



Fernando Souza de Moura Ribeiro

**Avaliação de projetos de incorporação
imobiliária sob incerteza**

Uma abordagem por opções reais

Dissertação de Mestrado (Opção profissional)

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Figueiredo Pinto

Rio de Janeiro, Agosto de 2004



Fernando Souza de Moura Ribeiro

**Avaliação de projetos de incorporação
imobiliária sob incerteza**
Uma abordagem por opções reais

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto

Orientador
Departamento de Administração, PUC-Rio

Prof. Walter Lee Ness, Jr.

Departamento de Administração, PUC-Rio

Prof. Eduardo Facó Lemgruber
COPPEAD, UFRJ

Prof. João Pontes Nogueira

Vice-Decano de Pós-Graduação do CCS - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 30 de agosto de 2004

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Fernando Souza de Moura Ribeiro

Graduou-se em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas e em Produção, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 2001. No âmbito profissional atuou nas seguintes empresas: Easycae Designer S.A., GAFISA S.A. e Protest Administração e Empreendimentos Ltda.

Ficha Catalográfica

Ribeiro, Fernando Souza de Moura

Avaliação de projetos de incorporação imobiliária sob incerteza: uma abordagem por opções reais / Fernando Souza de Moura Ribeiro ; orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Administração, 2004.

100 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração.

Incluí referências bibliográficas.

1. Administração – Teses. 2. Mercado imobiliário. 3. Opções reais. 4. Incerteza. 5. Árvore binomial. 6. Risco. 7. Flexibilidade. I. Pinto, Antonio Carlos Figueiredo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Dedico este trabalho à:
Meu super-herói da infância, meu ídolo da adolescência, meu maior professor e
melhor amigo da vida toda: meu pai.

Agradecimentos

Ao Professor Orientador Dr. Antonio Carlos Figueiredo Pinto, por sempre mostrar o melhor caminho, pelas sugestões dadas, todos os comentários e debates para que esse trabalho tomasse sua forma final, e pela liberdade de criação proporcionada;

Aos Professores Dr. Walter Lee Ness Jr. e Dr. Eduardo Facó Lemgruber, pelos comentários construtivos tanto no seminário de apresentação do projeto de dissertação como na defesa da mesma;

Ao Professor Dr. Luiz Felipe Jacques da Motta, por todos os bate papos durante todo o curso e pelas questões levantadas sempre desafiantes e enriquecedoras;

Aos professores e funcionários do departamento de administração, pelo apoio e enriquecimento acadêmico e aos demais professores que ajudaram a me formar, pela dedicação e ensinamentos que sempre me lembrarei;

Aos meus colegas e amigos do mestrado da PUC-Rio, por suas companhias e amizades e pelo convívio sempre muito agradável;

À todo o pessoal da GAFISA S.A., principalmente aos Srs. Flávio Gulden Boiteux e Francisco Eduardo de Gusmão Lobo Pedroso, e à Sra. Laura Maria Zoli Tassinari, pela transmissão de seus conhecimentos e vivência no mercado imobiliário;

Aos meus amigos, pelo incentivo, interesse e momentos de distração, em especial, aos amigos Marcus Vinicius Ferrero Valpassos e Flávio Wrobel pelos diversos bate papos sobre o mercado imobiliário;

À minha mãe, Suely, e meu pai, Francisco, por terem sempre me apoiado e proporcionado tudo para que chegasse até aqui. À minha irmã, Samantha, e à toda minha família, pelo apoio e incentivo durante toda a minha formação acadêmica. À minha namorada, Mariane, pela compreensão e carinho.

Resumo

Ribeiro, Fernando Souza de Moura. **AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INCORPORAÇÃO IMOBILIÁRIA SOB INCERTEZA: Uma Abordagem por Opções Reais**. Rio de Janeiro, 2004. 100p. Dissertação de Mestrado (Opção profissional) - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

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 freqüentemente 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.

Abstract

Ribeiro, Fernando Souza de Moura. **REAL ESTATE PROJECT VALUATION UNDER UNCERTAINTY: A Real Options Approach**. Rio de Janeiro, 2004. 100p. MSc. Dissertation - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In an enterprise scope, one critical step in the decision making process is the determination of potential investments feasibility and priority. Worldwide the most accepted method for evaluating a project is the Discounted Cash Flow (DCF), where the value of the project is given by the Net Present Value (NPV). However, the DCF does not reflect the value of managerial action, which maximizes results, assuming implicitly that the firm manages its real assets (projects) passively. Therefore, this method is too limited to deal with uncertainties and flexibilities and often leads to wrong decisions. Considered by many respected authors as a new paradigm in investment valuation, the Real Options Theory is viewed as a complement to standard DCF analysis which bridges the gap between strategic intuition and analytical rigor. This work aims not only to introduce some of the many flexibilities that exist in real estate development projects, but also to show how to evaluate projects in a simple and intuitive manner suitable for the investment decisions that developers face day by day. The Real Options approach provides the understanding of the flexibilities and uncertainties inherent to the project development process, assisting in contract making with third parties, as well as providing precious insights about businesses and strategic investments, insights that are more important than ever given the rapid pace of economic change.

Keywords

Real Options, Flexibility, Uncertainty, Risk, Development, Real Estate, Construction, Valuation, Binomial Tree, Project.

Sumário

1 . Introdução	14
1.1. O Problema	14
1.2. Objetivos	16
1.3. Relevância	17
1.4. Delimitações	18
1.5. Estruturação	19
2 . Referencial Teórico	20
2.1. A Regra Clássica ou Teoria Ortodoxa	20
2.2. A Teoria de Opções	23
2.3. A Teoria de Black & Scholes	26
2.3.1. O Comportamento dos Preços do Ativo Subjacente	27
2.3.2. O Lema de Itô	29
2.3.3. Hipótese de Não Arbitragem	30
2.3.4. A Equação Diferencial Parcial de Black & Scholes	31
2.3.5. A Solução de Black & Scholes	33
2.3.6. Avaliação Neutra ao Risco	33
2.4. O Método Binomial	34
2.5. Limitações do Método	37
2.5.1. Neutralidade ao risco	37
2.5.2. Horizonte de Tempo	38
2.5.3. Opções Compartilhadas e Competição	38
2.5.4. Inter-relação de Opções	39
2.5.5. O Poder da Gerência	39
2.5.6. Restrições do Modelo de Black & Scholes	39
2.6. Hipótese de Negação do Ativo Negociado	40
2.7. Preços Antecipados Flutuam Aleatoriamente	41
2.8. Pensamento Estratégico e as Opções Reais	42
2.8.1. Opções Reais e as Escolas Posicionamento e Resource Based	42
2.8.2. Gerenciamento Baseado em Valor	44
2.9. A Literatura de Opções Reais no Mercado Imobiliário	44
3 . Metodologia	47
3.1. Tipo de Pesquisa	47
3.2. Universo e Amostra	48

3.3. Coleta de Dados	49
3.4. O Modelo	49
3.4.1. Particularidades do Setor Analisado	50
3.4.1.1. Retorno de Ativos Imobiliários	50
3.4.1.2. Densidade Ótima	52
3.4.1.3. Os Riscos	53
3.4.1.4. Os Investimentos	55
3.4.1.5. Os Momentos	55
3.4.2. A Modelagem	56
3.4.2.1. As Variáveis	57
3.4.2.2. O Método de Monte Carlo	58
3.4.2.3. A Determinação da Volatilidade	59
3.4.2.4. O Método de Copeland & Antikarov	61
4 . Opções no Mercado Imobiliário	62
4.1. Exclusividade	62
4.2. Direito de Primeira Recusa	67
4.3. Possibilidade de Adiar	68
4.3.1. Considerações sobre o Timing do Investimento	68
4.3.2. O momento ótimo de investimento	70
4.4. Possibilidade de Abandonar	72
4.5. Possibilidade de Contrair	75
4.6. Investimento Seqüencial	79
4.6.1. Possibilidade de Fracionar	79
4.6.2. Possibilidade de Expandir	84
4.6.3. Possibilidade de Expandir com Opções de Exclusividade	88
4.7. Opção de Conversão	90
5 . Conclusões	92
5.1. Contribuições da Dissertação	92
5.2. Recomendações para Futuras Pesquisas	93
6 . Referências Bibliográficas	95
ANEXO I	99

Lista de Figuras

Figura 1 : Fluxo de Caixa do Projeto em R\$ mil (item 4.1)	63
Figura 2: Distribuição de Probabilidade do VPL (item 4.1)	65
Figura 3: Distribuição de Probabilidades dos Retornos - (item 4.1)	65
Figura 4: Fluxo de Caixa do Projeto em R\$ mil (item 4.5)	76
Figura 5: Distribuição de Probabilidade do VPL (item 4.5)	77
Figura 6: Distribuição de Probabilidades dos Retornos - (item 4.5)	77
Figura 7: Fluxo de Caixa do Projeto em R\$ mil (item 4.6)	80
Figura 8: Distribuição de Probabilidade do VPL (item 4.6)	81
Figura 9: Distribuição de Probabilidades dos Retornos - (item 4.6)	81

Lista de Tabelas

Tabela 1 : Árvore Binomial do Ativo (itens 4.1 e 4.2)	66
Tabela 2: Árvore Binomial do Derivativo (itens 4.1 e 4.2)	66
Tabela 3 : Valor do Ativo em Função da Vida da Opção	67
Tabela 4: Probabilidade de Ocorrência da Vida da Opção	67
Tabela 5: Árvore Binomial do Ativo (item 4.3)	71
Tabela 6: Árvore Binomial do Derivativo (item 4.3)	71
Tabela 7 : Árvore Binomial de Decisões (item 4.3)	71
Tabela 8: Árvore Binomial do Ativo (item 4.4)	74
Tabela 9: Árvore Binomial do Derivativo com opção de abandono (item 4.4)	74
Tabela 10: Árvore Binomial do Derivativo sem opção de abandono (item 4.4)	74
Tabela 11 : Árvore Binomial de Decisões (item 4.4)	74
Tabela 12: Árvore Binomial do Ativo (item 4.5)	78
Tabela 13: Árvore Binomial do Derivativo (item 4.5)	78
Tabela 14: Árvore Binomial de Decisões (item 4.5)	79
Tabela 15: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.1)	82
Tabela 16: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.1)	82
Tabela 17: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 2 Anos (item 4.6.1)	83
Tabela 18: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 2 Anos (item 4.6.1)	83
Tabela 19: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.1)	83
Tabela 20: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.1)	83
Tabela 21: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.2)	85
Tabela 22: Árvore Binomial do Valor do Terreno - Opção de 1 Ano (item 4.6.2)	85
Tabela 23: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.2)	85
Tabela 24: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 2 Anos (item 4.6.2)	86
Tabela 25: Árvore Binomial do Valor do Terreno - Opção de 2 Anos (item 4.6.2)	86
Tabela 26: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 2 Anos (item 4.6.2)	86
Tabela 27: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.2)	86
Tabela 28: Árvore Binomial do Valor do Terreno - Opção de 3 Anos (item 4.6.2)	87

Tabela 29: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.2)	87
Tabela 30: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.3)	88
Tabela 31: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 2 Anos (item 4.6.3)	89
Tabela 32: Árvore Binomial do Derivativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.3)	89
Tabela 33: Árvore Binomial do Ativo (item 4.7)	91
Tabela 34: Árvore Binomial do Derivativo (item 4.7)	91
Tabela 35: Árvore de Decisões (item 4.7)	91
Tabela 36: Sumário das Opções Identificadas	93
Tabela Anexo 1: Taxa Livre de Risco Real	99

Lista de Símbolos

Exceto quando o texto indicar em contrário:

FCD – Fluxo de Caixa Descontado;

VPL – Valor Presente Líquido;

VP – Valor Presente;

EVA[®] - *Economic Value Added*, marca registrada da Stern Stewart;

TOR – Teoria de Opções Reais;

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento;

WACC – Custo Médio Ponderado do Capital;

CAPM – Capital Asset Pricing Model;

S – Valor do um ativo, ação ou projeto;

S_t – Valor de um ativo, ação ou projeto num instante de tempo t ;

dS – incrementos no valor de um ativo, ação ou projeto;

X – Preço de exercício da opção;

z – Processo de Wiener;

dz – incrementos de um processo de Wiener;

t, T – Instantes ou períodos de tempo, vida da opção;

dt – incremento temporal;

Π – Uma carteira de ativos;

$d\Pi$ – Variação na carteira de ativos;

r, r_f - taxa livre de risco;

δ - Dividendo pago ou custo da espera;

σ - Volatilidade, desvio-padrão;

σ^2 – Variância de uma distribuição de probabilidades;

μ - Média de uma distribuição de probabilidades;

$N(0,1)$ – Indica uma distribuição normal padrão;

$N(\mu, \sigma)$ – Indica uma distribuição normal de média μ e desvio padrão σ ;

n, N – Indicam quantidade (de ativos ou de intervalos);

a – *drift* num movimento browniano;

b – taxa de variância num movimento browniano;

C – Prêmio de uma opção;

dC – incrementos no prêmio de uma opção;

$N(\cdot)$ – Indica distribuição normal acumulada;

u – Movimento ascendente numa árvore binomial;

d – Movimento descendente numa árvore binomial;
 S_u – Valor do ativo após um movimento ascendente;
 S_d – Valor do ativo após um movimento descendente;
 p - probabilidade de um movimento de subida num mundo neutro ao risco;
 q - probabilidade de um movimento de subida num mundo avesso ao risco;
 K_e – Retorno esperado;
 A_t – Aluguel pago no instante t ;
 V_t – Preço de um ativo num instante de tempo t ;
 V_0, V_i – Preço inicial de um ativo;
 V_f – Preço final de um ativo;
 g – Taxa de crescimento, de valorização de um ativo.

“Entre os escritos de Aristóteles se encontra a história de Tales, o filósofo sofista que viveu na ilha de Mileto, no Mediterrâneo. Conta que Tales leu as folhas de chá e as interpretou como uma previsão de abundante colheita de azeitonas naquele ano. De fato, a perspectiva era tão promissora, que Tales pegou as economias de toda sua vida, uma quantia modesta, e negociou, mediante pagamento de todas as suas poupanças, com os donos das prensas de azeitonas, para que lhe garantissem o direito de alugar, na época da colheita, suas prensas pelo preço habitual. E foi isso o que aconteceu, a safra superou todas as expectativas e, quando os plantadores de oliveiras acorreram às prensas para extrair o precioso azeite, lá estava Tales. Pagou aos donos das prensas o aluguel usual, como rezava o contrato, mas cobrou, dos plantadores o preço de mercado – uma quantia bem mais elevada – pelo uso das prensas, cuja demanda estava em alta”.

Exemplo mais antigo de um contrato de opção real (extraído de Copeland e Antikarov 2002).