

Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro



Debora Pires de Souza Petroni

**Análise do Mercado Imobiliário: Uma abordagem pela
Teoria das Opções Reais e Teoria dos Jogos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Carlos Patrício Samanez

Rio de Janeiro
Março de 2010



Debora Pires de Souza Petroni

**Análise do Mercado Imobiliário: Uma abordagem pela
Teoria das Opções Reais e Teoria dos Jogos**

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

Prof. Carlos Patrício Samanez

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Paulo Teixeira

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Guilherme Marques Calôba

Petrobras

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 29 de Março de 2010

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

Debora Pires de Souza Petroni

Graduou-se em Engenharia Civil com Ênfase em Estruturas e em Engenharia de Produção Civil pela PUC-Rio. Durante a graduação, estagiou no TecGraf, atuando no desenvolvimento de software geológico nas linguagens C e C++, no BNDES, em acompanhamento de projetos e em seguida na DBI Empreendimentos, onde era responsável pelo estudo de viabilidade de projetos imobiliários. Depois de graduada, trabalhou na TIM Brasil, atuando no planejamento e controle de CAPEX e então se desligou da empresa para ingressar no Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio para a obtenção do título de Mestre.

Ficha Catalográfica

Petroni, Debora Pires de Souza

Análise do mercado imobiliário: uma abordagem pela teoria das opções reais e teoria dos jogos / Debora Pires de Souza Petroni ; orientador: Carlos Patrício Samanez. – 2010.

138 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Opções reais. 3. Teoria dos jogos. 4. Jogos de opções. 5. Incorporação. 6. Flexibilidade. 7. Concorrência. 8. Incertezas. 9. Risco. 10. Construção. I. Samanez, Carlos Patrício. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Ao meu marido Luciano,
por estar sempre presente e participante, dando apoio e carinho.

Agradecimentos

À CAPES e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Carlos Patrício Samanez, por seu carinho, sua orientação, seus comentários e ensinamentos, por sua enorme paciência e liberdade de criação proporcionada. Por transformar as reuniões de tese em conversas estimulantes.

Aos Professores Tara Keshar Nanda Baidya, por serem motivo de muita admiração.

Ao Professor Nélio Pizzolato, por sua amizade, pelas conversas, por seu incentivo e por suas aulas divertidas.

Ao Professor Marco Antonio Guimarães Dias, pelas suas pesquisas nas áreas de Teoria dos Jogos e Opções Reais, por suas aulas e planilhas elucidativas.

Ao amigo, Professor Guilherme Marques Calôba, por seus livros, conselhos e incentivo.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio, pelos ensinamentos e pela ajuda no enriquecimento da minha formação acadêmica.

Àqueles que contribuíram na disponibilidade de dados para os estudos apresentados, em especial à ADEMI RJ.

Aos colegas de mestrado, especialmente Frances Blank, Augusto Reis e Rafael Ferraz, que me divertiram, me ajudaram a superar os desafios, me apoiaram e

comemoraram comigo cada conquista.

Ao amigo Fernando Ribeiro, pelo apoio e esclarecimentos durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais Vivian e Dante, por seu carinho, amor e dedicação, e pelas oportunidades que sempre me proporcionaram. Aos meus irmãos Marcos e Laura, que são muito importantes para mim.

Ao meu marido Luciano e sua família maravilhosa, pelo carinho e companhia.

Aos queridos avós, Ruth, Américo e Yolanda, que durante toda a convivência, me ensinaram como ser uma pessoa correta, amável e feliz, e ao meu avô Waldir que ainda me proporciona essa alegria e aprendizado.

Resumo

Petroni, Debora Pires de Souza; Samanez, Carlos Patrício. **Análise do Mercado Imobiliário: Uma abordagem pela Teoria das Opções Reais e Teoria dos Jogos.** Rio de Janeiro, 2010. 138 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

No ramo imobiliário, a tomada de decisão deve ser rápida e precisa. São muitas as incertezas que podem afetar um projeto. Por isso, o Estudo de Viabilidade é fator determinante de sucesso ou fracasso de uma incorporação. Hoje o método de análise largamente utilizado é o do Fluxo de Caixa Descontado (FDC), onde o valor do projeto e seus parâmetros de resultado baseiam-se no Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo. Porém, este método não considera as diferentes decisões gerenciais que podem ser tomadas durante a vida útil do empreendimento em função de novas informações adquiridas ao longo do tempo. A decisão gerencial pode atuar mudando o rumo do empreendimento de maneira a maximizar os resultados a serem obtidos e mensurar seu real valor. Este trabalho se propõe a, de forma simples, introduzir a ferramenta de análise pela Teoria de Opções Reais (TOR), abordada na literatura, mas ainda negligenciada pelo mercado imobiliário. Esta teoria utilizada isoladamente não é capaz de retratar o dia-a-dia do incorporador. No mercado, a TOR torna-se falha utilizada sem a abordagem da Teoria dos Jogos, por não considerar os efeitos nocivos da concorrência nos objetivos da empresa. Sendo assim, o objetivo foi não só auxiliar na melhor avaliação de projetos pela TOR, considerando incertezas das mudanças econômicas mundiais e flexibilidade de tomada de decisão na maximização do resultado, como também analisar pela Teoria dos Jogos, a influência dos concorrentes nos objetivos inerentes ao projeto.

Palavras-chave

Opções Reais; Teoria dos Jogos; Jogos de Opções; incorporação; flexibilidade; concorrência; incertezas; risco; construção.

Abstract

Petroni, Debora Pires de Souza; Samanez, Carlos Patrício (Advisor). **Real Estate Analysis: a Real Option and Game Theory approach.** Rio de Janeiro, 2010. 138 p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In Real Estate, the decision must be fast and accurate. There are many uncertainties that may affect projects. Therefore, the economic feasibility study is a critical factor of success or failure of an estate project. Currently the widely used analytical method is the discounted cash flow, in which the project's outcome and value are based on Net Present Value of the cash flow. However, this method does not consider the various management decisions that may be taken during the project life. The management decision may influence changing the course of estate development to maximize the financial results and measure their real value. This work aims to, in a simple way, introduce the analytical tool for Real Options Theory (ROT), discussed in the literature, but still neglected by the real estate market. This theory used in isolation isn't able to portray the developers daily. In the real estate market, the ROT becomes incorrect used without the Game Theory concepts, disregarding the competition effect's on the company's goals. Therefore, this work goes beyond a better project assessment through ROT, considering economic uncertainties and flexibility on decision making, but also considering the perspective of game theory, adding the influence of competitors actions on projects' goals.

Keywords

Real Options; Game Theory; Option Games; real estate; flexibility; competition; uncertain; risk; construction.

Sumário

1 . INTRODUÇÃO	13
2 . O MERCADO IMOBILIÁRIO BRASILEIRO.....	16
2.1. HISTÓRICO.....	16
2.2. OPINIÃO – DECLÍNIO E ASCENSÃO.....	17
2.3. ÍNDICE IMOB.....	20
2.4. AMBIENTE CONCORRENCIAL.....	22
3 . POSICIONAMENTO DA DISSERTAÇÃO NO CONTEXTO DA AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA PELA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS E TEORIA DOS JOGOS	27
3.1. TEORIA TRADICIONAL DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	27
3.2. A TEORIA DE OPÇÕES REAIS	30
3.3. TEORIA DAS OPÇÕES REAIS APLICADA NO MERCADO IMOBILIÁRIO	32
3.3.1. <i>Urban Land Prices under Uncertainty (Titman-1985)</i>	32
3.3.2. <i>Tempo para Construir, Valor da Opção e Decisões de Investimentos (Majd e Pindyck-1987)</i>	34
3.3.3. <i>Real Estate Development as an Option (Williams-1991)</i>	35
3.3.4. <i>Aplicação de Opções Reais no Mercado Imobiliário Residencial com Enfoque na cidade do Rio de Janeiro (Medeiros-2001)</i>	35
3.3.5. <i>Avaliação de projetos de incorporação imobiliária sob incerteza (Ribeiro-2001)</i>	36
3.3.6. <i>Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: Gerenciamento de risco e Opções Reais (Barbosa-2005)</i>	37
3.4. TEORIA DOS JOGOS.....	37
3.5. JOGOS DE OPÇÕES	39
3.5.1. <i>Real Options and Games: Competitions, alliances and other applications of valuation and strategy (Smit & Trigeorgis – 2006)</i>	39
3.5.2. <i>Option Exercise Games: An application to the equilibrium investment strategies of firms (Grenadier - 2002)</i>	40
4 . METODOLOGIA	41
4.1. SELEÇÃO DE DADOS	41
4.2. LOCALIZAÇÃO	41
4.3. ESTUDO DE CASO E APLICAÇÃO DAS TEORIAS FINANCEIRAS	43
4.3.1. <i>Relevância da aplicação da Teoria de Opções Reais</i>	43
4.3.2. <i>Relevância da aplicação da Teoria dos Jogos</i>	46
4.4. MODELO UTILIZADO NO MERCADO IMOBILIÁRIO	47
4.5. RISCOS	48
4.6. PARÂMETROS DO ESTUDO DE VIABILIDADE	50
4.6.1. <i>Área de Venda</i>	50
4.6.2. <i>Área de Construção</i>	52
4.6.3. <i>Momentos</i>	53
4.6.4. <i>Receita</i>	54
4.6.5. <i>Despesas sobre a Receita</i>	61
4.6.6. <i>Terreno</i>	62
4.6.7. <i>Custo e Curva de Construção</i>	64
4.6.8. <i>Despesas de Incorporação</i>	67
4.6.9. <i>Financiamento a Produção</i>	68
4.6.10. <i>Taxa de Desconto</i>	70
4.6.11. <i>Volatilidade</i>	71
5 . ESTUDO DE CASO	72
5.1. EXPOSIÇÃO DO CASO.....	72
5.1.1. <i>Empreendimentos Analisados</i>	73
5.1.2. <i>Alternativas disponíveis</i>	74
5.2. ANÁLISE PELO FCD.....	76
5.2.1. <i>Área de Venda</i>	76
5.2.2. <i>Área de Construção</i>	80

5.2.3. Terreno	81
5.2.4. Estudos de Viabilidade – Alternativas.....	83
5.3. ANÁLISE PELA TEORIA DE OPÇÕES REAIS	94
5.3.1. Distribuição dos retornos esperados.....	95
5.3.2. Opção de Espera	99
5.3.3. Opção de Espera com Abandono	106
5.3.4. Opção de Conversão	110
5.4. ANÁLISE PELA TEORIA DOS JOGOS	114
5.4.1. Situação Concorrencial.....	114
5.4.2. Estruturação do Jogo	115
5.4.3. Desenvolvimento do Jogo de Opções	116
5.4.4. Resultado Jogos de Opções.....	122
5.4.5. Comparativo com Opções Reais.....	124
6 . CONCLUSÕES	125
7 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
APÊNDICE 1 – GLOSSÁRIO	130
APÊNDICE 2 – TABELA DE BAIROS POR REGIÕES.....	138

Lista de figuras

2.1 - VGVs PREVISTOS X VGVs REALIZADOS	19
2.2 - EVOLUÇÃO DO ÍNDICE IMOB	22
3.1 - METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE PROJETOS	30
4.1 - UNIDADES LANÇADAS POR ANO/REGIÃO.....	42
4.2 - RELAÇÃO ENTRE FLEXIBILIDADE E INCERTEZA	44
4.3 - ETAPAS DA ANÁLISE DE OPÇÕES REAIS.....	45
4.4 – MÉDIA DOS PREÇOS DE VENDA – REGIÃO 1	56
4.5– OCORRÊNCIA DE PREÇOS DE VENDAS – REGIÃO 1	57
4.6– CURVAS DE CONSTRUÇÃO.....	67
4.7– FLUXO NOMINAL E A VALOR PRESENTE DE UM EMPREENDIMENTO SEM FINANCIAMENTO À PRODUÇÃO	69
4.8 - FLUXO NOMINAL E A VALOR PRESENTE DE UM EMPREENDIMENTO COM FINANCIAMENTO À PRODUÇÃO	69
5.1 – FLUXO DE OPÇÕES	75
5.2 – DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE A VP DO EMPREENDIMENTO SEC RESIDENZIALE	96
5.3 – DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE A VP DO EMPREENDIMENTO SEC FAMIGLIA	97
5.4 – DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DOS RETORNOS % ESPERADOS DO EMPREENDIMENTO SEC RESIDENZIALE.....	98
5.5 – DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DOS RETORNOS % ESPERADOS DO EMPREENDIMENTO SEC FAMIGLIA	99
5.6 – ÁRVORE DO ATIVO – OPÇÃO DE ESPERA SEC RESIDENZIALE.....	101
5.7 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – OPÇÃO DE ESPERA SEC RESIDENZIALE	102
5.8 – ÁRVORE DE DECISÃO – OPÇÃO DE ESPERA SEC RESIDENZIALE	102
5.9 – ÁRVORE DO ATIVO – OPÇÃO DE ESPERA SEC FAMIGLIA	104
5.10 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – OPÇÃO DE ESPERA SEC FAMIGLIA	105
5.11 – ÁRVORE DE DECISÃO – OPÇÃO DE ESPERA SEC FAMIGLIA.....	105
5.12 – ÁRVORE DO ATIVO – OPÇÃO DE ABANDONO SEC RESIDENZIALE.....	107
5.13 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – OPÇÃO DE ABANDONO SEC RESIDENZIALE	107
5.14 – ÁRVORE DE DECISÃO – OPÇÃO DE ABANDONO SEC RESIDENZIALE	108
5.15 – ÁRVORE DO ATIVO – OPÇÃO DE ABANDONO SEC FAMIGLIA	109
5.16 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – OPÇÃO DE ABANDONO SEC FAMIGLIA	109
5.17 – ÁRVORE DE DECISÃO – OPÇÃO DE ABANDONO SEC FAMIGLIA	110
5.18 – ÁRVORE DO ATIVO – OPÇÃO DE CONVERSÃO	111
5.19 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – OPÇÃO DE CONVERSÃO.....	112
5.20 – ÁRVORE DE DECISÃO – OPÇÃO DE CONVERSÃO	112
5.21 – COMPORTAMENTO DO JOGO DE OPÇÕES.....	116
5.22 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – CÁLCULO POSIÇÃO “C” DO JOGO	121
5.23 – ÁRVORE DO DERIVATIVO – CÁLCULO POSIÇÃO “G” DO JOGO	122
5.24 – COMPORTAMENTO DO JOGO DE OPÇÕES-VALORES.....	122
5.25 – RESULTADO DO JOGO DE OPÇÕES.....	123

Lista de tabelas

TABELA 2.1 – COMPOSIÇÃO DO IMOB – 09/02/2010	21
TABELA 3.1 – RELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS DE OPÇÕES FINANCEIRAS E OPÇÕES REAIS	31
TABELA 4.1 – TIPOLOGIA DAS OPÇÕES REAIS	46
TABELA 4.2 – MOMENTOS PADRÃO PARA O ESTUDO DE CASO	54
TABELA 4.3 – INFORMAÇÕES DE VENDAS – ANÁLISE PELO FCD	58
TABELA 4.4 – OCORRÊNCIA DAS TABELAS DE VENDAS DE ACORDO COM OS MOMENTOS	59
TABELA 4.5 – ARRECADAÇÃO DAS TABELAS DE VENDAS	59
TABELA 4.6 – CURVAS DE CONSTRUÇÃO PARA DIFERENTES PERÍODOS	66
TABELA 5.1 – QUADRO DE ÁREAS PRIVATIVAS REAIS E VAGAS DO EMPREENDIMENTO PRIMO	77
TABELA 5.2 – QUADRO DE ÁREAS PRIVATIVAS PONDERADAS DO EMPREENDIMENTO PRIMO	77
TABELA 5.3 – QUADRO DE ÁREAS PRIVATIVAS REAIS E VAGAS DO EMPREENDIMENTO SEC RESIDENZIALE	78
TABELA 5.4 – QUADRO DE ÁREAS PRIVATIVAS PONDERADAS DO EMPREENDIMENTO SEC RESIDENZIALE	78
TABELA 5.5 – QUADRO DE ÁREAS PRIVATIVAS REAIS E VAGAS DO EMPREENDIMENTO SEC FAMIGLIA	79
TABELA 5.6 – QUADRO DE ÁREAS PRIVATIVAS PONDERADAS DO EMPREENDIMENTO SEC FAMIGLIA	79
TABELA 5.7 – QUADRO AEC DO EMPREENDIMENTO PRIMO	80
TABELA 5.8 – QUADRO AEC – DO EMPREENDIMENTO SEC RESIDENZIALE	81
TABELA 5.9 – QUADRO AEC DO EMPREENDIMENTO SEC FAMIGLIA	81
TABELA 5.10 – ÁREA E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO DO TERRENO 1	82
TABELA 5.11 – ÁREA E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO DO TERRENO 2	82
TABELA 5.12 – PARÂMETROS DE RECEITA – VPL ALTERNATIVA A	83
TABELA 5.13 – PARÂMETROS MOMENTOS – VPL ALTERNATIVA A E B	84
TABELA 5.14 – CUSTO DE CONSTRUÇÃO – VPL ALTERNATIVA A	85
TABELA 5.15 – RESULTADOS – VPL ALTERNATIVA A	85
TABELA 5.16 – PARÂMETROS DE RECEITA – VPL ALTERNATIVA B	86
TABELA 5.17 – CUSTO DE CONSTRUÇÃO – VPL ALTERNATIVA B	86
TABELA 5.18 – RESULTADOS – VPL ALTERNATIVA B	87
TABELA 5.19 – PARÂMETROS DE RECEITA – VPL ALTERNATIVA C	88
TABELA 5.20 – PARÂMETROS MOMENTOS SEC RESIDENZIALE – VPL ALTERNATIVA C	88
TABELA 5.21 – RESULTADOS – VPL ALTERNATIVA C	89
TABELA 5.22 – RESULTADOS VPL ALTERNATIVA D	89
TABELA 5.23 – RESULTADOS VPL ALTERNATIVA E	91
TABELA 5.24 – RESUMO DOS RESULTADOS PELO MÉTODO FCD	93
TABELA 5.25 – QUADRO DE RESULTADOS PELA TOR	113