



Bernardo de Mendonça G. Ferreira

**Valoração de uma opção sobre
um contrato futuro**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Carlos Patrício Samanez

Rio de Janeiro

Junho de 2006



Bernardo de Mendonça G. Ferreira

Valoração de uma opção sobre um contrato futuro

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. Regis da Rocha Motta
UFRJ

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC -Rio

Rio de Janeiro, 14 de junho de 2006

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

Bernardo de Mendonça G. Ferreira

Graduado em Engenharia de Produção Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Concluiu o curso Especialização em Mercado Financeiro ministrado pelo Andima.

Ficha Catalográfica

Ferreira, Bernardo de Mendonça G.

Valoração de uma opção sobre um contrato futuro / Bernardo de Mendonça G. Ferreira; orientador: Carlos Patrício Samanez. – Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Engenharia Industrial, 2006.

91 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial - Teses. 2. Derivativos. 3. Estrutura e termo. 4. Volatilidade. I. Samanez, Carlos Patrício. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial . III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Carlos Patrício Samanez, pelo auxílio e conselhos que contribuíram para a conclusão desta dissertação.

Aos meus pais por todas os anos de carinho, apoio e educação em todos os momentos da minha vida formação.

A minha namorada Juliana pelo apoio, atenção e companheirismo durante esta jornada.

Ao CAPES, pelo auxílio financeiro.

Aos meus colegas da PUC-Rio.

Aos professores Tara Baidya, José Paulo, Marco Antonio Dias que contribuíram para a formação qualitativa deste mestrado em finanças.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Industrial.

A todos os amigos da faculdade e do colégio que em algum dia colaborou para a minha formação.

A minha avó e meus familiares por todo apoio em minha vida.

Resumo

Ferreira, Bernardo de Mendonça G.; Samanez, Carlos Patrício. **Valoração de uma opção sobre um contrato futuro**. Rio de Janeiro, 2006, 91p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O objeto desta dissertação é desenvolver um modelo baseado em técnicas de simulação e árvore binomial para valorar uma opção de compra européia sobre um contrato futuro. Os modelos diferem na abordagem da estimação de parâmetros e principalmente na estrutura de geração das taxas futuras. O modelo Black, Derman & Toy utiliza árvore binomiais para construir possibilidades futuras de exercício da opção. Este modelo é classificado de não arbitragem porque utiliza a estrutura a termo da taxa de juros como informação inicial para precificar derivativos de taxa de juros como títulos. O modelo de Vasicek é classificado como modelo de equilíbrio porque assume que o processo estocástico da taxa de juros possui um fator comum de incerteza simulada pelo método de Monte Carlo. A ferramenta será fundamentada na teoria de derivativos e processos estocásticos para simular o comportamento do ativo objeto. O trabalho a ser desenvolvido enfoca um modelo de um fator, no qual toda a estrutura a termo da taxa de juros é explicada pela evolução da taxa de juros spot.

Palavras-chave

Derivativos, Estrutura a termo, volatilidade

Abstract

Ferreira, Bernardo de Mendonça G.; Samanez, Carlos Patrício (Advisor). **Valuation of an option over a future contract**. Rio de Janeiro, 2006, 91p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The object of this work is to develop a model based on techniques of simulation and binomial tree to value a call option over a future contract. The tool will be based on the theory of derivatives and stochastic processes to simulate the behavior of the active object. The model Black, Derman & Toy uses binomial tree to construct future possibilities of exercise of the option. This model is classified as no arbitrage because it uses the yield curve as initial information to value derivatives of interests. The model of Vasicek is classified as balance model because it assumes that the random process of the tax of interests has one factor of uncertainty simulated for the Monte Carlo method. The work developed is a model of one factor which all the structure the term of the tax of interests is explained by the evolution of the tax of interests spot.

Keywords

Derivatives, Yield Curve, Volatility

Sumário

1. Introdução	11
1.1. Revisão Bibliográfica	12
1.2. Posicionamento da Dissertação no Contexto Científico	14
2. Mercado de Juros no Brasil	16
2.1. Teorias da estrutura a termo da taxa de juros	17
2.2. Dinâmica do Retorno do Derivativo	18
2.3. O Contrato Futuro e Expectativa do Preço no Futuro	19
2.4. Comportamento do Mercado Interno de Juros	20
3. Definições	25
3.1. Processos Estocásticos e Processo de Wiener	25
3.2. Lema de Ito	26
3.3. Movimento Geométrico Browniano	27
3.4. Simulação	28
3.5. Gerador de Números Aleatórios	29
4. Modelo de Black-Derman-Toy	31
4.1. Árvores Binomiais	32
5. Modelo de Vasicek	38
5.1. Cálculo do parâmetro de reversão à média	39
6. Especificação dos produtos negociados na BM&F	40
6.1. Especificações do Contrato Futuro de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros de Um Dia	40
6.2. Contrato de Opção de Compra sobre Futuro de Taxa Média de Depósitos Interfinanceiros de Um Dia – Modelo Europeu	43
7. Modelo de Apreçamento de Opções	47
7.1. Estrutura a termo da taxa juros	47
7.2. Modelo de Vasicek	52
7.3. Modelo de Black-Derman-Toy	62
8. Análise de Resultados	68
8.1. Análise Modelo de Black-Derman-Toy	68
8.2. Variância da opção no modelo Vasicek	72
8.3. Análise de Sensibilidade	73
9. Conclusões	77
10. Referências Bibliográficas	79

11. Anexos	81
11.1. Modelo de Black Scholes	81
11.2. O Método da Bisseccção	84
11.3. Código Matlab gerador da Árvore binomial de juros modelo BDT	86
11.4. Tabela de dados usados no cálculo da volatilidade	88
11.5. Tabela de dados usados no índice de reversão à média	89

Lista de gráficos

Gráfico 1: Convergência da DI spot e DI futuro	21
Gráfico 2: Convergência do contrato futuro	22
Gráfico 3: Preço da opção em cenário de alta	22
Gráfico 4: Comportamento do Contrato de DI ao long	23
Gráfico 5: Sensibilidade Contrato de DI	23
Gráfico 6: Preço da opção em cenário de baixa	24
Gráfico 7: Árvore binomial de 3 passos	33
Gráfico 8: Árvore binomial de 4 períodos para o modelo BDT	34
Gráfico 9: Contratos futuros negociados para o dia 16/12/05	48
Gráfico 10: Estrutura a Termo da Taxas de Juros para a data de 16 de dezembro	49
Gráfico 11: Série Histórica Taxa Selic	53
Gráfico 12: Dispersão do Logaritmo dos retornos do CDI	55
Gráfico 13: DI simulado	60
Gráfico 14: Evolução da taxa Selic na segunda metade de 2004	68
Gráfico 15: ETTJ para os dias 01/07/2004 e 01/10/2004	68
Gráfico 16: Cotação da J à 54 para cinco diferentes meses	69
Gráfico 17: Evolução do preço das opções precificadas pelo Vasicek e BDT	70
Gráfico 18: Dispersão do prêmio das opções	
Gráfico 19: Análise de sensibilidade Vasicek	73
Gráfico 20: Análise de Sensibilidade BDT	74
Gráfico 21: Análise de sensibilidade comparativa	74
Gráfico 22: Análise de sensibilidade preço de exercício	75

Lista de tabelas

Tabela 1: Probabilidades para mudanças na taxa de juros	54
Tabela 2: Informações do DI	57
Tabela 3: Vencimento do Contrato Futuro	57
Tabela 4: Inputs da Opção	57
Tabela 5: Input tendência	58
Tabela 6: evolução da taxa Selic	58
Tabela 7: Tabela de cálculo do DI diário	59
Tabela 8: ETTJ para o dia 28/05/2005	62
Tabela 9: Cotação das opções na BM&F e nos modelos gerados	70
Tabela 10: Aderência do modelo	72