimento flexível, devido à existência desta incerteza nos parâmetros utilizados no modelo. Palavras-chave: Avaliação de Investimentos; Opções Reais; Incertezas; Flexibilidade Gerencial; Geração de Energia.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. **Benefícios governamentais e investimentos no setor de petróleo: uma abordagem com base em Opções Reais.** 2004. 151 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São

Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: Paulo Picchetti. **Resumo:** Esta tese tem como objetivo estudar os efeitos dos benefícios governamentais nos investimentos em petróleo e gás no Brasil, sob a abordagem da teoria das opções reais, a qual encara o investimento como uma *call* cujo ativo subjacente é o valor do projeto e cujo preço de exercício são os gastos no investimento. A vantagem desta abordagem é a avaliação do impacto de diversas flexibilidades operacionais, que assumem a forma de opções, sobre a decisão de investir. Tais flexibilidades são ignoradas em uma análise tradicional de valor presente líquido, podendo conduzir a uma sub-avaliação da jazida de petróleo e a decisões errôneas de investimento. Após uma análise quantitativa da série de preço internacional do petróleo, conclui-se que o Movimento Browniano Geométrico representa uma aproximação aceitável para representar a evolução do valor do barril, uma das variáveis de estado da qual o valor das reservas depende. Assume-se, também, que o valor da reserva depende do custo marginal de extração, o qual é crescente à medida que a jazida se esgota - uma propriedade peculiar aos recursos não renováveis conhecida como Efeito Jevons. Sob tais hipóteses, procura-se analisar como os *royalties* e as participações especiais no Brasil afetam a razão preço-custo que torna o agente indiferente entre investir ou não no desenvolvimento de um campo de petróleo ou gás, no contexto do término da fase de exploração e início da fase de desenvolvimento.

POSTERNAK, Dan. **Interferência da expressão analítica de uma fronteira de investimento ótimo para um ativo que segue o processo de reversão à média por programação genética.** 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica.) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Marco Aurélio C. Pacheco. **Resumo:** Esta Pesquisa tem por objetivo utilizar a Regressão Simbólica por Programação Genética para encontrar uma equação analítica para a fronteira de exercício ótima (ou curva de gatilho) de uma opção sobre um ativo do qual o preço tem um comportamento simulado pelo processo estocástico conhecido como processo de reversão à média (PRM). Para o cálculo do valor de uma opção desde de sua aquisição até sua maturação, normalmente faz-se o uso do cálculo da fronteira de exercício ótimo. Esta curva separa ao longo do tempo a decisão de exercer ou não a opção. Sabendo-se que já existem soluções analíticas para calcular a fronteira de exercício ótimo quando o preço do ativo segue um Movimento Geométrico Browniano, e que tal solução genérica ainda não foi encontrada para o PRM, neste trabalho, foi proposto o uso da Programação Genética (PG) para encontrar tal solução analítica. A Programação Genética utilizou um conjunto de amostras de curvas de exercício ótimo parametrizadas segundo a variação da volatilidade e da taxa de juros livre de risco, para encontrar uma função analítica para a fronteira de exercício ótima, obtendo-se resultados satisfatórios. Palavras-chave: Computação Evolucionária; Programação Genética; Regressão Simbólica; Opções Financeiras; Opções Reais; Reversão à Média.

PUCCINI, Adriana Cirne. **Aplicativos gerenciais utilizados em orçamento de capitais baseados na teoria de Opções Reais:** os casos das opções de esperar para investir e de expandir um projeto. 1997. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1997. Orientador: José Paulo Teixeira.

RAMOS, Sérgio Henrique Paiva de Souza. **Entrando em um novo mercado:** uma abordagem baseada em Opções Reais e na Teoria dos Jogos. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Finanças e Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2007. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** O trabalho tem como objetivo criar um modelo de avaliação de investimentos para a entrada em um novo mercado que possua duas características fundamentais: que considere a possibilidade de aumentar ou reduzir o projeto ao longo da sua implementação e que incorpore a decisão estratégica através da modelagem de um cenário competitivo, onde os concorrentes reagem à ameaça de um novo participante. Para ressaltarmos as vantagens dessa nova abordagem de avaliação de investimentos, os modelos tradicionais mais utilizados são analisados brevemente, ressaltando os seus pontos fortes e fracos. Em seguida, explicamos como o modelo de avaliação por opções reais consegue aprimorar avaliação através da análise dos cenários possíveis e das flexibilidades envolvidas. Com a teoria dos jogos, mostramos como a interação de participantes de um mercado pode ser sistematizada e analisada de maneira formal. O modelo é então demonstrado passo-a-passo, mostrando como devemos tratar os jogos estratégicos em um ambiente de duopólio, determinar o preço de equilíbrio do mercado, o lucro esperado para os participantes, o valor do investimento e criar a árvore binomial que determinará o valor final do processo de avaliação. Através da análise da árvore binomial resultante, é possível também verificar qual foi o tipo de estratégia dominante, seja o investimento simultâneo caracterizando um equilíbrio de Bertrand ou um movimento sequencial, resultando em um equilíbrio de Stackelberg. Por fim, a estratégia de investimento escolhida é associada a alternativas de entrada no mercado, onde podemos comprar a empresa de um concorrente já estabelecido ou construir o novo negócio desde o começo. Ao final do trabalho, com base no modelo proposto, é apresentado um estudo de caso, onde é feita uma análise de entrada de uma nova empresa em um mercado com concorrentes bem estabelecidos, que poderia indicar pela construção e estabelecimento no mercado desde o

início ou pela compra de um concorrente já estabelecido. Para esse estudo foi escolhida a companhia aérea Gol Linhas Aéreas como novo entrante no mercado doméstico de transporte aéreo de passageiros. Palavras-chave: avaliação de investimentos, opções reais, teoria dos jogos, Gol Linhas Áreas.

RAPHAEL, Rafael Alcides. **Uma Aplicação da Teoria de Opções Reais na Avaliação Econômico-Financeira de Projetos e Análise das Flexibilidades Operacionais na Indústria de Alumínio**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. Coorientador: Carlos de Lamare Bastian Pinto. **Resumo:** A grande competitividade do mercado mundial de commodities faz com que as indústrias busquem soluções que lhes permitam gerar maior rentabilidade em suas operações. Esse processo intensifica a busca por otimizações de operação e processos produtivos mais eficientes, incluindo alternativas competitivas de fontes de insumos. Nesse contexto a flexibilidade gerencial pode atuar como um importante fator no aumento do valor de projetos industriais, através da possibilidade de proporcionar redução de custos operacionais através da flexibilização do processo produtivo. No caso da indústria de alumínio, onde há presença de volatilidade no custo de seus insumos, principalmente da energia elétrica, além da volatilidade do próprio alumínio, a possibilidade de alternância na estrutura da cadeia produtiva pode trazer janelas de oportunidades para redução de custos a partir da flexibilização do processo produtivo. Essa flexibilidade de alternar a origem do metal que é introduzido na fundição gera uma opção ao gestor que poderá utilizar o alumínio proveniente das salas de redução eletrolítica, cujo custo de produção é altamente influenciado pelo custo da energia elétrica, ou alternativamente, utilizar lingotes de alumínio comprados no mercado. A decisão de exercício da opção ocorrerá em função destas alternativas de modelo operacional, tendo em vista a variância no preço de seus insumos. Essa dissertação propõe a utilização da Teoria de Opções Reais para avaliar as opções de alternância existentes entre as fases de redução e fundição do alumínio, utilizando um caso de uma empresa brasileira no setor de alumínio, a Valesul. Os resultados indicam que essa metodologia é capaz de valorar ganhos econômicos não contemplados pelos tradicionais métodos de avaliação, indicando a influência positiva da flexibilidade gerencial na eficiência operacional e aumento da competitividade destas indústrias. Palavras-chave: Opções reais; avaliação de projetos; flexibilidade gerencial; indústria de alumínio; preços de commodities; energia elétrica; Smelter.

REBELLO, Alexandre Peixoto. **Uma aplicação da Teoria de Opções Reais em tempo discreto no varejo**. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** As grandes redes varejistas brasileiras vêm passando por um momento de forte expansão geográfica, que tem por objetivo aumentar o valor das empresas através de ganhos de escala e aumento do poder de negociação frente aos fornecedores. A entrada em um novo mercado geográfico, no entanto, apresenta inúmeras incertezas que podem afetar a rentabilidade destas novas lojas. O método tradicional de avaliação pelo fluxo de caixa descontado usualmente utilizado para a abertura de novas lojas, não considera que a abertura de uma primeira loja traz novas informações de mercado que permitem ao investidor otimizar a sua estratégia de penetração neste mercado. Essa dissertação propõe a utilização da Teoria de Opções Reais para avaliar o projeto de expansão de uma rede de varejo para uma nova cidade, através da valoração das flexibilidades gerenciais de expansão e abandono disponíveis para a empresa. O modelo proposto, ao incorporar o valor da operação de uma segunda loja no caso de exercício da opção de expansão, aumenta o valor total do projeto quando comparado ao valor presente líquido calculado pelo método do Fluxo de Caixa Descontado, onde a decisão definitiva seria abrir apenas uma loja. A Teoria de Opções Reais mostrou-se superior na avaliação do projeto, pois o valor do projeto calculado pelo método do Fluxo de Caixa Descontado está subestimado ao não considerar as flexibilidades existentes no projeto. Palavras-chave: Finanças; Opções Reais; Análise de Projetos; Flexibilidade Gerencial; Análise de Decisões.

REZENDE FILHO, Mauro. **Um modelo de opções reais para avaliação de investimento em navios petroleiros**. 2006. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Floriano Carlos Martins Pires Junior. **Resumo:** Em finanças corporativas e em análises tradicionais de projetos, os modelos de fluxo de caixa descontado têm prevalecido como a estrutura básica para a grande maioria das análises de geração de valor para as empresas. A evolução da teoria de precificação de opções, contudo, adicionou às teorias e práticas usuais de finanças um novo conjunto de ferramentas necessárias para gerenciar e explorar o valor advindo da incerteza e da volatilidade, que ampliam os parâmetros da geração de valor ao acrescentarem os conceitos da flexibilidade gerencial. Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou pesquisar e apresentar a metodologia de avaliação de investimentos em ativos reais

com base na teoria de precificação de opções (opções reais), suas características, limitações e aplicações em ambientes empresariais caracterizados pela alta volatilidade econômica. Como resultado desse trabalho, conclui-se que a análise de opções reais pode ser uma alternativa viável e preferencial às metodologias tradicionais, quando inserida num ambiente de grandes incertezas e flexibilidade gerencial, tal como o ambiente geral que caracteriza o mercado brasileiro.

RIBEIRO, Fernando Souza de Moura. **Avaliação de projetos de incorporação imobiliária sob incerteza: uma abordagem por Opções Reais.** 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto. **Resumo:** Determinar a viabilidade e a prioridade de investimentos potenciais é um passo crítico para a tomada de decisões no âmbito empresarial. O método mais difundido e aceito mundialmente para análise de projetos é o Fluxo de Caixa Descontado (FCD), onde o valor do projeto é determinado pelo Valor Presente Líquido (VPL). No entanto, o FCD não reflete o valor da ação gerencial, maximizadora de resultados, assumindo implicitamente que a firma detém passivamente seus ativos reais (projetos). Sendo este método, portanto, muito limitado para tratar de incertezas e flexibilidades e levando frequentemente a decisões equivocadas. Considerado por muitos renomados autores um novo paradigma na avaliação de investimentos, a Teoria de Opções Reais (TOR) veio complementar a teoria do FCD, exercendo um papel de ponte entre a intuição estratégica e o rigor analítico. Este trabalho tem por objetivo não somente apresentar algumas das várias flexibilidades existentes em projetos de incorporação imobiliária, como também mostrar como calcular seu valor de forma simples, intuitiva e adequada aos principais problemas de investimento enfrentados por empresas incorporadoras no seu dia a dia. A abordagem de avaliação de investimentos utilizando a TOR possibilita o entendimento das flexibilidades e incertezas inerentes ao processo de incorporação, auxiliando na elaboração de contratos com terceiros e provendo preciosos insights sobre negócios e investimentos estratégicos cada vez mais importantes devido ao acelerado ritmo de mudança econômica. Palavras-chave: Opções Reais; Flexibilidade; Incerteza; Risco; Incorporação; Imobiliário; Construção; Avaliação; Árvore Binomial; Projeto.

ROCHA, André Barreira da Silva. **Avaliação de linha aérea como uma opção real:** prosseguir, expandir, contrair ou abandonar? 2003. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto. **Resumo:** Os modelos de Black & Scholes e binomial para avaliação de opções financeiras dão como resultado prêmios cujo valor aumenta proporcionalmente ao aumento da incerteza do retorno dos ativos subjacentes às opções, medida pelo desvio-padrão. Também na avaliação de empresas, a teoria das opções financeiras pode ser estendida para avaliar as mesmas como opções reais. Este método é adequado quando se analisam ativos de empresas sujeitos a fortes incertezas, situação na qual a flexibilidade das opções adiciona valor considerável aos ativos físicos. Seguindo esta ótica, a pesquisa analisou uma linha aérea internacional de uma empresa de transporte aéreo regular de passageiros. A análise é adequada na medida em que a indústria do transporte aéreo, atualmente em crise, está sujeita a fortes incertezas de receita de passageiros e também de custos como o de combustível. Pela análise por opções reais, a pesquisa demonstrou que a flexibilidade existente acerca das opções de aumentar, reduzir frequências nos vôos ou até mesmo abandonar as operações, aliada às incertezas de mercado, adiciona valor considerável aos ativos de uma empresa aérea. Assim, avaliar as mesmas apenas baseando-se no método ortodoxo do Valor Presente Líquido num cenário de crise como o atual, constitui-se numa análise incompleta. A pesquisa utilizou uma modelagem discreta no tempo e estado, com a combinação das incertezas de receita e combustível evoluindo segundo uma árvore quadrimomial. Palavras-chave: Administração; Opções Reais; Avaliação; Linha Aérea; Árvore Quadrimomial; Árvore Binomial; Opção de Expansão; Opção de Contração; Opção de Abandonar.

ROCHA, Kátia Maria Carlos. **Decisões de investimentos sequenciais em regime de incerteza.** 1996. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1996. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** A dissertação apresenta três ensaios econômicos onde a abordagem de opções reais faz-se mister seja na definição de políticas regulatórias, estratégias de investimentos ou apreçamento de risco soberano. O primeiro ensaio, toma como premissa a nova regulação orientada a custos da interconexão de redes de telecomunicações e propõe ajustes no cálculo da remuneração de capital da telefonia fixa local. O modelo proposto estabelece o *mark-up* sobre o custo médio ponderado do capital (WACC) a ser aplicado nos novos contratos de concessão, levando-se em conta a opção de acesso disponibilizada pela operadora de STFC aos entrantes. O ensaio inova ao incorporar ao modelo de opções o impacto de mudanças de paradigmas tecnológicos que ocasionam saltos negativos na demanda da concessionária. Os resultados apontam para robustez do *mark-up* em relação a alterações nos parâmetros básicos do modelo (tráfego fixo-fixo, fixo-móvel e choques negativos de demanda), e apontam para um *mark-up* inferior

a 1%. O segundo ensaio analisa estratégias de investimentos em incorporação imobiliária, setor que envolve baixa liquidez, lento *payback*, e apresenta diversas incertezas econômicas relacionadas à demanda de mercado, preço por metro quadrado e custo do terreno. O ensaio analisa estratégias de lançamentos simultâneos e sequenciais de empreendimentos imobiliários; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associado, porém, a uma maior incerteza nos resultados. O lançamento sequencial apresenta características semelhantes a opções reais por embutir uma série de oportunidades quanto à aquisição de informações, adiamento e abandono do projeto. Apresenta-se o estudo de caso de uma incorporação na cidade do Rio de Janeiro, identificando-se a estratégia ótima bem como o preço máximo a ser pago pelo terreno. O lançamento sequencial agrega valor adicional de 10% ao projeto além de diminuir a exposição ao risco do incorporador em mais de metade se comparado à metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado. Finalmente, o terceiro ensaio recai sobre risco soberano e propõe um modelo estrutural a partir da teoria de opções e ativos contingentes para analisar a estrutura a termo de quatro países emergentes (Brasil, México, Rússia e Turquia) que representaram, em média, 54 % do índice EMBIG do *JPMorgan* no período de 2000–2005. A taxa de câmbio real, modelada como um processo de difusão simples, é considerada como indicativa de *default*. O modelo calibrado indica que no período, o mercado sistematicamente sub-apreçou os títulos do Brasil em 100 pontos base na média, enquanto para México, Rússia e Turquia apreçou corretamente os spreads soberanos. O ensaio fornece ainda a probabilidade implícita de *default* do emissor, variável fundamental para o apreçamento dos derivativos de crédito, mercado que cresceu vertiginosamente após a crise da Ásia e Rússia, passando de US\$ 180 bilhões de dólares em 1996 para um valor esperado de US\$ 20 trilhões ao final de 2006. Este mercado é reconhecido como responsável por conter os efeitos contágios e manter a estabilidade no mercado financeiro em crises recentes como a da WorldCom, Parmalat, Enron entre outros. Palavras – chave: Opções Reais; Telefonia Fixa Brasileira; Tarifas de Interconexão; Incorporação Imobiliária; Gerenciamento de Risco; Mercados Emergentes; *Spreads* Soberanos; Probabilidade de *Default*.

ROCHMAN, Ricardo Ratner. **Modelo de maximização de valor em um ambiente de incertezas e restrições operacionais:** uma aplicação da Teoria das Restrições aliada a Teoria de Opções Reais. 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. Orientador: William Eid Jr. **Resumo:** o objetivo deste trabalho é propor um modelo de gestão de desempenho voltado para a criação de valor para atitudes de curto e longo prazo na empresa, em um ambiente com incertezas. Tal modelo está embasado por três teorias: criação de valor para o acionista, teoria das restrições e opções reais. Quanto ao horizonte de decisões, o emprego das teorias acima é dividido da seguinte forma no modelo de gestão: curto e longo prazo. Para a gestão de curto prazo, o modelo proposto associa e ajusta o conceito de criação de valor para o acionista, por meio da idéia de lucro econômico, à teoria das restrições. Como são as restrições que limitam a criação de valor, todas as decisões para gerar valor deveriam estar associadas às restrições do sistema. Por outro lado, a teoria das restrições não aborda a questão da remuneração mínima esperada pelos proprietários, o que é feito pelos modelos de gestão baseada em valor. Ao juntarmos e adaptarmos os dois conceitos teremos o maior valor possível para a empresa em curto prazo. O modelo lida com o longo prazo primeiramente pelo reconhecimento e tratamento das incertezas presentes no mercado e depois pela aplicação da gestão de curto prazo resumida anteriormente. Devido às flexibilidades exigidas pela teoria das restrições utilizamos a teoria de opções reais para avaliar tanto a empresa quanto as flexibilidades presentes e potenciais para antecipar decisões estratégicas de médio e longo prazo. A avaliação das flexibilidades permite tanto decidir se o investimento deve ou não ser realizado como determinar um valor máximo a ser pago em uma negociação para aquisição da flexibilidade. O uso de modelos de avaliação de opções reais - como o de árvore binomial - permite ao modelo de gestão proposto avaliar e visualizar as possíveis atitudes e decisões a serem tomadas no futuro assim que as incertezas forem resolvidas. Dessa forma, temos um modelo de gestão a ser aplicado em um ambiente com incertezas de mercado, que é voltado à criação de valor para o acionista – considerando que a empresa tem o desempenho limitado pela restrição do sistema - e avalia as flexibilidades presentes e potenciais, bem como o valor da empresa em médio e longo prazo. Por meio da agregação e adaptação das teorias das restrições, opções reais e criação de valor, o modelo proposto fornece os passos para maximizar o valor em curto e longo prazo no ambiente empresarial. Palavras-chave: opções reais, teoria das restrições, valor adicionado.

RODRIGUES, Pedro Henrique da Fonseca. **Aplicação da Teoria de Opções Reais na Avaliação de Empresas Start-ups:** um estudo de caso no setor de biotecnologia. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Vicente Antonio de Castro Ferreira. **Resumo:** O presente trabalho avalia uma empresa start-up de biotecnologia à luz da teoria de Opções Reais. O objetivo principal é averiguar uma melhor adequação deste modelo financeiro na avaliação de empresas inovadoras, sujeitas a grande risco, de forma a captar o valor das flexibilidades gerenciais presentes neste tipo de empreendimento. Com a finalidade de aplicar a metodologia proposta e verificar, na prática, a subavaliação provocada pelo método de Fluxo de Caixa Descontado ao desconsiderar o valor das opções de abandono foi



realizado um estudo de caso na empresa BioNatural, incubada no Pólo Bio Rio, localizado na Ilha do Fundão. Os resultados da avaliação financeira de um projeto de pesquisa específico, comparando-se ambas metodologias, indica uma subvalorização da ordem de 16%. Embora de caráter não conclusivo, o resultado sustenta a tese inicial de que a Teoria de Opções Reais seria mais adequada para avaliar empreendimentos sujeitos a extrema incerteza, captando um valor "oculto", não mensurado pelas técnicas tradicionais de avaliação de ativos.

RUFFEIL NETO, Simão Massud. **Avaliação da viabilidade econômica de investimentos em poços independentes de petróleo através da Teoria de Opções Reais.** 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Esta dissertação baseia-se na análise de alternativas de desenvolvimento de um campo de petróleo já descoberto mas ainda não desenvolvido. Existe então o interesse de avaliar uma alternativa de desenvolvimento da produção em que se embute uma flexibilidade de expandir a produção, a depender das condições de mercado e das informações técnicas geradas pela produção inicial do campo. O processo estocástico que foi usado para modelar a incerteza de mercado relativo ao preço do petróleo foi o Movimento Geométrico Browniano (MGB). No contexto descrito acima, se faz necessário a utilização da Teoria de Opções Reais, na avaliação de projetos através da possibilidade de se tomar decisões a qualquer momento fazendo-se uma melhor análise e certamente uma alternativa mais realista do valor de um projeto, avaliando, principalmente, as possibilidades futuras em termos de decisões como a expansão deste.

SALGADO, Marina Schuabb. **Avaliação do projeto de construção da linha 4 do metro de São Paulo pela metodologia de Opções Reais.** 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** Devido à escassez de recursos públicos nas últimas décadas, as Parcerias Público-Privadas têm sido cada vez mais utilizadas pelos governos como alternativa a investimentos de infraestrutura de grande porte. O setor de transporte abriga excelentes oportunidades para a aplicação de tal parceria, e a correta avaliação deste tipo de projeto é de grande interesse da sociedade como um todo. A Metodologia Tradicional avalia as Parcerias Público-Privadas desconsiderando as flexibilidades deste tipo de projeto. Nesta dissertação, propõe-se a avaliação por Opções Reais, como complementação a forma tradicional de análise, introduzindo risco, incertezas e flexibilidades ao modelo clássico, como a incerteza de tráfego e garantias contratuais. Este modelo é aplicado ao Edital de Concorrência Internacional nº. 42325212, referente à concessão patrocinada para a exploração e operação da Linha 4 do Metrô de São Paulo e compara-se a avaliação pelo método de Avaliação Tradicional com o método das Opções Reais. Os resultados indicam que a Metodologia Tradicional não consegue incorporar as flexibilidades do projeto, enquanto que, a Teoria das Opções Reais os incorpora, mostrando-se mais adequada para a avaliação de tal projeto. Palavras-chave: Parceria público-privada; avaliação de projetos; opções reais; método de avaliação tradicional.

SALLES, Andrea Peixoto. **Opções reais como um instrumento para o planejamento adaptativo: o caso Embraer.** 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Maria Ângela Campelo de Melo. Coorientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** O mercado de varejo no Brasil vem observando um grande crescimento do número de Shopping Centers no país desde a inauguração da primeira unidade na década de 60. Atualmente este tipo de empreendimento já responde por cerca de 18% do total das vendas no varejo. O projeto de construção de um Shopping Center envolve investimentos vultosos e certamente demanda uma análise criteriosa e precisa, para que não haja falhas. Tradicionalmente a análise deste tipo de investimento é realizada através do método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), no entanto, esta ferramenta não é capaz de avaliar as flexibilidades gerenciais, que no caso dos Shoppings podem ser relevantes e impactar no retorno esperado do investimento. Nesta dissertação avaliamos um investimento em Shopping Center através da Teoria Opções Reais contemplando a opção de expansão, de abandono e a de construção de um condomínio residencial anexo. Os resultados indicam que o retorno do *shopping* é cerca de 43% maior do que aquele calculado pelo FCD sem consideração destas opções. Palavras-chave: Opções reais; análise de projetos; investimentos imobiliários; flexibilidade gerencial; fluxo de caixa descontado.

SANTOS FILHO, Ailton Domingues dos, **Teoria das Opções Reais aplicada a projetos de investimento em prestação de serviços de tecnologia da informação.** 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2003. Orientado: Istvan Karoly Kasznar. **Resumo:** O objetivo desta tese é analisar a aplicação da Teoria das Opções Reais (TOR) como método para avaliação de projetos de investimentos em prestação de serviços de Tecnologia da Informação (TI), comparando seus conceitos e

características, com o método tradicional do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL). O estudo apresenta os conceitos básicos, e ilustra através de exemplo numérico, o método de avaliação da TOR aplicado a projetos de prestação de serviços de TI, analisando criticamente suas características, vantagens e limitações. Por meio desta tese, pretende-se mostrar que a Teoria das Opções Reais é uma alternativa mais adequada do que o método do VPL como método de avaliação de projetos de investimentos em serviços de Tecnologia da Informação, integrando estratégia e finanças, ao considerar as opções de flexibilidade operacionais - adiar, expandir, contrair, abandonar, etc. - e o posicionamento estratégico da empresa, ao longo da vida útil do projeto de investimento; opções estas, que não são devidamente tratadas pelo método tradicional do VPL.

SANTOS NETO, João Batista dos. **Decisão de investimento em empresa de pequeno porte de comércio e serviços:** uma abordagem probabilística com a Teoria das Restrições e a Teoria das Opções Reais. 2012. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2012. Orientador: Napoleão Verardi Galeale. **Resumo:** Muitos projetos de investimento apresentam como características relevantes: a incerteza quanto aos ganhos futuros, a irreversibilidade do investimento e a flexibilidade gerencial, no que diz respeito à liberdade de decisão no tempo. Estudos demonstram que estas características não são tratadas pelos métodos tradicionais de planejamento e avaliação de investimento, e para suprir as limitações destes métodos, uma alternativa que vem ganhando destaque é a Teoria de Opções Reais, cuja aplicação vem sendo estudada com foco em investimentos que requerem elevados montantes de capital, tais como: mineração, exploração de petróleo e geração de energia. Esta alternativa também pode beneficiar os projetos de investimentos de Micro e Pequenas Empresas, contanto que sejam levadas em consideração as suas restrições, sobretudo, em relação ao montante de capital disponível. Este trabalho tem por objetivo propor um método de planejamento e avaliação de investimento, com a aplicação conjunta da Teoria das Restrições – TOC – e da Teoria das Opções Reais – TOR – no processo de tomada de decisão de investimento em empresas de pequeno porte dos setores de comércio e serviços. A metodologia consiste numa pesquisa exploratória e no desenvolvimento de um Estudo de Caso Único, que enfocou a aplicação do método proposto no planejamento financeiro antes da abertura de um empreendimento voltado para a comercialização de produtos e serviços destinados a animais de estimação. O estudo de caso validou as hipóteses e atestou a eficácia do método proposto, pois além de viabilizar um nível de Fluxo de Caixa Livre próximo ao dos métodos tradicionais, o método proposto viabilizou ainda: a otimização do uso da capacidade produtiva e dos recursos financeiros disponíveis; a identificação e a opção de menor risco, e a maximização do retorno sobre o Investimento.

SANTOS, David Ferreira Lopes. **A Teoria das Opções Reais como instrumento de avaliação na análise de um processo de fusão / incorporação de empresas.** 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro. Orientador: Luis Perez Zotes. **Resumo:** Este trabalho tem por objetivo utilizar a Teoria das Opções Reais (TOR) num processo de fusão / incorporação de empresas. O trabalho voltou-se para as pequenas e médias empresas na cadeia de petróleo, especificamente na cidade de Macaé/RJ, buscando aplicar a teoria proposta na realização destes investimentos. Tal motivação reside na necessidade que tais empresas tem em competir num mercado cada vez mais competitivo e concentrado, onde a estratégia de incorporação e fusão não faz parte da cultura desse empresariado, sendo, no entanto, uma alternativa importante para o crescimento e sustentabilidade do empreendimento. Tendo em vista a escassez de capital no país e todos os problemas estruturais que impedem uma melhor competitividade das empresas nacionais no cenário global, decisões imprecisas na realização de investimentos podem trazer danos irreversíveis; portanto, as ferramentas que fundamentam esta tomada de decisão são cada vez mais importantes. Para demonstrar a eficiência do método, o trabalho apresenta o referencial teórico que sustenta a TOR, o processo de fusão e incorporação e suas implicações e por último um estudo de caso que encerra o problema, validando as hipóteses e atestando a eficácia da ferramenta quando comparada com a principal metodologia utilizada: o Fluxo de Caixa Descontado. Palavras - chave: Finanças; Fusão / Incorporação; Investimentos; Teoria das Opções Reais.

SANTOS, Elieber Mateus. **Um estudo sobre a Teoria de Opções Reais aplicada á análise de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D).** 2001. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2001. Orientador: Edson de Oliveira Pamplona. **Resumo:** O ambiente de extrema competição em que as empresas estão inseridas tem feito com que estas busquem rápida adaptação às mudanças, procurando investir em projetos que venham a criar opções para as corporações, ao invés de “matá-las”, tornando-as, desta forma, mais flexíveis. Neste contexto, o uso estático das técnicas tradicionais de avaliação de investimentos, principalmente o Fluxo de Caixa Descontado (FCD), tem sofrido duras críticas, uma vez que não têm sido capazes de captar o valor desta “flexibilidade administrativa”. Tal fato tem levado muitos práticos e acadêmicos a apontarem a procura por métodos mais sofisticados de avaliação de

investimentos que sejam capazes de lidar com a incerteza, a irreversibilidade e com a aprendizagem. A habilidade da teoria de precificação de opções em quantificar a flexibilidade em investimentos em projetos estratégicos a torna uma atrativa escolha se comparada à análise feita pelo padronizado FCD. A incorporação desta flexibilidade pode aumentar o valor total de um projeto e sua possibilidade de aceitação, um incentivo para que os práticos utilizem a teoria das opções reais. O valor da flexibilidade do projeto de um investimento é basicamente uma coleção de opções reais que podem ser precificadas com as técnicas conhecidas das opções financeiras. Desta forma, a Teoria das Opções Reais (TOR), embora em seu estado de desenvolvimento e consolidação, surge como uma “opção” promissora para lidar com estes fatores, podendo ser utilizada em vários setores. O presente trabalho foca, principalmente, a Teoria das Opções Reais (TOR) aplicada à análise de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Procura-se, também, prover uma evidência empírica do poder subjacente à teoria das opções reais através da aplicação da metodologia para avaliação de um projeto real de pesquisa e desenvolvimento, contribuindo, desta forma, para a redução da lacuna entre a teoria e a prática. Para tanto, são utilizados dois métodos: o modelo de Kallberg e Laurin (1997) e o de Geske (1979) adaptado para opções reais por Kemna (1993), apontado por Perlitz, Peske e Schrank (1999) como uma ferramenta interessante para avaliar opções compostas. Os resultados são então comparados com aqueles obtidos pelos tradicionais FCD e árvore de decisão. Por fim, conclui-se que a análise de um projeto de P&D através da TOR, embora pareça mais complexo, pode ser usado como mais uma importante e promissora ferramenta, auxiliando administradores a pensar clara e realisticamente em um processo de tomada de decisões.

SANTOS, Julius Felix Cordeiro dos. **Exploração da Teoria das Opções em aplicativos gerenciais computacionais no caso da opção de “switch use”**. 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Esta dissertação de mestrado apresenta um aplicativo gerencial amigável capaz de calcular o valor da flexibilidade gerada pela opção real "SWITCH USE". Esta opção acontece em situações em que há a possibilidade de troca entre processos de produção, produtos finais ou formas de energia utilizadas entre outros, dependendo das condições de mercado. Além do aplicativo, a dissertação apresenta um estudo sobre a teoria das opções reais mostrando a sua importância, os tipos existentes e principais aplicações e os métodos tradicionais de avaliação de projetos com suas virtudes e falhas.

SARAIVA, Eduardo Cesar Gomes, **Projetos de Infraestrutura Pública: risco, incerteza e incentivos**. 2008, 110 f. Tese (Doutorado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luis Henrique Bertolino Braidó. **Resumo:** O delineamento na divisão ótima de trabalho entre a esfera pública e privada tem suscitado estudos na moderna organização industrial. Arranjos contratuais na modalidade de parcerias público-privadas (PPP) oferecem uma nova oportunidade para analisar aspectos relacionados a compartilhamento de riscos em projetos de infraestrutura e alinhamento de incentivos. Um dos objetivos das parcerias público-privadas (PPP) é o de viabilizar projetos de infraestrutura através da concessão de algum tipo de apoio governamental, como garantias ou aportes de recursos. Uma das formas de redução de risco é a concessão de garantias de demanda onde o governo indeniza o investidor sempre que sua receita fique abaixo de um piso predeterminado. O presente estudo analisa o caso de limites no comprometimento do governo em projetos de PPP. Limites na ação do governo são indicados porque ao conceder garantias em projetos de infraestrutura privada ou em projetos de PPP o governo assume um passivo contingencial que, na maioria das vezes, não é adequadamente contabilizado nas contas públicas, podendo ainda acarretar ônus excessivo para o governo se os riscos envolvidos não forem adequadamente quantificados e analisados. Embora não impactem o fluxo de caixa hoje, esses passivos podem significar um pesado ônus para a sociedade no futuro. A partir de modelos de precificação de projetos de infraestrutura, baseados na metodologia das opções reais, avalia-se que garantias limitadas, em projetos de PPP, reduzem o risco e aumentam a atratividade de projetos na ótica privada e que um orçamento limitado é uma forma de alinhar incentivos na ótima pública. Considerando a escassez de estudos envolvendo os riscos comerciais associados a projetos de concessão rodoviária e sendo a demanda de tráfego a principal fonte de risco, o estudo combina técnicas matemáticas de interpolação com modelos econométricos de previsão propondo uma ferramenta alternativa para estimar e projetar o volume de tráfego nas rodovias brasileiras. Realiza-se um estudo de caso para trechos da BR-163 no estado de Mato Grosso sob a hipótese de que o volume de tráfego rodoviário depende diretamente da produção escoada pelas rodovias nacionais, e utiliza-se dados de produção agrícola no estado de Mato Grosso como *proxy* no processo de interpolação. As projeções de tráfego mensais obtidas e inexistentes em frequência regular nas diversas rodovias do país se mostraram consistentes com as previsões de outros estudos, mas possuem a vantagem de possibilitar a realização de previsão mensal e análise de sensibilidade. A principal vantagem do novo modelo é permitir a análise de risco da previsão de tráfego futuro e o intervalo de confiança da previsão. Palavras-chave: Projetos de PPP; opções reais; garantias governamentais; análise de projetos; estudo de tráfego; modelos vetoriais autorregressivo.

SCARTEZINI, André Ávila, **Opções Reais em decisões de investimento em exploração e produção**. 2006. 158f. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Marco Antonio Guimarães Dias. **Resumo:** Este trabalho faz uma revisão dos principais conceitos que definem a Teoria de Opções Reais. Tem como objetivo discutir o problema da decisão de investimento sob incerteza aplicado a problemas de Exploração e Produção de petróleo (E&P). Foram priorizados modelos simples que podem ser facilmente implantados no dia a dia de uma empresa, incluindo o clássico de Paddock, Siegel e Smith (1988). Os modelos discutidos são elaborados com Movimento Geométrico Browniano, que pode ser uma aproximação razoável para a modelagem de preços, a depender dos parâmetros considerados. Em particular, é apresentado um modelo de opção composta para exploração, que se revela mais apropriado por considerar o risco geológico e os estágios da opção com expiração diferenciada. A priorização de investimentos com auxílio de OR para uma carteira representativa de um *portfolio* de projetos de Produção também é testada, resultando numa maior relação VPL / Investimento da carteira selecionada.

SCHÄFFER, Mauricio Vidal França. **Verificação da geração de valor na análise de viabilidade do desenvolvimento de um campo de petróleo usando-se o modelo de Opções Reais com preços do petróleo seguindo um processo estocástico de reversão à média**. 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** Esta dissertação procura estudar os critérios de análise de investimentos baseados na metodologia do Valor Presente Líquido e de Opções Reais seguindo o processo estocástico de Reversão à Média fazendo uso de um caso prático na indústria de petróleo. O estudo de caso é a análise de viabilidade do desenvolvimento de um campo de petróleo onde as etapas de pesquisa e estudos já foram realizadas e que possui 3 alternativas de desenvolvimento à escolher. A partir deste estudo de caso será possível comparar através de uma ferramenta gerencial chamada de back-testing as análises de viabilidade realizadas. A dissertação tem como objetivo confirmar, com os resultados obtidos no back-testing, a geração de valor na utilização da teoria de opções reais que através da sua metodologia busca maximizar o valor do projeto pela inclusão de flexibilidades gerenciais neste caso uma opção de esperar até 2 anos.

SECCHIN, Rodrigo Barcellos. **Metodologia de avaliação de empresas considerando ativos intangíveis através de mínimos quadrados de Monte Carlo e reversão à média**. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) –Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientadora: Marley Antonio Bernardes Rebuzzi Vellasco; coorientador: Marco Antonio Guimarães Dias. **Resumo:** No modelo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para o setor farmacêutico, considerando a proteção da patente, Schwartz fez uma contribuição muito importante para a precificação do valor de uma empresa. Além de considerar a possibilidade dos eventos catastróficos, o autor aplicou uma ferramenta simples, mas ao mesmo tempo bastante poderosa, até então não utilizada pela literatura para tal fim (denominada Mínimos Quadrados de Monte Carlo). Na última etapa do seu modelo (período pós patente), o autor aproxima o processo por um valor constante (obtido por meio de uma estimativa), acreditando que o mercado absolverá imediatamente a tecnologia e, com isto, a simplificação não alterará significativamente o resultado final. Contudo, com o avanço da globalização e o desenvolvimento dos meios de comunicação, o mercado tem-se tornado cada vez mais dinâmico e competitivo. Uma vez que as táticas clássicas já se tornaram acessíveis a todos (e.g. produção em escala ou corte dos custos), elas não são mais suficientes para manter a lucratividade de uma empresa. Diversos estudiosos e instituições renomadas (como por exemplo, BNDES) observaram que, para sobreviverem a isso, as empresas precisam suplantarem a concorrência, através de um conjunto de capacitações denominadas bens intangíveis, o que na maioria das ocasiões é uma operação bastante complexa. Devido a essas evidências a absorção de uma nova tecnologia não necessariamente é uma atividade imediata (contrariando as suposições de Schwartz). Com o intuito de uma melhor descrição da realidade, esta dissertação propõe um aperfeiçoamento matemático (não mais aproximando a etapa pós-patente) e algorítmico do modelo de Schwartz. O modelo foi criado a partir de um conjunto de conceitos da Microeconomia, Opções Reais e das Métricas de Avaliação do BNDES, previamente desenvolvido com o auxílio da equipe do BNDES. Os resultados obtidos na simulação do exemplo teórico, a qual foi analisada uma empresa de TI que pretende desenvolver uma nova tecnologia, não apresentaram nenhuma incoerência, indicando, desta forma, nenhum erro sob a ótica matemática ou algorítmica e confirmando, ao mesmo tempo, a importância dos ativos intangíveis, que, por sua vez, propiciaram maiores ganhos, antes desprezados. Palavras-Chave: Bens Intangíveis; Método dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo; Opções Reais; Reversão à Média.

SEKIYAMA, Masahiro. **Avaliação econômica de uma planta industrial de baixo retorno sob incerteza: um Enfoque pela Teoria das Opções Reais**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração e Economia) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2004. Orientador: Antônio de

Araújo Freitas Júnior. **Resumo:** Em decorrência das limitações e de muitos insucessos devido à aplicação dos métodos tradicionais de avaliação econômica em ambiente de incerteza, esta dissertação apresenta uma abordagem alternativa de avaliação econômica de uma planta industrial produtora de um *commodity* de baixo retorno de operação para uso agrícola. Neste contexto, é adotada a Teoria das Opções Reais, uma moderna teoria econômica de valoração, capaz de captar as incertezas e o valor das opções de um empreendimento ao longo da vida operacional da planta. Esta metodologia permite estabelecer cientificamente uma regra de decisão mais coerente com as percepções dos administradores que têm como uma de suas funções a criação de valor e longevidade da empresa. Esta teoria, com os recursos de otimização dinâmica – Contingent Claims, permite determinar não somente o valor econômico do negócio de produção de uma planta que compete no mercado internacional, mas também o regime operacional da planta e a fronteira otimizadora do valor da produção, em função do preço de mercado do produto comercializado. Todo o modelo de avaliação e obtenção dos resultados desejados está fundamentado no modelo simplificado de Histerese de Entrada, Saída e Interrupção de Dixit & Pindyck, uma evolução de outras metodologias que consideram os conceitos de valoração pela teoria de precificação de opções (avaliação neutra ao risco), em tempo contínuo. Os resultados obtidos permitiram quantificar percepções subjetivas da alta administração, desmistificando-se que a teoria das opções reais é aplicável, e complementar em muitas frentes de avaliação de investimentos, apesar da dependência de cálculos não convencionais de finanças corporativas.

SENNA, Luigi. **Aplicação de Modelo Trinomial para o Apreçamento de Opções Reais em Processos com Reversão à Média e Comparação com Modelos Binomiais.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Eduardo Faco Lemgruber. **Resumo:** Este trabalho é motivado principalmente por a maior área de aplicação do método de Análise de Opções Reais ser a avaliação de investimentos onde as funções densidade de probabilidade das incertezas diferem significativamente da distribuição log-normal (Triantis, 1993), assumida pela maioria da literatura sobre o assunto (Pindyck, 1999). Além disto, esta premissa de log-normalidade não é consistente com a crença dos gestores, de que os preços possuem comportamento de reversão à média (Smith e McCardle, 1993). Por isto, busco neste trabalho modelos que incorporam a premissa de reversão à média (Nelson e Ramaswamy, 1990 e Hull-White, 1990 e 1994) e os comparo com modelos tradicionalmente utilizados que adotam a premissa de Movimento Geométrico Browniano (Black-Scholes, 1973 e Cox, Ross e Rubinstein, 1979). O modelo de Hull-White (1994) foi desenvolvido para taxa de juros, entretanto, neste trabalho foi realizada uma adaptação para utilização com preços futuros. Primeiro, procuro identificar se há convergência entre estes modelos, para alguns exemplos, assumindo a premissa de Movimento Geométrico Browniano e depois analiso os resultados assumindo que os preços dos ativos subjacentes seguem o processo de Ornstein-Uhlenbeck (1930), um processo de reversão à média, verificando se os preços das opções se alteram. Pude verificar convergência entre os modelos e também que os prêmios das opções realmente se alteram ao mudar a premissa de comportamento dos preços dos ativos subjacentes ao longo do tempo. Esta observação estaria de acordo com a afirmativa de Lo e Wang (1995 in Pindyck 1999), Schwartz (1998) e Laughton e Jacoby (1993), de que ao se assumir a premissa de Movimento Geométrico Browniano os preços das opções estariam sendo super ou subestimados.

SILVA FILHO, Hermes Gomes da. **Modelos de apreçamento de opções : uma aplicação na valoração de projetos de exploração em jazidas de petróleo.** 1995. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1995. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya.

SILVA, Bruno Nogueira. **Elaboração de um modelo de previsão dos preços *spot* de energia elétrica no Brasil e avaliação de uma termelétrica utilizando a Teoria das Opções Reais.** 2001. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** O Setor de energia elétrica no Brasil vem sofrendo fortes mudanças estruturais, cujo principal objetivo é criar um caráter competitivo para permitir ao setor crescer não mais por investimentos estatais, mas sim pelas mãos do capital privado. Com isso, espera-se que a oferta possa acompanhar a demanda crescente nos últimos anos, devido a falta de investimentos no setor, e fazer com que o risco de déficit de carga no futuro diminua. O Programa Prioritário de Termelétricas, lançado pelo governo federal, vai aumentar a oferta de energia no país com a construção de usinas termelétricas, aproveitando o fato da disponibilidade de gás natural existente, e com isso aumentará a participação de geração térmica na matriz energética brasileira. Essa mudança vai conferir mais confiabilidade ao parque gerador de energia, diminuindo o risco de déficit energético pela redução do nível de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Além disso, as usinas termelétricas são uma alternativa de curto prazo para o Brasil, pois devido ao reduzido prazo de construção, permitiria o aumento da oferta durante a transição para o mercado competitivo, minimizando com

isso os riscos de déficit no futuro. As termelétricas, nessa nova estrutura do setor elétrico brasileiro, podem se declarar flexíveis ou inflexíveis. Uma termelétrica flexível é aquela onde sua energia pode ser comercializada no Mercado Atacadista de Energia (MAE), logo ficando sujeita a volatilidade do mercado spot, mas podendo obter grandes lucros. Uma termelétrica inflexível é aquela onde toda sua energia é comercializada mediante contratos bilaterais, ou seja, a energia gerada não é comercializada no MAE. Isto reduz as incertezas, mas também reduz as oportunidades de grandes lucros. A maior incerteza de um projeto do setor elétrico brasileiro é o preço da energia elétrica que em países onde este setor foi reestruturado, como o Brasil, é determinado através do custo marginal de curto prazo (CMCP), por um modelo de otimização energética não publicado ao mercado. Em vista disso, essa dissertação se propõe a formular um modelo para os preços de energia elétrica no Brasil, avaliar uma planta de geração térmica utilizando a Teoria de Opções Reais aliada a técnica de simulação de Monte Carlo e comparar os resultados com os obtidos por Alessandro de Lima Castro em sua dissertação de Mestrado defendida em abril de 2000 cujo título é *Avaliação de Investimento de Capital em Projetos de Geração Termoelétrica no Setor Elétrico Brasileiro Usando Teoria das Opções Reais*.

SILVA, Eber Luciano dos Santos. **Consolidação industrial:** estudo de caso do segmento de serviços de apoio à medicina diagnóstica baseado em um modelo de Opções Reais. 2007. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissionalizante em Finanças e Economia) - Fundação Getulio Vargas. São Paulo. 2007. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** Reais, para empresas atuantes em mercados em consolidação. Tal modelo tem como objetivo indicar o momento mais adequado para o início de um processo de fusões e aquisições em determinado segmento econômico. O modelo a ser desenvolvido o será sob a ótica do aumento de poder e participação de mercado somente. O mercado brasileiro contém diversos setores da economia ainda fragmentados, que oferecem oportunidades a empresas já atuantes no mercado ou a investidores financeiros, como fundos de *Private Equity*, atuarem, direta ou indiretamente, respectivamente, como consolidadores de mercado, via fusões e aquisições de empresas. Oportunidades de aquisições podem ser vistas como opções reais. As aquisições sempre são associadas a custos substanciais. Como ao exercer uma opção, uma aquisição se torna rentável quando seu excedente supera seu investimento a ponto de compensar o prêmio da opção. Com este objetivo, analisou-se uma série de modelos de estratégias para aquisições, bem como modelos que explicam a motivação de ondas de fusões e aquisições. A partir do modelo desenvolvido por Van Den Berg e Smit (2007), adaptou-se o modelo ora apresentado para aplicação a um caso selecionado, o do segmento de serviços de apoio à medicina diagnóstica, cuja consolidação dos mercados de Brasília e Goiânia iniciou-se a partir de 2006. Tal exercício tem o objetivo de evidenciar ou não sua validade bem como condições para sua utilização. Palavras-chave: opções reais, fusões, aquisições, consolidação.

SILVA, Lilian Simone Aguiar da. **Avaliação de empresas de tecnologia e opções reais.** 2002. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdades de Economia e Finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2002. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano. **Resumo:** A proposta deste trabalho é estudar o modelo de avaliação de empresas por opções reais para o setor de tecnologia na América Latina. A metodologia é apresentada como complemento aos modelos tradicionais de avaliação, para segmentos econômicos sujeitos a elevados níveis de incerteza e acelerada expectativa de crescimento. As opções reais têm a capacidade de quantificar a flexibilidade existente em projetos, associando valores às decisões estratégicas que podem ser tomadas no futuro. Face às características de risco e o estágio de desenvolvimento desse setor na região, a maior parte das empresas não apresentam vinculação ou projeto similar com negociação no mercado de capitais. O estudo adota a volatilidade calculada pelas variações do valor presente do próprio projeto, que é obtida por meio da simulação das incertezas pelo Método de Monte Carlo. O processo de avaliação de empresas por opções reais deste estudo compreende quatro etapas: cálculo do valor presente básico sem flexibilidade; construção da árvore de eventos com base na volatilidade obtida através da simulação; identificação e incorporação das flexibilidades existentes; e determinação dos valores das flexibilidades pelo *payoff* das opções existentes, em cada caminho da árvore de decisão. O trabalho apresentará ainda, o estudo de caso de uma empresa latino-americana de infra-estrutura de banda larga, para demonstrar a aplicabilidade desse método de avaliação, suas vantagens e limitações frente aos modelos tradicionais.

SILVA, Luiz Walter Migueis. **Métodos de avaliação de empresas:** casos de práticas adotadas no Brasil. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração e Economia) - Faculdades de Economia e Finanças - IBMEC. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Roberto Marcos da Silva Montezano. **Resumo:** Este trabalho tem o objetivo principal de identificar e comparar os métodos de apuração de empresas no Brasil, adotados por grandes instituições participantes do mercado global de capitais. Objetiva, também, demonstrar os efeitos da aplicação de cada método pesquisado no efetivo valor de uma empresa. Para a consecução dos objetivos explicitados, esta pesquisa tomou como referência a bibliografia sobre o tema e o artigo de Bruner,

Eades, Harris e Higgins (1998) que estuda as práticas de cálculo de taxas de desconto. O trabalho foi viabilizado, também, com o envio de um questionário composto por 31 perguntas para executivos seniores das áreas de avaliação de três instituições com forte presença no mercado internacional de capitais e, ainda, por intermédio de entrevistas com aqueles que se dispuseram a responder ao questionário. Subsequentemente, foram aplicados os métodos de cada instituição na avaliação da Embratel Participações. Como resultado obteve-se que, apesar da existência de metodologias mais desenvolvidas, as instituições adotam como método principal de avaliação, o fluxo de caixa descontado e utilizam outros, tais como múltiplos, principalmente como complemento. Por fim, a aplicação de cada método apontou que, a despeito das divergências entre eles, os valores da empresa tenderam a convergir. Palavras-chave: métodos de avaliação de empresas, instituições participantes do mercado global de capitais, fluxo de caixa descontado, Embratel Participações.

SILVA, Régis Yuzo Mori da. **Proposta de metodologia de avaliação de portfólio por opções reais, considerando o valor da informação: um estudo de caso em exploração de petróleo.** 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. 2010. Orientador: Marco Antonio Guimarães Dias. **Resumo:** Este trabalho propõe uma metodologia de análise de portfólio de blocos exploratórios por bacias geológicas, utilizando opções reais no contexto do valor da informação nos critérios da análise. Para isso, é feito um estudo de caso com base no 2º leilão da ANP, qualificando os riscos exploratórios representados pelo fator de chance relativo à existência de petróleo e gás de acordo com o grau de informação sobre a região que o investidor possui. É realizada uma comparação entre o método tradicional de avaliação econômica e o método por opções reais de aprendizagem, sendo utilizados dados de resultados de poços exploratórios obtidos da Agência Nacional do Petróleo. Palavras-chaves: *Opções Reais, Valor da Informação, Leilões, Petróleo.*

SILVA, Rodrigo Alves. **Viabilidade de utilização da Teoria de Opções Reais no processo de avaliação de empresas de telecomunicações.** 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. Orientador: Wilson Kendy Tachibana. **Resumo:** O processo de avaliação de empresas por modelos e técnicas formais tem por objetivo nortear a gestão e os grupos de interessados quanto à tomada de decisão ótima. Em geral, no processo de avaliação estes modelos são utilizados seguindo pressupostos acerca do valor dos benefícios da firma, dando a conotação de que o valor do negócio é o valor destes benefícios. Em empresas que atuam em mercados com alta competitividade e elevado nível de desenvolvimento e emprego de tecnologias e inovações, a utilização isolada de técnicas focadas em benefícios dos negócios atuais se mostram inadequadas para avaliar a habilidade da organização na resposta às variáveis mercadológicas. Sob este prisma, as vantagens advindas de estratégias competitivas e minimização das possibilidades de perdas do negócio, principalmente conquistadas através de estratégias de flexibilização e de geração de oportunidades de novos negócios se mostram importantes direcionadores de valor. O valor gerado por oportunidades e flexibilidades em empresas de telecomunicações é o foco da presente pesquisa que objetiva fundamentar em suas discussões e testes a viabilidade de incorporação do modelo de opções reais no processo de avaliação das empresas do setor, partindo do pressuposto de que o mercado, visualizando a importância das estratégias de gestão dos investimentos e da estrutura da empresa para o seu sucesso na geração de valor, remuneram estas organizações, atribuindo o valor de acordo com suas expectativas. Foram testados os modelos de efeitos fixos e aleatórios de dados em painel para verificar a significância das variáveis explicativas geradoras de valor potencial de opções reais. Os testes demonstram significância estatística das variáveis, embasando o modelo. Não obstante, a pesquisa posiciona estudos e levantamentos teóricos acerca dos modelos de avaliação abordados para contextualizar a utilidade do modelo de opções reais em processos de avaliação, bem como destaca a aplicabilidade procedimental do modelo de opções reais em conjunto com a técnica de fluxo de caixa descontado na avaliação de empresas do setor. Seus objetivos de discussão e averbação da aplicabilidade da teoria são alcançados, dado o conjunto de métodos empíricos e ilustrativos de sua técnica.

SOARES, Taiany Abreu. **Qual o melhor momento para a abertura de capital?** analisando o timing dos IPOs das empresas brasileiras de energia a partir da Teoria de Opções Reais. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2011. Orientador: Fernanda Finotti Cordeiro Perobelli. **Resumo:** As principais razões para realizar uma abertura de capital são que as ofertas de ações são uma opção de financiamento mais barata para algumas empresas (dados seus atributos), a governança corporativa trazida pela estrutura de propriedade pública minimiza os conflitos de agência, a transparência e a boa imagem da empresa (comportamento estratégico) aumentam o valor da empresa no mercado e a reestruturação societária pode gerar mais liquidez para a empresa. Entretanto, para algumas empresas de capital fechado, a questão não é se ela deve abrir ou não o capital, mas sim quando, ou seja, qual o momento mais apropriado (timing) para realizar o IPO. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo adaptar, para o caso brasileiro, o modelo de timing de IPO desenvolvido por Draho (2000), que utiliza a teoria das opções reais

como metodologia para se determinar o timing ótimo da abertura de capitais. Para tanto, foram analisadas oito empresas do setor de energia (CPFL, EDP, Cosan, Brasil Ecodiesel, São Martinho, Açúcar Guarani, MPX e OGX) que, durante o período 2000-2009, realizaram a sua oferta pública primária. Como resultado, encontrou-se que todas as empresas estudadas anteciparam o timing da sua oferta e, assim, foi realizada uma análise sobre as características das ofertas públicas primárias das empresas com o objetivo de identificar potenciais determinantes de tal antecipação. Observou-se, como característica comum, a presença de capital de risco na estrutura de capital de todas as empresas e de muitos investidores otimistas (investidores externos à empresa, segundo o modelo de Bouis, 2003) interessados nos IPOs das empresas. Adicionalmente, tem-se que o período da amostra (anos de valorização da bolsa de valores brasileira, que antecederam a crise subprime deflagrada em 2008) pode ter também contribuído para tal resultado. Palavras-chave: IPO, opções reais, programação dinâmica.

**SOBRINHO, Antônio Amaro. Decisão de investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria aeronáutica usando a Teoria das Opções Reais.** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, Orientador: Fernando Augusto Silva Marins.

**Resumo:** Empresas necessitam tomar decisões sobre alocação de investimentos diariamente. Abordagens mais cuidadosas dessas análises devem ser tomadas pelos gestores quando a ordem de grandeza desses investimentos é especialmente elevada. Ao focar o ganho ou manutenção da vantagem competitiva em longo prazo, através de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) a indústria aeronáutica brasileira ainda apoia suas decisões em técnicas tradicionais, como o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). As limitações dessas técnicas muitas vezes passam despercebidas pelos gestores, resultando em decisões não adequadas de investimentos em projetos de P&D. Propõe-se a aplicação da técnica da Teoria das Opções Reais (TOR) para captar os diversos tipos de flexibilidade gerencial existentes nesses projetos estratégicos, através de técnicas matemáticas de entendimento mais simples. Também é objetivo desta dissertação demonstrar a viabilidade do uso da TOR pelos gestores da indústria aeronáutica brasileira. São analisados três estudos de projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria aeronáutica e, a partir deles, pôde-se demonstrar que a TOR é aplicável nesse processo de tomada de decisão, conduzindo a decisões adequadas. As aplicações da TOR são muitas e a intenção deste trabalho foi destacar apenas alguns tipos de uso mais comuns neste tipo de indústria. Sugerem-se aplicações complementares a esses estudos e outras abordagens promissoras para essa técnica, seja em nosso país ou no ambiente corporativo em geral. Palavras-chave: Teoria das Opções Reais (TOR), tomada de decisão sob incerteza, pesquisa e desenvolvimento (P&D) na indústria aeronáutica, opções estocásticas.

**SOUZA LIMA, Flávio Luís. Identificação do momento economicamente ideal para iniciar o aporte de recursos externos em um empreendimento imobiliário:** uma aplicação da Teoria das Opções Reais. 2007. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. Orientador: Luiz Fernando Mahlmann Heineck.

**Resumo:** No início de um empreendimento imobiliário, basicamente, o empreendedor possui duas alternativas para capitalizar os recursos necessários para viabilizar a execução da obra e financiar as demais despesas envolvidas como a publicidade e outras despesas de comercialização: a antecipação das vendas e a captação de financiamentos aliada ao aporte de recursos próprios. A antecipação das vendas de unidades imobiliárias inacabadas é uma prática comum entre investidores do mercado imobiliário, que a praticam como forma de contenção dos custos de construção e para reduzir o risco de, ao final da construção, não conseguir comercializar as unidades em tempo para cobrir os custos do empreendimento. Tal prática, no entanto, apresenta algumas desvantagens econômicas. Além do valor de venda apresentar um deságio em relação ao valor do produto acabado, as vendas podem se concretizar em um momento que o Custo Unitário Básico (CUB) se encontra em baixa. Vale ressaltar que, geralmente, os valores de venda são vinculados ao valor do CUB, como forma de acompanhar a variação inflacionária. A alternativa para a antecipação das vendas seria a aquisição de financiamentos que, de acordo com os seus encargos e prazos de pagamento, pode se tornar economicamente inviável para o investimento. O objetivo geral desta dissertação é identificar o momento economicamente ideal para iniciar o aporte de recursos externos em um empreendimento imobiliário. Além de apresentar as principais formas de comercialização de empreendimentos imobiliários, é demonstrado que as técnicas tradicionais de análise de investimentos (Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno) não são capazes de avaliar o momento ideal da construção, no qual as alternativas para captação de recursos se tornam economicamente atrativas. A Teoria das Opções Reais, por sua vez, por ser capaz de agregar flexibilidade em sua análise, consegue avaliar o momento economicamente ideal para iniciar o aporte de recursos externos, seja por meio da comercialização do empreendimento ou por meio da aquisição de financiamentos. O modelo para opções de conversão desenvolvido nesta dissertação é aplicado em um estudo de caso de um empreendimento imobiliário residencial. Ao final, o modelo não só consegue identificar o momento economicamente ideal para iniciar o aporte de recursos externos, mas seu resultado se configura como um plano de contingências que permite ao empreendedor tomar decisões estratégicas sobre a forma de aportar recursos, ao longo de todo o período de construção do empreendimento. Palavras-chave: Empreendimento imobiliário,



Opções reais, Estratégias comerciais.

SOUZA, Jaderson Vargas de. **Aplicação de um modelo de Opções Reais para avaliar projetos de geração hidrelétrica no Brasil**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças - FUCEPE. Vitória. 2006. Orientador: Leonardo Lima Gomes. **Resumo:** O presente estudo buscou analisar o melhor momento para a realização de um investimento em geração hidrelétrica no Brasil, sob a ótica do investidor, aplicando um modelo de Opções Reais. A pesquisa foi realizada através de um empreendimento que esteve entre os projetos aptos a participar do leilão de energia nova, realizado no dia 16 de dezembro de 2005. As características técnicas utilizadas foram divulgadas no Edital de Leilão pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Para efeitos de análise foram estimados os fluxos de caixa do empreendimento. O valor do projeto foi mensurado considerando que o investidor poderia realizar o investimento imediatamente ou esperar até o próximo leilão. O projeto imediato foi analisado através do Valor Presente Líquido (VPL) e o postergado pela Teoria das Opções Reais (TOR). A partir da análise dos dados, concluiu-se que a flexibilidade gerencial de poder postergar o investimento, agregou valor ao investidor confirmando o modelo teórico. Ele percebeu que com a possibilidade de poder esperar até o próximo leilão, só compensaria a realização imediata, se houvesse um prêmio de risco. Este estudo contribui com a recente discussão da Teoria das Opções Reais e pode auxiliar o governo a estabelecer preços compatíveis com a ótica do investidor, ao invés de se basear em métodos fundamentados por ferramentas tradicionais. Palavras-chave: Opções Reais. Investimento Imediato. Investimento Postergado. Prêmio de Risco.

STILLE, Rafael. **Avaliação das Contribuições da metodologia de Opções Reais no processo decisório em projetos de telecomunicações**: uma aplicação à licitação pública de licença de prestação de serviços de telefonia móvel 3G no Brasil. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009. Orientador: Celso Funcia Lemme. **Resumo:** A presente dissertação avaliou as contribuições do método de opções reais no processo decisório em projetos de telecomunicações. Para permitir sua aplicação, foi realizado o estudo de um caso real de aquisição, em licitação pública, de uma licença de prestação de serviços de telefonia móvel 3G no Brasil. A metodologia de opções reais escolhida baseou-se no uso de árvore binomial e programação dinâmica, com alto grau de precisão e relativa simplicidade, facilitando a aplicação prática. A pesquisa comparou quantitativamente os resultados com os da avaliação tradicional pelo método estático de fluxos de caixa descontados, encontrando diferença significativa no valor presente líquido do projeto, de mais de 64%. A diferença de valor encontrada poderia justificar os altos ágios pagos pelas empresas vencedoras da licitação, não compatíveis com a análise pelo método tradicional. Adicionalmente, o estudo identificou contribuições qualitativas da aplicação do método de opções reais, que pode ajudar as empresas na definição do seu planejamento estratégico, forçando-as a refletir sobre as decisões estratégicas a serem tomadas e sobre cenários e condições mercadológicas para os projetos. A metodologia aplicada, facilmente replicável e bastante intuitiva, poderia ser uma ferramenta de uso amplo para apoiar o processo decisório de projetos estratégicos para empresas do setor. Palavras-Chave: Opções Reais; Avaliação de Projetos; Telecomunicações; Telefonia Móvel 3G.

TASSARI, Alexandre Magno Lopes. **Opções Reais: teoria e prática**. 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Matemática) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006. Orientador: Gerson Francisco. **Resumo:** O preço pago por um fundo internacional de capital privado (Private Equity), agente financeiro cujo principal objetivo é a maximização dos ganhos de seus investidores, para recentemente adquirir uma empresa nacional de porte médio foi superior aos valores sugeridos por diversos métodos tradicionais de análise de investimentos, notadamente o método de fluxo de caixa descontado. Esta aparente contradição evidencia as deficiências da análise clássica para tratar das incertezas e das flexibilidades inerentes a qualquer projeto, sendo devidamente explicada ao se empregar a moderna teoria de opções reais, que faz uma analogia entre oportunidades de investimento e opções financeiras. Palavra-chave: opções, opções reais, métodos de avaliação, valor presente líquido (VPL), investimentos sob incerteza.

TATONI, Walter Milan. **Avaliação de projetos de investimento em cogeração de energia utilizando bagaço de cana-de-açúcar em biorrefinarias a partir do uso da Teoria das Opções Reais**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2012. Orientador: Ricardo Ratner Rochman. **Resumo:** O cenário de continuo aumento do consumo de derivados do petróleo aliado a conscientização de que é necessário existir um equilíbrio com relação a exploração de recursos naturais e preservação do meio ambiente, vem impulsionando a busca por fontes alternativas de energia. Esse crescente interesse vem se aplicando a geração de energia a partir de biomassa da cana de açúcar, que vem se tornando cada vez mais comuns no Brasil,

porém ainda existe um imenso potencial a ser explorado. Dentro deste contexto, se torna relevante a tomada de decisão de investimentos em projetos de cogeração e este trabalho busca incrementar a análise e tomada de decisão com a utilização da Teoria das Opções Reais, uma ferramenta de agregação de valor às incertezas, cabendo perfeitamente ao modelo energético brasileiro, onde grandes volatilidades do preço de energia são observadas ao longo dos anos. O objetivo do trabalho é determinar o melhor momento para uma biorrefinaria investir em unidades de cogeração. A estrutura do trabalho foi dividida em três cenários de porte de biorrefinarias, as de 2 milhões de capacidade de moagem de cana-de-açúcar por ano, as de 4 milhões e as de 6 milhões, visando assim ter uma representação amostral das biorrefinarias do país. Além disso, analisaram-se três cenários de volatilidade atrelados ao preço futuro de energia, dado que a principal variável de viabilização deste tipo de projeto é o preço de energia. As volatilidades foram calculadas de acordo com histórico do ambiente regulado, o dobro do ambiente regulado e projeção de PLD, representando, respectivamente, níveis baixos, médios e altos, de volatilidade do preço de energia. Após isso, foram elaboradas as nove árvores de decisão, que demonstram para os gestores de investimento que em um cenário de baixa volatilidade cria-se valor estar posicionado e ter a opção real de investir ou adiar investimento para qualquer porte de usina. No cenário de média volatilidade de preço, aconselha-se ao gestor estar posicionado em usinas de médio a grande porte para viabilização do investimento. Por fim, quando o cenário de preços é de grande volatilidade, tem-se um maior risco e existe a maior probabilidade de viabilização do investimento em usinas de grande porte.

TEBECHRANI, Frederico Zamboni. **Avaliação de concessões rodoviárias pela abordagem de Opções Reais**. 2010. 60 f. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Instituto de Ensino e Pesquisa. São Paulo. Orientadora: Andrea Maria Accioly Fonseca Minardi. **Resumo:** Desde a criação do Programa de Concessões Rodoviárias na década passada, a concessão de rodovias à iniciativa privada tem sido feita por meio de leilões. Independentemente do formato do leilão, uma questão se repete aos potenciais investidores: como avaliar financeiramente uma concessão? O tradicional método do Fluxo de Caixa Descontado utilizado na avaliação de projetos de infraestrutura não leva em conta as flexibilidades gerenciais de cada projeto. O objetivo do trabalho é aplicar a Teoria de Opções Reais no apreçamento dessas flexibilidades, capturando seu valor na avaliação de uma concessão. Em especial, além das opções de abandono e expansão que são comuns a projetos de diferentes setores, o trabalho avalia a opção de renegociação do contrato de concessão, cujo exercício tem se tornado mais frequente no segmento de concessões rodoviárias.

TEIXEIRA, Davis Machado da Silva. **Avaliação de licitação de espectros de radiofrequências para wimax: uma abordagem por Opções Reais**. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** O WiMAX é um padrão de tecnológico de *broadband wireless* que tem o potencial de oferecer infra-estrutura para conectividade de última milha para clientes corporativos e residências, abrangendo grandes distâncias e oferecendo uma alternativa ao DSL e cabo. Este novo padrão *wireless* é percebido pelas empresas de telecomunicações como uma oportunidade de ganhar penetração em localidades onde ainda não são oferecidas soluções de banda larga. Como qualquer padrão *wireless*, o WiMAX necessita de faixas de espectros de frequência para operar, e como as faixas de frequências são bens públicos e escassos, as mesmas são licitadas pelo órgão regulador garantindo exclusividade no seu uso. Este trabalho avalia quanto uma empresa pode ofertar numa licitação de blocos de frequência na faixa de 3,5GHz que serão utilizados para operar um rede WiMAX tanto pelo método tradicional do FCD quanto pela teoria das opções reais. No mercado de telecomunicações, este tipo de projeto apresenta grandes incertezas e também significativas flexibilidades gerenciais, o que indica que a teoria de opções reais pode ser mais adequada para este tipo de análise. Os resultados obtidos conferem isso e as opções do projeto aumentaram seu valor em 149%, permitindo à empresa elevar o valor máximo a ser ofertado na licitação em até 58% do valor original obtido pelo FCD, aumentando as chances de vencer a licitação e investir em um projeto rentável. Palavras-chave: Finanças; Opções Reais; Análise de Investimento; Telecomunicações; Licitação WiMAX.

TEIXEIRA, Rodrigo Brites Martins. **Opções Reais e Teoria de Jogos como base de decisões estratégicas em empresas do setor de telecomunicações no Brasil**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** As decisões estratégicas das empresas são afetadas pelas oportunidades de investimento e as ações das suas concorrentes. Imai e Watanabe propõem um modelo de opções reais para determinar a decisão de investimento ótima de uma empresa, considerando um jogo de múltiplos estágios com duas firmas sob um processo trinomial multiperíodo em um modelo discreto. Utilizamos o modelo de Imai e Watanabe para determinar o momento estratégico ótimo para investimento em uma nova tecnologia em função da variação do custo de investimento e da demanda inicial, considerando duas empresas concorrentes no

mercado brasileiro de telecomunicações, onde uma empresa é líder (L) e a outra é seguidora (S). Considerando que ambas as empresas já atuam no mercado e pretendem investir em uma nova tecnologia que permitirá a expansão dos seus negócios, determinamos a curva de gatilho do custo do investimento e da demanda inicial dos serviços que delimitam a estratégia de investimento ótima da empresa líder. Palavras-chave: Opções reais; Teoria de Jogos; Telecomunicações; Árvore Trinomial.

TOMAZONI, Tarcisio. **Proposta de um modelo para valoração econômica de marcas – brand valuation - de empresas brasileiras de capital fechado, sem comparáveis de capital aberto, através do modelo de Opções Reais**: o caso do Instituto Cenecista Fayal de Ensino Superior (IFES). 2007. 271 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. Orientador: Emilio Araujo Menezes. **Resumo**: Este trabalho teve como intenção básica apresentar uma metodologia de mensuração do valor econômico de marcas de empresas brasileiras de capital fechado (uma vez que a maior parte dos modelos estudados e aplicada apenas a empresas com ações publicamente negociadas), utilizando o modelo de opções reais como uma evolução do modelo do fluxo de caixa descontado. Hipótese aceita nesse exercício acadêmico e a de que os ativos intangíveis são hoje os grandes responsáveis pela geração de valor das corporações e que a marca é um desses principais ativos. O modelo se apropria da abordagem da empresa inglesa de consultoria *BrandFinance*, acrescentando o tratamento dado pelo Professor Aswath Damodaran (2003) ao cálculo das taxas de desconto de empresas de capital fechado, sem comparáveis de capital aberto, além de seguir a metodologia sugerida por Copeland e Antikarov (2002) para a utilização das opções reais na inclusão da flexibilidade. Como direcionadores de valor da marca, são utilizadas as propostas de Aaker (1998) e Keller (1993). Os procedimentos apresentados foram testados na valoração econômica da marca “IFES”, sigla do Instituto Cenecista Fayal de Ensino Superior, unidade de ensino superior privada, localizada na cidade de Itajaí (SC), mantida pela CNEC (Campanha Nacional de Escolas da Comunidade), um dos maiores grupos educacionais do Brasil e o maior movimento de educação comunitária da América Latina. Os resultados foram construídos a partir da elaboração de um caso-base (valor presente dos fluxos de caixa da marca, sem a inclusão da flexibilidade), que estipulou um valor de R\$ 2.109.938,23. Relaxamento nas hipóteses de construção das taxas de desconto da empresa e da marca (taxas livres de risco, retornos da carteira de mercado, coeficiente de risco da marca, correlação entre os mercados acionário e educacional, dados nacionais ou de mercados maduros), originou faixas de valores para o caso-base que chegaram a um Máximo de R\$ 12.430.317,65. Dados históricos das principais variáveis de incerteza consideradas para a empresa (medias e desvios dos números de entrantes e desistentes, do múltiplo do lucro atribuído a marca e do risco percebido da marca) deram base a construção de uma árvore de eventos. Duas opções a gerencia foram consideradas: a opção de extensão da marca (endosso de investimentos no setor de gráfica e editora) e a opção de abandono (cessão de atividades a terceiros, com o consequente pagamento de royalties pela exploração da marca). Tais opções, trazidas a valor presente, adicionaram outros R\$ 1.227.456,24 ao valor da marca “IFES”, demonstrando que a flexibilidade tem a capacidade de alterar o padrão dos fluxos de caixa de um ativo e, consequentemente, seu valor. Palavras-chave: ativos intangíveis; valoração econômica de marcas; setor educacional brasileiro; opções reais.

TOMIYA, Alberto Toyohiko. **Potencialidade da utilização das Opções Reais no orçamento de capital para mensuração de ativos**. 2004. 219 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004. Orientador: Nilton Cano Martin. **Resumo**: A Mensuração de Ativos tem grande importância na Contabilidade Gerencial. Como o objetivo da Contabilidade Gerencial é oferecer informações úteis para usuários internos ajudando-os a tomar a melhor decisão, a Mensuração de Ativos contribui para quantificar a mudança neste valor. Dependendo da mudança no valor do ativo, a empresa pode tomar decisões para ajustar a performance com o objetivo de retornar ao planejamento estratégico original. Por outro lado, hoje nos vivemos em um mundo incerto. E o mundo está ficando cada vez mais incerto, dia a dia. Então, a quantificação do risco deve ser incluída na Mensuração de Ativos, que é incluída através da Mensuração da Flexibilidade Gerencial, a mais importante tarefa deste trabalho. Portanto, este trabalho foca na Mensuração de Ativos que contribui para a Contabilidade Gerencial, incluindo a Quantificação do Risco. Para fazer isto, Vários Conceitos de Mensuração de Ativos são analisados e vários métodos quantitativos são apresentados. Outro ponto importante é que a Contabilidade Gerencial não trata a Quantificação de Risco tão profundamente no seu campo de pesquisa. Mais ainda, esse trabalho tem por objetivo introduzir a Quantificação de Risco para a Comunidade de Contabilidade Gerencial. Como a Contabilidade Gerencial tem por objetivo fornecer modelos para o usuário tomar a melhor decisão em uma situação prática, um estudo de caso foi realizado para aplicar e analisar os conceitos da pesquisa bibliográfica. Finalmente, os resultados deste estudo de caso são analisados e futuros campos de pesquisa são especificados.

TORRES, Rodrigo Correa. **Avaliação de portfólios de contratos de compra e venda de energia elétrica**: uma

abordagem pela Teoria de Opções. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. Orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. **Resumo:** O Ambiente de Contratação Livre proporcionou uma continuidade do processo de livre concorrência de mercado iniciado com a reestruturação do setor elétrico em 1997. A mudança de um regime baseado em contratos de suprimento renováveis para uma estrutura baseada em preços dados por um mercado competitivo, expõe as empresas do setor elétrico brasileiro à volatilidade do mercado de eletricidade. Neste novo ambiente, as empresas devem gerenciar os riscos associados às suas operações. Devido às características singulares do setor elétrico brasileiro, o gerenciamento de risco é um grande desafio para os próximos anos. Por outro lado, com a liberdade de negociação permitida pelo segmento de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre, os contratos de compra e venda de energia elétrica passaram a adaptar-se às necessidades de mercado com a incorporação de flexibilidades que viessem a mitigar os riscos com relação à demanda por energia elétrica e principalmente com relação ao preço. Dentro desse contexto, foi desenvolvido um modelo de avaliação de portfólio de contratos de compra e venda de energia elétrica, incorporando as flexibilidades inerentes a atividade de comercialização, de forma a quantificar os riscos associados a esta atividade e determinar o valor adicionado ao portfólio pelas flexibilidades. O caso estudado é fictício, mas é um exemplo típico na área de comercialização de energia elétrica dentro deste novo modelo. Palavras-chave: Avaliação de Portfólios; Análise de Risco; Simulação de Monte Carlo; Avaliação de Opções.

VALE, Silvio Franklin. **Precificação de flexibilidades gerenciais em plantas GTL utilizando a metodologia de Opções Reais.** 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** O objetivo da presente dissertação é capturar o valor da opção de parada temporária que uma planta GTL oferece em cenários econômicos desfavoráveis para mantê-la operando. Desta forma, o autor considera que a metodologia das opções reais é a mais indicada para avaliar tal flexibilidade, sendo assim, o objetivo principal deste estudo é a análise da opção de parar temporariamente através da utilização do processo estocástico (Movimento geométrico Browniano) e a correlação de Cholesky entre cada input e os outputs da planta. O autor acredita que os resultados desta dissertação podem auxiliar os gestores que enxergam flexibilidades em seus projetos a antecipar prejuízos prolongados em cenários desfavoráveis para manter uma planta funcionando. Palavras-chave: Análise de investimentos; teoria das opções reais; processos estocásticos; movimento geométrico Browniano; correlação; simulação de Monte Carlo.

VALENTE, Débora Nogueira Ramalho. **Decisões de investimentos em condições de incerteza: uma abordagem com Opções Reais.** 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. Orientador: Aquiles Elie Guimarães Kalatzis. **Resumo:** Com a intensificação da competitividade do mercado, empresas que realizam escolhas equivocadas podem comprometer significativamente sua atuação. Portanto, para se destacar dentre as demais, decisões não mais podem ser intuitivas e perdas tornam-se inadmissíveis. Sob o aspecto financeiro, a análise apropriada de projetos de investimento é fundamental para o crescimento solidificado da firma. Quando questionados sobre a implantação de determinado projeto, gestores adeptos de diferentes métodos de análise de investimento tendem a tomar a mesma decisão. Porém, ao depararem-se com uma diversidade de projetos de investimento, métodos usuais de análise de investimento causam divergências, conturbando o processo decisório. Ao priorizar algum projeto de investimento, aparentemente atraente economicamente, em detrimento de outros, a firma pode vir a sofrer prejuízos financeiros, decorrentes de características relevantes desconsideradas pelos métodos usualmente utilizados. A partir da análise crítica de métodos determinísticos, métodos que apreciam a incerteza e métodos que consideram a flexibilidade dos projetos, tornou-se factível a retificação da tomada de decisão na comparação entre investimentos. Assim, adequações dos métodos usuais de análise de investimento foram apresentadas como forma de conduzir a resultados mais eficientes. Nesse sentido, o presente trabalho desenvolve os conceitos de Valor Presente Líquido Equivalente (VPLE) e Taxa Interna de Retorno Equivalente (TIRE), como métodos determinísticos voltados exclusivamente para a tomada de decisão diante de diversas opções de investimento. Em seguida, com a flexibilização de tais conceitos, determina-se o conceito de Opções Reais Equivalentes como principal ferramenta para a comparação parametrizada de projetos de investimento. Para a verificação de sua contribuição na análise econômica, um estudo de caso foi realizado e seus resultados comparados com aqueles esperados pelos métodos tradicionais. Logo, concluiu-se que, ao avaliar projetos sob as mesmas condições de contorno, diferentes ferramentas levam a semelhantes resultados. Porém, a parametrização das variáveis e a flexibilização permitida pelas Opções Reais Equivalentes adicionam valor ao investimento e, consequentemente, à empresa. Palavras-chave: Decisões de investimento, Valor Presente Líquido Equivalente (VPLE), Taxa Interna de Retorno Equivalente (TIRE), Opções Reais Equivalentes, Incerteza, Flexibilidade.

VALLADÃO JUNIOR, Newton. **Opções Reais:** testes de aplicabilidade do *least squares* Monte Carlo (LSM). 2007. 43 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças - FUCAPE. Espírito Santo. 2007. Orientador: Leonardo Lima Gomes. **Resumo:** Esta pesquisa testa a aplicabilidade da metodologia desenvolvida por Longstaff & Schwartz (2001) conhecida como Least Squares Monte Carlo (LSM) em um problema específico de opção real de abandono (de uma máquina ou projeto). Essa opção real é comparada a uma opção financeira do tipo americana, que pode ser exercida a qualquer momento até a data de vencimento, o que eleva a dificuldade de avaliação devido às incertezas e as decisões que tem que ser tomadas constantemente entre exercer o direito da opção (abandonar) ou continuar com a opção para exercê-la no futuro. Essa pesquisa foi desenvolvida através da modelagem do algoritmo Binomial, aplicando ao problema clássico de opção real de abandono, chegando aos mesmos resultados citados por Dixit & Pindyck (1994). Foi desenvolvido também o modelo LSM testando para o exemplo numérico citado no artigo dos autores (Longstaff & Schwartz, 2001) e comparando com a Binomial, e aplicado o modelo LSM no problema de opção real. No entanto, pôde-se concluir que, a metodologia do LSM não pode ser aplicada a um tipo de opções reais (abandono de máquina ou projeto).

VIDAL, Alexandre Panza. **Avaliação de projeto de mineração aplicando a Teoria de Opções Reais.** 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Orientador: Luiz Felipe Jacques da Motta. Coorientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. **Resumo:** A demanda por commodities mineral e energético no mundo vem sofrendo um forte aumento nos últimos anos causado principalmente pelo crescimento da economia chinesa. No setor de minério de ferro movimentos de aquisições e consolidações são cada vez mais frequentes pois grandes grupos siderúrgicos buscam, por meio de aquisições, garantir o fornecimento de seu principal insumo e se proteger contra a forte variação do preço no mercado e, por outro lado, empresas de mineração, ao se consolidarem, se protegem contra essas ameaças. A avaliação de novos projetos de mineração é fundamental para identificar o valor da empresa ao considerarmos que uma empresa de mineração é um portfólio de projetos. Dada as características de alguns projetos de mineração, o uso da Teoria de Opções Reais permite uma avaliação mais eficiente do valor destes projetos em função das flexibilidades gerenciais e incertezas de mercado. Esta dissertação procura rever e aplicar os conceitos de opções reais utilizando a probabilidade neutra ao risco e processo estocástico com *drifts* de crescimento da variável de incerteza através de um projeto de mineração hipotético com a opção de expandir sua capacidade em um prazo de 5 anos. Palavras-chave: Opções Reais; Análise de Projetos; Análise de Decisões.

VIEIRA, Eduardo Ferraz de Lima. **Avaliação de projetos de investimento em plantas XTL utilizando a Teoria de Opções Reais:** estudo de caso do projeto XTL. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Orientador: José Paulo Teixeira. **Resumo:** A demanda por commodities mineral e energético no mundo vem sofrendo um forte aumento nos últimos anos causado principalmente pelo crescimento da economia chinesa. No setor de minério de ferro movimentos de aquisições e consolidações são cada vez mais frequentes pois grandes grupos siderúrgicos buscam, por meio de aquisições, garantir o fornecimento de seu principal insumo e se proteger contra a forte variação do preço no mercado e, por outro lado, empresas de mineração, ao se consolidarem, se protegem contra essas ameaças. A avaliação de novos projetos de mineração é fundamental para identificar o valor da empresa ao considerarmos que uma empresa de mineração é um portfólio de projetos. Dada as características de alguns projetos de mineração, o uso da Teoria de Opções Reais permite uma avaliação mais eficiente do valor destes projetos em função das flexibilidades gerenciais e incertezas de mercado. Esta dissertação procura rever e aplicar os conceitos de opções reais utilizando a probabilidade neutra ao risco e processo estocástico com *drifts* de crescimento da variável de incerteza através de um projeto de mineração hipotético com a opção de expandir sua capacidade em um prazo de 5 anos. Palavras-chave: Opções Reais; Análise de Projetos; Análise de Decisões.

ZEN, Maria José de Camargo Machado de. **Avaliação e gerenciamento de investimentos na indústria de carnes:** uma abordagem das Opções Reais na consideração do risco. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005. Orientador: Fábio Frezatti. **Resumo:** Um dos principais objetivos da administração financeira é gerar valor aos proprietários através de decisões que maximizem o valor da empresa. Desta maneira, as decisões de investimento vêm ganhando importância nos meios acadêmicos e empresariais devido a sua importância na criação de valor. Nos investimentos em que o nível de risco é bastante elevado e, principalmente, onde há possibilidades de os gestores interagirem com estes riscos através da aquisição de alguma forma de proteção que minimize as perdas futuras, este gerenciamento pode agregar valor ao negócio, trazendo benefícios percebidos. No entanto, existe o custo de implantação desta proteção. Neste sentido, este trabalho procurou mensurar o valor agregado por uma estratégia de proteção que assegure a criação de valor a cada período, buscando, assim, dar

subsídios aos gestores para que verifiquem se a implantação desta é ou não viável ao negócio. Para mensurar esta estratégia, foi utilizado o conceito de opções reais, no qual o “*hedge*” é visto como um “seguro” sobre o valor do investimento durante um ano, tendo como parâmetro a criação de valor proposta no modelo de Ohlson (1995). Esta abordagem foi aplicada na avaliação e gerenciamento do investimento numa indústria frigorífica, através da metodologia de estudo de caso. Os resultados mostraram que esta estratégia pode agregar valor ao investimento, mas que este valor depende do nível de exposição ao risco da empresa, bem como da volatilidade dos fatores que afetam este valor.