



**Rodrigo Brites Martins Teixeira**

**Opções Reais e Teoria de Jogos como Base de Decisões  
Estratégicas em Empresas do setor de Telecomunicações  
no Brasil**

**Dissertação de Mestrado**

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

Orientador: Luiz E. Brandão

Rio de Janeiro, março de 2007.



**Rodrigo Brites Martins Teixeira**

**Opções Reais e Teoria de Jogos como Base de Decisões  
Estratégicas em Empresas do setor de Telecomunicações  
no Brasil**

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

**Dr. Luiz E. Brandão  
Orientador**

**Departamento de Administração – PUC-Rio**

**Dr. Marcelo Cabus Klotze**

**Departamento de Administração – PUC-Rio**

**Dra. Katia Rocha  
IPEA - Rio**

**Dr. João Pontes Nogueira**

**Vice-Decano de Pós-Graduação do Centro  
de Ciências Sociais da PUC-Rio**

Rio de Janeiro, Março de 2007.

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

### **Rodrigo Brites Martins Teixeira**

Graduou-se em Engenharia de Telecomunicações e Produção na PUC-Rio em 2000.

#### Ficha Catalográfica

Teixeira, Rodrigo Brites Martins

Opções Reais e Teoria de Jogos como Base de Decisões Estratégicas em Empresas do setor de Telecomunicações no Brasil / Rodrigo Brites Martins Teixeira ; orientador: Luiz E. Brandão – 2007.

55 f.; il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia.

1. Administração – Teses. 2. Teoria de Jogos. 3. Opções Reais. 4. Opções Reais Híbridas. 5. Telecomunicações. 6. Estratégia. 7. Flexibilidade. 8. Árvore Trinomial. I. Brandão, Luiz E. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

## Agradecimentos

Ao meu orientador, Dr. Luiz Eduardo Teixeira Brandão, pela extrema dedicação e transmissão de conhecimentos fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos professores da banca, Dr. Marcelo C. Klotze e Dra. Katia Rocha, pelo apoio crítico e colaboração no meu trabalho.

Ao Professor Dr. Antonio Carlos Figueiredo pela ajuda inicial no desenvolvimento desse trabalho.

À Professora. Veranise Dubois que contribuiu com uma consultoria matemática.

Aos professores do Departamento de Administração da PUC-Rio, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

À Teresa e ao Fábio pela presteza e paciência.

Aos amigos do curso de mestrado, pela ajuda e companheirismo.

Ao pessoal da OI pela transmissão de conhecimento e vivência no mercado.

Aos meus amigos, pelo incentivo, interesse e momentos de distração.

À minha família pelo apoio emocional e incentivo constantes.

À Maria, pelo carinho, compreensão e incentivo inestimáveis.

## Resumo

Teixeira, Rodrigo Brites Martins; Brandão, Luiz Eduardo (orientador). **Opções Reais e Teoria de Jogos como Base de Decisões Estratégicas em Empresas do setor de Telecomunicações no Brasil**. Rio de Janeiro, 2007. 55 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

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 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;

## Abstract

Teixeira, Rodrigo Brites Martins; Brandão, Luiz Eduardo (advisor). **Using Real Options and Game Theory for Strategic Decisions in the Brazilian Telecommunication Market**. Rio de Janeiro, 2007. 55 p. Msc. Dissertation – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Corporate strategic decisions are affected by investment opportunities and actions of rival firms. Imai and Watanabe suggest a real option and game theory model to determine optimal investment decision considering a two firms multistage game following a multiperiod trinomial process in a discrete model. Imai & Watanabe model is used to define this optimal time to invest in a new technology as a function of the cost of investment and initial demand. We consider two competing firms in the Brazilian telecommunication market where one firm is leader (L) and the other is the follower (S). We assume both firms are already active in this market and intend to invest in a new technology that will allow them to expand their business. We define a trigger curve of cost of investment and initial demand of the services that define optimal investment strategy for the leading firm.

## Keywords

Real Option; Game Theory; Telecommunication; Trinomial Tree

# Sumário

1	Introdução	11
1.1.	Objetivo	12
1.2.	Delimitação do Estudo	13
1.3.	Estrutura da Dissertação	13
2 .	Referencial Teórico	15
2.1.	Revisão de Literatura	15
2.1.1.	Opções Reais e Teoria de Jogos	15
2.1.2.	Trabalhos Realizados no Brasil	22
2.2.	Referencial Teórico	24
2.2.1.	Opções Reais	25
2.2.2.	Modelo Utilizado	31
3	Modelagem	36
3.1.	Tipo de Pesquisa	36
3.2.	Dados e premissas	36
3.3.	Ferramentas Utilizadas	39
4	Resultados	40
5	Conclusões	44
5.1.	Conclusões	44
5.2.	Sugestões para Trabalhos Futuros	44
6	Referências Bibliográficas	46
7	Apêndices	50
7.1.	Código do programa I (Variação do Custo de Investimento)	50
7.2.	Código do programa II (Variação da Demanda Inicial)	53

## Lista de figuras

Figura 1 – Árvore Binomial (modelo de Cox, Ross e Rubinstein (1979))	29
Figura 2 – Interpretação do método de diferenças finitas como uma árvore trinomial	30
Figura 3 – Modelo Treliça	35
Figura 4 – Valor do Projeto x Custo de Investimento	40
Figura 5 – Valor do Projeto x Demanda Inicial	42

## Lista de tabelas

Tabela 1: $D_{ij}$ Lucro por unidade de demanda (R\$/cliente)	37
Tabela 2: Parâmetros estimados	38

## Lista de Abreviaturas e Siglas

CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i> (modelo de precificação de ativos)
CFO	Chief Financial Officer (executivo de finanças)
CST	Companhia Siderúrgica de Tubarão
EVA	<i>Economic Value Added</i> (valor econômico adicionado)
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FTTP	“Fiber To The Premises”
L	Empresa Líder
LTF	Laminador de Tiras a Frio
LTQ	Laminador de Tiras a Quente
MBG	Movimento Browniano Geométrico
OR	Opções Reais
ORH	Opções Reais Híbridas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
S	Empresa Seguidora
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i> (custo médio ponderado de capital)