



Katia Rocha

Três Ensaaios sobre a Metodologia de Apreçamento de Ativos utilizando Opções Reais

Tese de Doutorado

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: José Paulo Teixeira

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



Katia Rocha

Três Ensaaios sobre a Metodologia de Apreçamento de Ativos utilizando Opções Reais

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

José Paulo Teixeira

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Luiz Eduardo Teixeira Brandão

IAG - PUC-Rio

Carlos Patrício Samanez

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Octávio Augusto Fontes Tourinho

IPEA / BNDES / DAE UERJ

Antonio Carlos Figueiredo Pinto

IAG - PUC-Rio

Andréa Maria Accioly Fonseca Minardi

IBMEC - SP

Marco Antonio Oliveira

FACC - UFRJ

José Eugênio Leal

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 11 de dezembro de 2006

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

Katia Rocha

Graduou-se em Engenheira Elétrica pela PUC-Rio em 1993 e desde 1997, trabalha como pesquisadora no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), fundação pública vinculada ao Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Seu trabalho consiste no desenvolvendo de estudos, relatórios e modelos econômicos para suporte de políticas públicas nas áreas de Risco País e Mercados Emergentes, Revisão Tarifária (Setores Distribuição e Telecomunicação), Regulação Econômica, Viabilidade Econômica da Geração, Apreçamento de Ativos (concessões florestais e de blocos exploratórios), Exploração e Produção de Petróleo, Otimização de Carteiras de Ativos Reais em E&P e gás, Análise de Risco de Crédito.

Ficha Catalográfica

Rocha, Katia

Três ensaios sobre a metodologia de apreçamento de ativos utilizando opções reais / Katia Rocha ; orientador: José Paulo Teixeira. – 2006.

109 f. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Engenharia Industrial)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Inclui bibliografia

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Opções reais. 3. Telefonia fixa brasileira. 4. Tarifas de interconexão. 5. Incorporação imobiliária. 6. Gerenciamento de risco. 7. Mercados emergentes. 8. Spreads soberanos. 9. Probabilidade de default. I. Teixeira, José Paulo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Aos meus pais Vilma Carlos Rocha e José Geraldo Rocha com muito amor

Agradecimentos

Ao meu orientador José Paulo Teixeira pelo constante incentivo, orientação, sabedoria e carinho antes durante e após essa dissertação.

Aos professores Tara Keshar Nanda Baidya, Carlos Patrício Samanez, Paulo Henrique Soto Costa pelos formidáveis anos de convívio, parceria e debates.

Ao professor Nélio Domingues Pizzolato, que desde a graduação depositou confiança na oportunidade de integrar o quadro complementar do Departamento de Engenharia Industrial desde 2002.

À Isabel, Celi, Fernanda, Claudia, Gilvan e Eduardo pela paciência, ânimo e constante doação nesse excelente convívio de anos.

À PUC pelo auxílio através da bolsa integral.

Ao IPEA pelo tempo concedido aos estudos

Resumo

Rocha, Kátia; Teixeira, José Paulo. **Três Ensaio sobre a Metodologia de Apreçamento de Ativos utilizando Opções Reais**. Rio de Janeiro, 2006. 109p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

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 seqüenciais de empreendimentos imobiliários; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associado, porém, a uma maior incerteza nos resultados. O lançamento seqüencial 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 seqüencial 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*.

Abstract

Rocha, Katia, Teixeira, José Paulo. **Three Essays on Asset Pricing applying Real Options Methodology**. Rio de Janeiro, 2006. 109p. Ph.D. Thesis. Industrial Engineering Department. Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

The dissertation presents three economic essays examining situations where the real options approach can be useful in the definition of regulatory policies, investment strategies and pricing of sovereign risk. The first essay considers the new regulation oriented to interconnection costs of telecommunications networks and proposes adjustments in calculating the return on capital invested in local fixed telephone service. The proposed model establishes the mark-up on the weighted average cost of capital (WACC) to be applied to new concession contracts, taking into account the access option provided by the fixed operator to entrants. The essay innovates by incorporating to the options model the impact of changes in technological paradigms that cause the concessionaire's demand to fall. The results indicate the robustness of the mark-up in relation to alterations in the model's basic parameters (fixed-fixed and fixed-mobile traffic and negative demand shocks), and mark-up was estimated to be under 1%. The second essay analyzes investment strategies in real estate development, a sector that involves low liquidity, slow payback and various economic uncertainties related to market demand, price per square meter and land cost. The essay analyzes strategies for simultaneous and sequential launch of real estate projects. The first involves lower construction cost, but comes associated with more uncertain results. Sequential launch presents characteristics similar to real options because it has a series of built-in opportunities regarding the acquisition of information and delay or abandonment of the project. We present a case study of a development in the city of Rio de Janeiro, identifying the optimal strategy and the maximum land cost. Sequential launch aggregates 10% extra value to the undertaking, besides reducing the developer's risk exposure by over half in comparison with the traditional discounted cash flow method. Finally, the third essay examines sovereign risk and proposes a model from the theory of options and contingent assets to analyze the term structure of four emerging countries (Brazil, Mexico, Russia and Turkey) that together represented on average 54% of JPMorgan's EMBIG index in the 2000–2005 period. The real exchange rate, modeled as a simple diffusion process, is considered as indicative of default. The calibrated model indicates that in the period studied, the market systematically underpriced Brazilian bonds by an average of 100 basis points, while for Mexico, Russia and Turkey it fairly

priced the sovereign debt. The essay also provides the implicit probability of the issuer's default, a fundamental variable for pricing credit derivatives, a market that has grown at a dizzying pace since the Asian and Russian crises, rising from US\$ 180 billion in 1996 to an expected value of US\$ 20 trillion at the end of 2006. This market is recognized as being responsible for containing the contagious effects and maintaining the stability of the financial market in recent crises, such as the corporate meltdowns of WorldCom, Parmalat and Enron, among others.

Keywords

Real Options, Brazilian Telecommunications Sector, Access Pricing, Real Estate, Risk Management, Emerging Markets, Sovereign Spreads, Default Probability.

Sumário

1	Introdução	14
2	Opções de Acesso e a Tarifa de Interconexão (TU-RL)	20
2.1	Introdução	21
2.2	Revisão da Literatura	22
2.3	Arcabouço Legal e Regulatório	24
2.4	Aspectos Tecnológicos do Setor	25
2.4.1	Crescimento do Tráfego de Dados	26
2.4.2	Evolução das Arquiteturas de Rede	26
2.4.3	Novos Serviços - Choques Tecnológicos	27
2.5	<i>Opções Reais</i> e o <i>Mark-Up</i> sobre o WACC	28
2.5.1	A Opção de Investimento	30
2.5.2	Estimativas	33
2.6	Conclusão	41
2.7	Referências Bibliográficas	42
2.8	Apêndice A: A Demanda pelo Serviço de Telefonia Fixa	47
2.9	Apêndice B: A Volatilidade dos Retornos do Projeto.	48
2.10	Apêndice C: Modelo Brasileiro de Interconexão.	49
3	Opções Seqüenciais e a Incorporação Imobiliária	59
3.1	Introdução	60
3.2	O Setor de Incorporação Imobiliária	62
3.3	A Viabilidade Econômica da Incorporação e as <i>Opções Reais</i>	65
3.4	Estudo de Caso: Incorporação na Cidade do Rio de Janeiro	69
3.4.1	Resultados	72
3.5	Conclusão	76
3.6	Referências Bibliográficas	77
3.7	Apêndice A: Aproximação de Barone-Adesi & Whaley	79
3.8	Apêndice B: Probabilidade de Exercício de uma Opção Americana	80
3.9	Apêndice C: Indicadores de Performance em Incorporação	81
4	Opções de <i>Default</i> e os <i>Spreads</i> Soberanos	83
4.1	Introdução	84

4.2	O Modelo	87
4.3	Dados	88
4.4	Resultados	91
4.5	Conclusão	95
4.6	Referências Bibliográficas	96
4.7	Apêndice: Distribuição de Primeira Passagem de Tempo	98
5	Conclusão e Futuras Recomendações	99
6	Bibliografia	102

Lista de figuras

Figura 2.1 Distribuição de Probabilidade: Pulsos Faturados e VC1 por TMS	37
Figura 2.2 – Valor da Opção e o Exercício Ótimo	38
Figura 2.3 – Custo de Capital x Volatilidade (Choque Forte)	40
Figura 2.4 – Custo de Capital x Magnitude dos Choques (1choque/5 anos)	40
Figura A1 – Pulsos por Terminal Médio em Serviço	47
Figura B1 – Distribuição dos Retornos do Projeto	48
Figura C1 – Valor pago e recebido na interconexão	56
Figura 3.1 – Processo de Decisão Estático.	65
Figura 3.2 – Processo de Decisão Seqüencial.	66
Figura 3.3 – Velocidade de Vendas (%).	67
Figura 3.4 – Unidades Disponíveis e Escrituradas 2004.	69
Figura 3.5 – Financiamento Bancário e Lançamentos Imobiliários 2004	70
Figura 3.6 – Preços de Vendas em mil Reais.	71
Figura 3.7 – Lançamento Simultâneo vs. Seqüencial (R\$ Milhões).	72
Figura 3.8 – Prêmio da Opção – Segundo Lançamento (R\$ Milhões).	73
Figura 3.9 – Estratégia de Investimento Ótimo – Segundo Lançamento.	74
Figura 3.10. Distribuição de VPL_1 – Lançamento Simultâneo.	75
Figura 3.11. Distribuição de VPL_2 – Lançamento Seqüencial.	75
Figura 4.1 – Performance do EMBIG	84
Figura 4.2 – <i>Spreads</i> Soberanos	89
Figura 4.3 – Composição do EMBIG %	89
Figura 4.4 – Taxas de Câmbio Real	90
Figura 4.5 – Volatilidade Anual	90
Figura 4.6 – <i>Spreads</i> Previstos x Observados	91
Figura 4.7 – Erro Médio Quadrático do Modelo	92
Figura 4.8 – Probabilidade Implícita de <i>Default</i>	94

Lista de tabelas

Tabela 1-1 Opção Real vs. Financeira	18
Tabela 2-1 Projeção do Fluxo de Caixa	35
Tabela 2-2 Custo de Capital Corrigido	39
Tabela 3-1 Composição dos Empréstimos Imobiliários 2004	61
Tabela 3-2 Financiamento Imobiliário (% PIB)	62
Tabela 3-3 Retornos Anuais - Estimação	72
Tabela C1 Indicadores de Performance	81
Tabela 4-1 Erro Médio Quadrático (%)	93
Tabela 4-2 <i>Spreads</i> Sobre-Estimados	94
Tabela 4-3 Probabilidade Cumulativa de <i>Deafult</i>	95

1 Introdução

A metodologia de fluxo de caixa descontado (FCD), emergiu como melhor prática para avaliação de empresas em meados dos anos 70, estabelecendo a técnica de Valor Presente Líquido (VPL) como a metodologia padrão para análise de investimentos. Nessa técnica, os fluxos de caixa esperados gerados pelo investimento em questão, líquido do custo afundado, são descontados ao tempo presente pelo custo de oportunidade de capital, geralmente estimado através do Custo Médio Ponderado Capital (WACC) obtido via Modelos de Apreçamento de Ativos (CAPM) como mostra a expressão a seguir, onde I é o investimento inicial, T a vida útil do projeto, $E(x_t)$ o valor esperado do fluxo de caixa líquido e k o custo do capital. A regra geral advinda da teoria clássica é investir apenas nos casos onde o VPL seja positivo.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^T \frac{E(x_t)}{(1+k)^t}$$

Embora a técnica de VPL seja ainda predominante e largamente empregada, críticas sobre sua utilização na análise de viabilidade econômica de projetos aparecem desde o começo da década de 80.

Trigeorgis (1988), reimpresso em Schwartz e Trigeorgis (2004), cita diversos casos onde tomadores de decisão, conscientes do valor intangível gerado pelo projeto e não capturado pelos fluxos de caixa, decidem em razão de projetos que possuem não somente VPL's positivos, mas sim *suficientemente* positivos, estabelecendo taxas de retornos (*hurdle rates*) maiores que o seu custo de oportunidade de capital. Esse acréscimo, no entanto, figura-se somente como um artifício prático para lidar com as incertezas econômicas inerentes ao projeto e com a irreversibilidade dos custos afundados.

O valor intangível, não contemplado pela metodologia tradicional corresponde a um valor adicional e advém de inúmeros fatores entre os quais:

- Flexibilidade Operacional: coleção de *opções* que permite a revisão de decisões no futuro, e até mesmo o adiamento da tomada de decisão em razão de diversas incertezas técnicas ou econômicas.

- Valores Estratégicos: resultado da interdependência e sinergia do projeto com investimentos adicionais bem como a iteração competitiva com outros projetos.

Myers (1987) expõe bem o papel das opções nas corporações ao considerar que o valor da firma pode ser decomposto em dois tipos de ativos: a) ativos reais, que possuem valores de mercado independente da estratégia de investimento da firma; e b) *opções reais*, qual seja, o valor presente das oportunidades de crescimento futuro que dependem da estratégia de investimento adotada.

Dixit e Pindyck (1994) sublinham ainda que a abordagem tradicional de VPL é construída sobre duas falsas suposições: a) o investimento é reversível; e b) a decisão e o comprometimento dos recursos devem ser feitos imediatamente (decisão do tipo “agora ou nunca”). A abordagem tradicional, base da teoria neoclássica de investimento e da famosa teoria do “q” de Tobin, prediz que um projeto de investimento deve ser empreendido se o valor presente líquido do fluxo de receitas menos despesas for positivo. Embora muito difundida, a abordagem tradicional *erra* por não considerar devidamente as três características fundamentais do investimento produtivo: irreversibilidade, incerteza e escolha temporal.

Reversibilidade implica na hipótese de uma recuperação do capital afundado no caso das condições de mercado se tornarem não atrativas. Na prática a recuperação total e inclusive parcial é quase sempre fato muito raro, uma vez que os desembolsos de capital para o investimento são específicos a uma empresa ou indústria e por vezes objeto de regulação e arranjos institucionais. Incertezas econômicas se traduzem em diversos fatores como flutuações nos preços dos produtos, custos dos insumos, taxas de câmbio, impostos e principalmente políticas regulatórias e jurisdicionais—as quais como é sabido produzem efeitos importantes sobre o nível de investimento de um setor econômico. Escolha temporal, diz respeito a flexibilidade de se decidir sobre o momento ótimo, escala e até mesmo abandono do empreendimento, uma vez que os investimentos do setor privado são em sua totalidade não coercivos e sujeitos a percepção de retorno e risco sinalizada pelo mercado. Portando, políticas voltadas para eliminação de incertezas jurisdicionais e regulatórias incentivam o investimento produtivo na economia.

Já vimos que o comprometimento do capital em uma decisão de investimento envolve considerações sobre incertezas, flexibilidades e magnitude dos custos afundados. Uma empresa por exemplo ao se comprometer com um empreendimento está optando por exercer sua *opção* de investimento e pela racionalidade de mercado

espera uma remuneração apropriada ao risco inerente do projeto.

Esse é o tema do primeiro ensaio onde se aplica a teoria de *opções* para estimar o preço de interconexão da telefonia fixa comutada (STFC) brasileira. Essa linha de pesquisa segue o trabalho pioneiro de Pindyck (2004,2005) e representa o debate atual das agências reguladoras internacionais do mercado de telefonia inglês, norte-americano e australiano, sobre a questão do preço de acesso e desagregação de rede a partir de um arcabouço regulatório orientado a custos incrementais de longo prazo (LRIC). A hipótese de que em ambientes de incerteza e de custos afundados como os usuais no setor de telefonia fixa, de forma a garantir a atratividade e qualidade dos investimentos em rede, a remuneração deve, além do custo incremental de longo prazo, considerar a *opção de acesso à rede* fornecida pelo incumbente aos possíveis entrantes.

Verificamos portanto, que a abordagem clássica não considera a otimização temporal ou seja, a existência de flexibilidades em se adaptar à medida que chegam novas informações ou quando a incerteza de mercado é gradualmente revelada ou revelada mediante custos afundados. Essa flexibilidade, que se traduz em boa governança voltada à maximização da riqueza dos acionistas, introduz assimetrias na distribuição de retornos, aumentando o lucro potencial, diminuindo as perdas possíveis e, portanto, adicionando valor ao projeto e por conseguinte à empresa.

Trigerogis e Mason (1987) (reimpresso em Trigeorgis e Schwartz (2004)), introduzem o conceito de VPL expandido abaixo, que segundo Kulatilaka e Marcus (1992), possui como facilidade a integração entre a abordagem de VPL tradicional e o valor agregado pelas flexibilidades (*opções*).

$$\mathbf{VPL\ Expandido = VPL\ Estático + Valor\ da\ Opção}$$

A partir dessa fórmula se justificam projetos com VPL estático negativo dependendo do valor adicionado pelas *opções*, e percebe-se ainda que projetos que apresentem principalmente *opções* como condicionantes de valor (projetos de P&D, etc) são sistematicamente sub-avaliados pela abordagem clássica.

De forma a compatibilizar a técnica de VPL com incertezas e flexibilidades gerenciais, técnicas de simulação de Monte Carlo e Árvore de Decisão (DTA) têm sido propostas. Porém, a transformação dos resultados de simulações em decisão binária é por vezes difícil missão, embora técnicas de simulação sejam úteis quando existem mais de uma fonte de incerteza no problema. As técnicas de DTA ajudam na estruturação de problemas gerenciais apresentando todas as alternativas de escolhas

no futuro, mas sofrem do problema da determinação da apropriada taxa de desconto intertemporal, que depende do estado da natureza¹.

Em geral, os tomadores de decisão já incluem intuitivamente a abordagem de opções na avaliação de decisões de investimento como mostra Howell e Jagle (1997) ao encontrarem evidências empíricas de que a regra simples de VPL é uma descrição *pobre* de como agentes valorizam opção de crescimento, sendo, portanto, a teoria de *opções reais* compatível com o observado empiricamente.

O objetivo do segundo ensaio recai justamente nesse ponto ao aplicar a teoria de opções para análise de viabilidade econômica de uma incorporação imobiliária. O ensaio permite quantificar o dilema da maioria dos incorporadores quando da escolha entre um lançamento seqüencial ou simultâneo em um ambiente de incertezas econômicas. Mostra-se que o VPL estático fornece uma regra de investimento errada, e que diverge da observada na maioria dos casos práticos de incorporação, sugerindo que as *opções reais já são consideradas na prática*, a despeito da falta de um modelo formal. A seguir determina-se o preço máximo a ser pago pelos direitos de exclusividade do terreno, e a diminuição da exposição ao risco do incorporador é destacada.

O apreçamento de opções, baseado na metodologia de ativos contingentes (CCA) é largamente reconhecido e globalmente utilizado no mercado financeiro e será a metodologia adotada nessa tese. A natureza assimétrica e dependência de futuros eventos permitem tratar a oportunidade de investimento em um projeto como uma Opção Real em que o detentor dessa oportunidade possui o direito e não a obrigação de obter o valor presente esperado dos fluxos de caixa mediante o pagamento do custo de investimento até o momento da expiração dessa oportunidade. Kester (1984) reforça a analogia entre oportunidades de investimentos e opções financeiras através da Tabela 1.1 abaixo.

¹ Erro comum na técnica de DTA aplicada a opções é utilizar a mesma taxa de desconto do ativo subjacente à opção em todos os nós da árvore que são expostos ao risco de maneira diferente devido às assimetrias em sua distribuição.

Tabela 1-1 Opção Real vs. Financeira

Opção de Compra de Ação	Opção Real
Valor da Ação	Valor Presente dos fluxos de caixa
Preço de Exercício	Custo de Investimento
Tempo até Expiração	Tempo da oportunidade de investimento
Volatilidade dos retornos da ação	Volatilidade dos retornos do projeto
Taxa de juros livre de risco	Taxa de juros livre de risco
Taxa de Dividendos	Erosão competitiva

Pode-se classificar adicionalmente uma variedade de opções dependendo do tipo da flexibilidade embutido no projeto, como opções de adiamento, expansão, abandono, crescimento, troca de uso, *default*, etc. Dependendo da área econômica do estudo encontram-se diferentes tipos de opções.

O objetivo do terceiro ensaio é a utilização da teoria das opções para analisar o *risco de crédito* soberano, ou seja, o *spread* pago pelas economias emergentes na emissão de títulos. Sabe-se que o risco de crédito é a justificativa predominante para os altos *spreads* observados nas taxas de retornos de títulos soberanos e que esse risco pressupõe a opção de *default* que o soberano detém, e que pode ser exercida em qualquer momento. Quanto maior o risco de *default* de suas dívidas² percebido pelo mercado, maior o *spread* cobrado. Através do modelo de opções apresentado por Merton (1974) para estimação da dívida da empresa (*Debt*), analisa-se o aspecto estrutural do *default* soberano que depende a princípio, de variáveis macroeconômicas daquele país. O *spread* é visto como um ativo contingente das variáveis de fundamentos, em especial da taxa de câmbio, e através da metodologia de CCA, probabilidades de *default* são extraídas e fornece-se uma estimação de quais países estiveram sistematicamente sub ou sobre-valorizados pelo mercado no período 2000-2005.

A tese está organizada na forma de ensaios cujo foco é a aplicação da *Teoria de Opções na Economia*. O próximo capítulo apresenta o primeiro ensaio com aplicação

² Mesmo considerando a diminuição da dívida externa em todos os soberanos desde 2001, a taxa de *spread* observada no mercado de capitais ainda é ótima *proxy* de risco país, ou seja, do nível dos fundamentos macroeconômicos de cada país, além do nível de liquidez e aversão ao risco do investidor. Esse risco país equivale, portanto, a uma parcela da taxa de juros interna dos emergentes, sendo de extrema relevância na definição de políticas públicas.

de opções na área de regulação, especificamente no setor de telefonia fixa. O terceiro capítulo utiliza um modelo de opções na discussão da problemática do setor de Incorporação Imobiliária. Finalmente o quarto capítulo apresenta um modelo de opções para determinação de *spreads* soberanos a partir de modelos estruturais e a última seção aborda as conclusões e recomendações.

2 Opções de Acesso e a Tarifa de Interconexão (TU-RL)

Resumo

O trabalho 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 de forma a evitar prejuízos à otimização das decisões de investimentos e, conseqüentemente, à maximização do bem estar social intertemporal. O modelo proposto estabelece o *mark-up* sobre o custo médio ponderado do capital (WACC), levando-se em conta a *opção de acesso* disponibilizada ao entrante pela operadora de STFC quando da decisão de investir em infra-estrutura de rede em um cenário de custos afundados, irreversíveis e incerteza de demanda. O trabalho inova ao incorporar ao modelo de *opções reais* o impacto de mudanças de paradigmas tecnológicos que ocasionam saltos negativos na demanda da concessionária. Cumpre ressaltar que a não consideração do *mark-up*, faz com que a incumbente seja remunerada abaixo do seu custo de oportunidade, o que desestimula o investimento em infra-estrutura do setor. Para estimar o *mark-up* foram utilizados dados financeiros e operacionais disponibilizados nos balanços e relatórios das firmas. Os resultados apontam para robustez do *mark-up* em relação a alterações nos parâmetros básicos do modelo, e indicam um *mark-up* entre 0,15% no cenário conservador sem choques tecnológicos e 0,89% no cenário volátil com choque forte. Em suma, com base nas premissas adotadas no estudo, o *mark-up* para o WACC aplicado tanto à tarifa de interconexão de rede fixa (TU-RL) quanto ao apreçamento dos elementos desagregados de rede foi estimado em um valor inferior a 1%.

Palavras Chaves: Telefonia Fixa Brasileira, Tarifas de Interconexão, Opções Reais.

JEL: L51, L96, G13

2.1 Introdução

O arcabouço regulatório do setor de telecomunicações no Brasil vem atravessando um momento de profundas transformações. A reboque do Decreto 4733 de 2003 e do fim dos contratos de concessão em 2005, inúmeras diretrizes e medidas vêm sendo estabelecidas com vistas à criação de competição, sobretudo no tradicionalmente concentrado mercado de telefonia fixa local.

Um dos principais objetivos de políticas regulatórias de estímulo à competição é garantir aos setores regulados os resultados mais próximos possíveis aos que seriam obtidos em um mercado competitivo. Dito de outra forma, as políticas de estímulo de competição objetivam a modicidade tarifária e a obtenção de resultados eficientes seja do ponto de vista técnico, alocativo ou dinâmico. Muita atenção tem sido dada à modicidade tarifária e pouca atenção tem sido dada à questão da eficiência, sobretudo no que concerne à eficiência dinâmica, ou seja, à trajetória dos investimentos realizados em infra-estrutura e inovação. Em um setor com transformações tecnológicas tão dinâmicas como as telecomunicações, este desequilíbrio pode se constituir equívoco grave.

Os mecanismos propalados para se atingir a competição são muitos e têm sido objetos de intenso debate acadêmico e prático nas últimas décadas. Com respeito, especificamente, ao setor de telefonia fixa local comutada (STFC) brasileiro foram propostas, neste sentido, novas regras de determinação de tarifas de público e interconexão, desagregação das redes, portabilidade numérica entre outras.

O presente artigo toma como premissa o novo arcabouço regulatório orientado a custos proposto para a interconexão de redes de telecomunicações pelas resoluções 396/05 e pelo novo regulamento geral de interconexão (RGI), e propõe, com base em um modelo de *opções reais*, ajustes no cálculo da remuneração de capital de forma a estimular a otimização das decisões de investimentos pelas detentoras da rede e, conseqüentemente, não prejudicar o bem estar social no decorrer do tempo.

A lógica utilizada nesse trabalho segue a literatura recente de regulação setorial e se constitui em estabelecer, com base em uma metodologia consagrada em finanças conhecida como teoria de opções, o *mark-up* sobre o custo médio ponderado de capital (WACC – *Weighted Average Cost of Capital*) de forma a considerar as *opções de acesso* a rede, disponibilizada pelas incumbentes às entrantes. Frisa-se que esta discussão tem forte conteúdo prático e está presente em intenso e contemporâneo debate ocorrido no âmbito das consultas públicas de agências reguladoras inglesa OFCOM, americana FCC e australiana ACCC.

O artigo inova no sentido de incorporar ao modelo o impacto de mudanças de paradigmas tecnológicos nos resultados das operadoras STFC. Cumpre ressaltar que a não consideração do *mark-up* faz com que a incumbente seja remunerada abaixo do seu custo de oportunidade, o que desestimula o investimento em infra-estrutura do setor e, por conseguinte, a eficiência dinâmica da política de estímulo à competição adotada.

O trabalho será dividido em quatro seções seguidas de uma conclusão e de futuras recomendações. A seção 2 apresenta uma ampla revisão da literatura para situar o leitor no debate acadêmico. A seção 3 referente ao arcabouço legal e regulatório contextualiza a importância do trabalho para o debate prático regulatório ainda em curso. A seção 4 fornece importantes *insights* sobre o papel das novas tecnologias e como elas podem interferir no negócio de telefonia fixa local. A seção 5 apresenta o modelo de *opções reais* desenvolvido para o setor com base em informações financeiras e operacionais das operadoras e os resultados obtidos para a estimativa do *mark-up* sobre o WACC e, conseqüentemente, do WACC adequado a ser utilizado no setor. A seção enfoca ainda a robustez dos resultados em relação à sensibilidade de mudanças nos parâmetros. Por fim a conclusão apresenta uma sugestão de política pública.

2.2 Revisão da Literatura

Durante as últimas décadas, a teoria de regulação esteve sempre preocupada com a determinação da regra ótima de preços em setores que apresentam características de monopólio natural. Viscusi et al (1996) oferece uma ampla e detalhada abordagem sobre o tema.

A questão torna-se ainda mais complexa em indústrias de rede, na medida em que avançam reformas em direção à regulação por incentivos, desregulamentação e outras medidas de estímulos à competição.

Vogelsang (2002) oferece interessante análise sobre o desempenho da regulação de incentivos nos últimos 20 anos. No caso de indústrias de rede, a abertura do acesso à rede da incumbente e o seu correto apreçamento podem desempenhar papel primordial para a eficiência do aparato regulatório e maximização do bem estar social. A literatura de preços de acesso é mais recente e merecem destaque Laffont e Tirole (1993 e 1994), Armstrong, Doyle e Vickers (1996) e Vogelsang (2003). No que diz respeito exclusivamente ao setor de telecomunicações, a discussão de preços de acesso está bem sintetizada em Laffont e Tirole (2000) e Armstrong (2002).

Paralelamente à discussão sobre preços de acesso e competição iniciou-se, sobretudo nos serviços de telefonia fixa local que vive à esteira de uma nova onda global de regulação baseada em custos, a discussão fundamental sobre preços de acesso e investimento. Ao determinar que preços fossem iguais aos custos, ainda que seguindo uma abordagem *forward-looking*, estaria o regulador fornecendo os corretos incentivos para que haja investimento ou, dito de outra forma, eficiência dinâmica?

Alguns dos trabalhos mencionados e vários outros como Sidak e Spulber (1997), Valletti e Estache (1998), Gans e Williams (1999), Gans (2001), Mandy e Sharkey (2003), Kotakorpi (2004) e Hori e Mizuno (2006) debruçam-se sobre vários aspectos do tema e, em geral, chegam, com base nos mais variados argumentos, a uma conclusão positiva sobre a necessidade de se estabelecer um *mark-up* sobre os custos *forward-looking* para se estimular os investimentos. A discussão mais pormenorizada deste assunto encontra-se em Bragança (2005).

A hipótese adotada neste trabalho converge à mesma conclusão seguindo uma outra linha de pesquisa e está relacionada especificamente ao argumento de que é preciso determinar um preço com *mark-up* sobre os custos *forward-looking* de longo-prazo da incumbente em função da necessidade de remunerar a *opção real* relacionada ao acesso disponibilizado ao entrante quando da decisão de investir em infra-estrutura de rede em um cenário de custos afundados, irreversíveis e elevados níveis de incerteza de demanda. Antes de tratar especificamente desta literatura, convém fazer uma breve digressão acerca da própria origem das *opções reais*.

A teoria de opções originou-se do trabalho seminal de Black and Scholes (1973) e Merton (1973), laureados com o Nobel de Economia em 1997, sendo posteriormente aplicada a investimentos reais em trabalhos pioneiros como Tourinho (1979), Manson e Merton (1985), Brennan e Schwartz (1985), McDonald e Siegel (1986), Myers (1987), Majd e Pindyck (1987) e Paddock, Siegel e Smith (1988) entre outros. Dixit e Pindyck (1994) e Trigeorgis (1996) constituem-se nas referências clássicas sobre o tema. Basicamente, a metodologia de *opções reais* consiste em utilizar ferramentas consagradas nas finanças para quantificar o valor das opções existentes em uma decisão de investimento real e, na maior parte das vezes, intangível pelas regras clássicas Marshallianas de investimentos.

A questão das *opções reais* foi relacionada diretamente com a regulação tarifária e a remuneração do capital em setores regulados a partir dos trabalhos de Salinger (1998), Small e Ergas (1999), Alleman e Noam (1999) e Hausman (1999) que apontam para o desestímulo ao investimento que pode ser causado ao não se levar em conta o valor das opções na determinação de tarifas ou preços baseados em

custos ou, mais especificamente, na remuneração do capital. Trabalhos mais recentes como Holms (2000), Hausman e Myers (2002), Clark e Easaw (2003), Dobbs (2004), Pindyck (2004) e Pyndick (2005), Evans e Guthrie (2006) vêm procurando sofisticar os modelos e adicionar diferentes elementos aos processos estocásticos que os subsidiam. O presente trabalho tomará como base os trabalho de Pindyck (2004 e 2005) que introduzem o conceito do prêmio da opção como *mark-up* do custo de capital (WACC) das operadoras e adicionalmente simulará a possibilidade de novos paradigmas tecnológicos representados através de *jumps* (saltos discretos) negativos na demanda de mercado.

2.3 Arcabouço Legal e Regulatório

Recentemente, o governo brasileiro estabeleceu para as telecomunicações uma nova orientação regulatória fundamentada nos custos das operadoras. No que se refere ao apreçamento do acesso às redes de serviços de telefonia fixa comutada (STFC), o Decreto 4.733/03 determinou a convergência do regime de tetos tarifários, então vigente, para um regime de preços baseado nos custos incrementais de longo prazo (LRIC – *Long Run Incremental Costs*) das operadoras. Em suma, tanto a tarifa de uso da rede local (TU-RL) quanto os elementos de rede fixa local, que venham a constituir potencialmente parte de uma política de desagregação de redes (*unbundling*), terão os seus valores em futuro próximo calculados com base no LRIC. A motivação para estas medidas, explicitada na exposição de motivos do referido Decreto, diz respeito à necessidade de se estimular a competição sem que haja prejuízos aos investimentos no setor. A discussão ampla e detalhada sobre o novo modelo brasileiro de interconexão (MBI) encontra-se no Apêndice C¹.

A despeito de considerações sobre alocação de custos, a remuneração de capital, (e, portanto, o cálculo do custo de capital) desempenha papel extremamente relevante na apuração do próprio LRIC da rede local, sobretudo por se tratar de um setor extremamente intensivo em capital. Coube à Resolução 396/05 da Anatel especificar a forma como será calculado o LRIC e o conjunto de informações necessárias para desempenhar tal tarefa.

¹ No Apêndice C serão discutidos em detalhes os aspectos pertinentes da Lei Geral de Telecomunicações; detalhes do Regime Geral de Interconexão (RGI); evolução histórica e motivações para as recentes mudanças na telefonia fixa e móvel; e características e deficiências do modelo anterior.

O custo de capital (CC) é composto de dois elementos, o capital empregado líquido e o custo médio ponderado do capital (WACC). O custo de capital (CC) — ou a remuneração do capital — de um determinado produto ou serviço i será igual ao capital empregado líquido médio (CELM) neste produto ou serviço i multiplicado pelo WACC associado, de acordo com a relação a seguir:

$$CC_i = CELM_i \times WACC_i \quad (1)$$

Por definição, o capital empregado líquido médio equivale ao ativo total da prestadora menos os passivos não-onerosos, excluídos o caixa e outras disponibilidades. O capital empregado líquido médio (CELM) exclui ainda a depreciação e a amortização. Grosso modo, corresponde ao capital investido no negócio.

Conforme aponta a Resolução existem dois pressupostos importantes por trás da metodologia de construção do LRIC. O primeiro refere-se ao princípio *forward-looking* de otimização, isto é, o LRIC será baseado em critérios de contabilidade de custos correntes que levam em conta a utilização de ativos e recursos de maneira eficiente, tendo por base a rede real do grupo. O segundo pressuposto se refere ao conceito de poder de mercado significativo (PMS), isto é, a capacidade determinar preços acima dos custos econômicos e lucros acima dos que seriam obtidos em um mercado competitivo. Ou seja, a característica marcante do novo modelo regulatório é que apenas as operadoras fixas PMS terão as suas tarifas de uso (ou interconexão) determinadas pela agência reguladora com base no LRIC.

Diversos outros aspectos relacionados ao cálculo do WACC no setor de telecomunicações são minuciosamente abordados por Bragança, Rocha e Camacho (2006). O ponto central para este trabalho é que o WACC das operadoras STFC deve refletir uma relação justa entre risco e retorno de uma empresa eficiente e dominante em sua área de negócio.

Quando é levado em conta que o setor de telefonia STFC é um setor que envolve custos afundados significativos e irreversíveis, alta volatilidade da demanda e, principalmente, está fortemente sujeito ao impacto do advento de inovações e ao sucesso de novas tecnologias, torna-se primordial para o perfeito equacionamento entre risco e retorno a consideração no estabelecimento do custo do capital do valor da *opção de acesso* fornecida pela incumbente ao realizar investimentos.

2.4 Aspectos Tecnológicos do Setor

As formas de interconexão que conhecemos hoje, regulamentadas ou não, estão baseadas em tráfegos entre redes, associados à prestação de algum tipo de serviço. A adoção de novas tecnologias define as infra-estruturas utilizadas, bem como a gama de serviços viabilizados. Novas tecnologias também podem resultar em novos modelos de negócios e têm o poder de alterar as regras de competição e investimento, inclusive no aparentemente consolidado negócio de telefonia fixa.

Desta maneira, o entendimento preliminar dos possíveis desdobramentos tecnológicos é primordial para a modelagem do prêmio das opções, sobretudo no que se refere ao componente relacionado especificamente ao choque tecnológico.

A evolução prevista para o cenário tecnológico pode ser desmembrada a partir de três tendências: i) o crescimento do tráfego de dados, ii) a evolução das arquiteturas de rede e iii) a oferta de novos serviços, decorrentes das novas tecnologias e choques tecnológicos em potenciais. A evolução do cenário tecnológico prevê novas formas de interconexão, bem como alterações nas regras sobre as quais estão baseadas as formas de interconexão reguladas atualmente.

2.4.1 Crescimento do Tráfego de Dados

O tráfego de dados vem apresentando uma tendência de elevado crescimento, enquanto a evolução do tráfego de voz segue uma diminuição mais lenta.

Esse crescimento acelerado é impulsionado pela disseminação de acessos à Internet e às redes privadas de dados no segmento corporativo. Outra tendência verificável é a substituição do tráfego de voz pelo tráfego de dados, com a adoção em maior escala da telefonia IP (*Internet Protocol*). Espera-se também que novos serviços de telecomunicações associem tanto o tráfego de voz como o de dados, de forma a promover sua convergência.

A evolução do tráfego de dados depende de uma série de fatores, quais sejam: a tecnologia disponível; a penetração das redes de acesso; e o desenvolvimento de novos serviços baseados em tráfegos de dados.

Dentro do escopo do cenário tecnológico, o desenvolvimento da telefonia IP, das redes *Next Generation Network* (NGN) e das tecnologias de acesso em banda larga sem fio (*wireless*) serão determinantes na evolução do tráfego de dados.

2.4.2 Evolução das Arquiteturas de Rede

As formas de interconexão e as respectivas regulamentações baseiam-se em interfaces entre arquiteturas de rede de acordo com o tipo de tráfego (fixo-móvel, por exemplo). No entanto, existe a expectativa de que tanto as características do tráfego quanto a arquitetura de rede se modifiquem acentuadamente ao longo do tempo, possibilitando a perda de eficácia da regulamentação atual.

Cumpra ressaltar que muitas tecnologias que terão participação significativa na evolução das redes já existem, ainda que não representem até o momento uma parcela significativa do tráfego dos serviços de telecomunicações. As evoluções mais relevantes em arquiteturas de rede identificadas para o estudo da interconexão são as redes NGN, Wi-Fi, 3G e WIMAX. Constitui-se razoável consenso o fato de que estas novas tecnologias tomarão parte importante do mercado de telefonia fixa local. Embora seja mais complexo precisar “quanto” e “quando”, o estudo mais pormenorizado de algumas destas tecnologias pode fornecer importantes pistas acerca da magnitude dos parâmetros incorporados no modelo.

2.4.3 Novos Serviços - Choques Tecnológicos

A evolução das redes, juntamente com o aumento do tráfego de dados, permite a oferta de uma maior variedade de serviços de telecomunicações. A tendência percebida é a convergência de tráfegos de dados e voz em direção ao oferecimento de serviços multimídia.

As tecnologias consideradas mais relevantes para a determinação dos rumos da telefonia fixa local tradicional são as redes NGN; a telefonia IP; as redes Wi-Fi / Wimax; as redes 3G; e as tecnologias de acesso a redes de dados. A seguir, exploramos, a título ilustrativo, o prognóstico referente à tecnologia de redes Wi-Fi / Wimax, que constitui uma das principais ameaças à receita do negócio de telefonia fixa local a médio prazo.

A tecnologia Wi-Fi é baseada no uso de redes sem fio para transmissão de dados em alta velocidade². O Wi-Fi permite o acesso *wireless* a uma rede de dados a partir de um ponto fixo de conexão. Pelo fato de prover acesso à rede de dados em altas velocidades, o Wi-Fi pode viabilizar uma maior oferta de serviços de dados, voltados para um público específico, caracterizado pela necessidade de mobilidade.

Uma versão melhorada do Wi-Fi, o Wimax vem ganhando mais importância no

² Obedecem ao padrão 802.11 da IEEE (Institute of Electric and Electronics Engineers).

debate. Existem dois tipos de Wimax: o fixo e o móvel. O Wimax fixo³, proporciona ao usuário o acesso à Internet a partir de um notebook em qualquer ponto, por exemplo, de um raio de até 50 quilômetros de uma antena ou ERB (Estação Rádio-Base). Já o Wimax móvel⁴, permite o acesso à Internet mesmo em movimento, em velocidades de até 100 Km/h, uma vez que consegue comutar sinais entre antenas.

No tocante à tecnologia Wimax, os impactos de médio prazo no fluxo de receitas do negócio de telefonia fixa local podem ser significativos⁵. Conforme estudo de Frost e Sullivan (2006) que avalia os impactos da implementação do Wimax no Brasil, a adoção desta tecnologia pode reduzir o tráfego tradicional de pulsos locais (minutos a partir de 2007) em pelo menos 10% a 15% por ano⁶.

2.5 Opções Reais e o Mark-Up sobre o WACC

Conforme mencionado anteriormente, o *mark-up* sobre o custo de capital de um investimento em rede fixa é justificado, entre outros aspectos, pela presença das *opções reais*. Sabe-se que em presença de incertezas, custos irreversíveis e flexibilidades gerenciais, o investidor racional irá demandar um prêmio acima do custo afundado de forma a realizar o investimento. Esse prêmio decorre do valor da opção que por sua vez depende das características inerentes ao investimento (grau de incerteza de demanda, magnitude dos custos afundados, flexibilidades referentes ao adiamento ou abandono, erosão competitiva, etc).

No caso particular do sistema de telefonia fixa, de acordo com a atual regulação, a incumbente fixa local é obrigada a disponibilizar a sua infra-estrutura de redes ao entrante. Desta forma, ao investir em um terminal de rede fixa, a operadora de STFC

³ Padrão IEEE 802.16d.

⁴ Padrão IEEE 802.16e.

⁵ A adoção de tecnologias Wimax (3,5 e 10,5 Ghz) em sua integralidade começou a ser definida pela Anatel em leilão conturbado realizado em 2006.

⁶ O preço de entrada para a adoção desta tecnologia ainda está muito alto para padrões brasileiros (em torno de USD\$ 500,00 por terminal de acesso), o que pode frear esta taxa de decréscimo do tráfego tradicional de pulsos locais. Adicionalmente, a inclusão das incumbentes de telefonia fixa na licitação do espectro de frequências relativas ao Wimax por determinação judicial (ainda não transitada em julgado), pode simplesmente significar a substituição de pulsos locais por comutação e transporte de pacotes via redes locais e Wi-Fi das incumbentes, significando manutenção ou ganho de receitas sem contrapartida de perda.

está de fato fornecendo uma *opção de acesso* de sua rede.

A despeito da discussão teórica existente sobre como estimar o preço de interconexão (TU-RL), é fato que a nova orientação regulatória aponta para tarifas calculadas a partir dos custos LRIC que se constituem em boa parte, sobretudo no segmento de rede local, de custos afundados e da correspondente remuneração do capital empregado ou investido. Neste caso, é prudente considerar um acréscimo (*mark-up*) sobre esses custos de forma a se corrigir pela *opção de acesso* à rede que a operadora está de fato fornecendo à entrante.

Dito de outra forma, uma vez que as TU-RL são definidas pela autoridade regulatória e não pelas incumbentes, cabe ao regulador considerar, na determinação dessas tarifas, a opção como um *custo efetivo* incorrido pelas operadoras de STFC.

É necessário, por conseguinte, estimar o prêmio dessa opção e, mais importante, remunerar adequadamente a operadora por esse custo efetivo incorrido de maneira que haja incentivos para que se reproduza tanto a magnitude, quanto a trajetória dos investimentos em infraestrutura de rede local que seriam obtidos em um ambiente competitivo. Em síntese, para que haja estímulo à eficiência dinâmica sem prejuízo aos objetivos de estímulo de competição.

A seguir apresentamos o modelo. Seja P^* a TU-RL corrigida pela *opção de acesso* f concedida pelo incumbente na realização do investimento e P o preço LRIC sem correção. A tarifa compensatória que remunera adequadamente a operadora pode ser representada pela equação abaixo:

$$P^* = P + f \quad (2)$$

Assume-se critério simplificado semelhante ao adotado pelo *Federal Communication Commission* (FCC), órgão regulador norte-americano, no qual o preço anual de um determinado elemento de rede P consiste no custo k do investimento desagregado através de pagamentos anualizados e constantes pela vida útil T do investimento descontado do custo de capital ρ . Dessa forma, o preço anual por terminal em serviço, sem considerar ajustes de opções, pode ser representado pela fórmula de anuidade constante abaixo.

$$P = \left(\frac{\rho \cdot (1 + \rho)^T}{(1 + \rho)^T - 1} \right) k \quad (3)$$

Uma hipótese crucial para este trabalho é que o mesmo WACC válido para a determinação do preço de um elemento de rede da operadora STFC é válido para a determinação da tarifa de interconexão ou TU-RL a partir do LRIC. Esta hipótese é bastante razoável haja vista que o WACC está intimamente relacionado com os riscos

e características do setor sob análise, no caso, a telefonia fixa local.

A tarifa corrigida P^* pode ser escrita em função do custo de capital ajustado (ρ^*) que representa um *mark-up* sobre o WACC do setor. Dessa forma, a correção feita equivale a considerar a opção de acesso f como um *custo afundado adicional* incorrido pela operadora.

$$\left(\frac{\rho^* \cdot (1 + \rho^*)^T}{(1 + \rho^*)^T - 1} \right) k = \left(\frac{\rho \cdot (1 + \rho)^T}{(1 + \rho)^T - 1} \right) (k + f) \quad (4)$$

Portanto, o problema se resume a determinar f , o prêmio da *opção de acesso* que equivale à oportunidade de investimento no terminal em serviço de rede fixa. Uma vez que a remuneração se dá a partir da realização do investimento, a opção deve ser calculada no momento de exercício ótimo. A estimação da opção é apresentada na seção seguinte.

2.5.1 A Opção de Investimento

Seja a opção de investimento em um terminal de serviço de rede fixa de uma operadora de STFC com PMS significativo. O custo do terminal k equivale ao preço de exercício da opção. O terminal possui vida útil de T anos e produz fluxos de caixa anuais. O valor presente dos fluxos de caixa do terminal, ou seja, o valor do projeto no momento atual, corresponde ao ativo subjacente da opção, sendo adquirido mediante o pagamento do investimento k . Os fluxos de caixa gerados pelo terminal dependem de n variáveis estocásticas. A assinatura básica, que representa grande proporção da receita do terminal, não apresenta grande volatilidade, conforme pode ser verificado no Apêndice A e portanto foram consideradas apenas as seguintes variáveis que, em última instância, representam a demanda pelo serviço: i) pulsos faturados (x) por terminal médio em serviço e ii) tráfego VC1 (y) por terminal.

Sejam x e y representadas pelas seguintes equações diferenciais estocásticas com $dz_1, dz_2 = \varphi dt$:

$$\frac{dx}{x} = \alpha_x dt + \sigma_x dz_1 \quad (5)$$

$$\frac{dy}{y} = \alpha_y dt + \sigma_y dz_2 \quad (6)$$

O valor presente V dos fluxos de caixa líquidos gerados pelo terminal pode ser representado pela Eq.(7), onde τ a alíquota de impostos e contribuição social:

$$V = \sum_{t=1}^T \frac{(rec.liq_t - c.oper_t - depr)(1 - \tau) + depr}{(1 + \rho)^t} \quad (7)$$

A receita líquida (de encargos e tributos) da rede fixa é dada pela Eq. (8), onde a_t representa a receita gerada pela assinatura básica, p_1 equivale à tarifa média por pulso (x_t) e p_2 a tarifa média de VC1 (y_t). Uma vez que o fluxo de caixa é estimado em termos reais para o período de T anos, o valor das respectivas tarifas p_1 e p_2 é constante em termos reais.

$$rec.liq_t = a_t + p_1 \cdot x_t + p_2 \cdot y_t \quad (8)$$

Assume-se que V segue um movimento geométrico browniano compensado com *jumps* (Merton (1976)) apresentado na Eq.(9), onde r equivale a taxa livre de risco, α a taxa esperada de retorno do projeto, λ o parâmetro do processo de *saltos* modelado como uma distribuição de Poisson, ϕ a magnitude percentual do *salto* e dq a distribuição de Poisson sendo $dq \cdot dz = 0$.

$$\frac{dV}{V} = (\alpha - \lambda\phi)dt + \sigma dz + dq \quad (9)$$

A razoabilidade do processo de V é tal que na maior parte do tempo o valor do projeto flutua de forma contínua de acordo com o processo de difusão *browniano* (segundo termo da Eq.(9)), existindo, no entanto, a probabilidade de variações “*anormais*” e discretas (terceiro termo da Eq.(9)). Esse evento, modelado como uma distribuição de Poisson, representa *saltos* discretos de magnitude ϕ que valorizam ($\phi > 0$) ou desvalorizam ($\phi < 0$) o projeto. Os *saltos*, usualmente de magnitude negativa, são usuais no setor de telefonia fixa conforme explicado anteriormente e representam choques tecnológicos que produzem impacto negativo no valor do projeto e, portanto, sobre a viabilidade econômica do investimento. Finalmente, devido à compensação na tendência, o termo de *saltos* não modifica a taxa esperada de retorno do projeto.

Assume-se que o termo *de saltos* apresenta apenas risco não sistemático, ou seja, riscos específicos do setor e, portanto, diversificáveis, sendo um ativo de beta zero com taxa de retorno esperada equivalente a uma aplicação de renda fixa. Assume-se que existe uma carteira que replica os movimentos normais e contínuos da opção de forma a se excluir estratégias de arbitragem e, portanto, o retorno da carteira não depende das preferências ao risco do investidor. Pode-se, então, reescrever a Eq.(9) substituindo a taxa de retorno esperada α pela taxa livre de risco r descontada do custo de oportunidade δ da opção (equivalente a uma taxa de conveniência ou de

dividendos):

$$\frac{dV}{V} = (r - \delta - \lambda\phi)dt + \sigma dz + dq \quad (10)$$

O custo de oportunidade de uma opção equivale ao custo por se deter a opção ao invés do projeto em si. Esse custo pode representar perdas por erosão competitiva, custos por manter a opção “viva” ou até mesmo os próprios fluxos de caixa gerados pelo projeto não recebidos pelo detentor da opção. Dixit e Pindyck (1994) demonstram que o custo de oportunidade equivale à diferença entre o custo de capital do projeto ρ e a taxa de crescimento esperado do projeto α , de forma que $\delta = \rho - \alpha > 0$.

O valor $f(V)$ da oportunidade de investimento em um terminal de rede fixa equivale a uma opção de perpétua de compra que pode ser exercida a qualquer instante mediante o pagamento do preço de exercício k . Como demonstrado em Dixit e Pindyck (1994), a dinâmica do valor dessa opção é dada pela seguinte equação diferencial parcial:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 f_{VV}(V) + (r - \delta - \lambda\phi)Vf_V(V) - (r + \lambda)f(V) + \lambda f[(1 + \phi)V] = 0 \quad (11)$$

Sujeita às condições de contorno:

$$f(0) = 0 \quad (12)$$

$$f(V^*) = V^* - k \quad (13)$$

$$f_V(V^*) = 1 \quad (14)$$

A Eq.(12) é usual do processo contínuo browniano. A Eq.(13) representa a condição de contato ótimo (*value-matching condition*) onde a opção é exercida no instante ótimo mediante o pagamento do preço de exercício e a Eq.(14) a condição de suavidade da primeira derivada (*smooth pasting condition*).

Por inspeção, a solução da Eq.(11) é dada por:

$$f(V) = AV^\beta \quad (15)$$

Onde β é a raiz positiva da seguinte equação não linear:

$$\frac{1}{2}\sigma^2\beta(\beta-1) + (r - \delta - \lambda\phi)\beta - (r + \lambda) + \lambda(1 + \phi)^\beta = 0 \quad (16)$$

O momento ótimo de exercício V^* é dado por:

$$V^* = \frac{\beta}{\beta-1}k \quad (17)$$

E a constante A determinada a seguir:

$$A = \frac{V^* - k}{(V^*)^\beta} \quad (18)$$

2.5.2 Estimativas

A Tabela 2.1 apresenta um fluxo de caixa típico de análise de viabilidade econômica de um terminal médio em serviço (TMS) de telefonia fixa considerando dados reais estimados para o mercado de telefonia fixa brasileira.

As seguintes variáveis são os *inputs* básicos para estrutura do fluxo de caixa livre (*FCF – free cash flow*): i) a assinatura básica; ii) a quantidade de pulsos locais faturados divididos pelo número médio de terminais em serviço e iii) a quantidade minutos VC-1 cursados de uma ligação oriunda do STFC e entrante na rede do SMP dividido pelo número médio de terminais em serviço. A primeira variável, assinatura básica, foi obtida a partir de uma média ponderada do valor das assinaturas das classes residencial, não residencial e tronco. Através de dados contidos no Sistema de Reajuste de Tarifas (SRT) da Anatel, averiguou-se uma proporção percentual de 55% de terminais em serviço pertencentes à classe residencial, 35% pertencentes ao não residencial e 10% referentes a terminais da classe tronco. Desta forma, ponderando tal percentual pelo valor médio da tarifa homologada pela Anatel para cada uma das classes, chegamos a um valor médio de tarifa líquida de impostos e taxas cobrada nas diversas regiões do Plano Geral de Outorgas (PGO) em torno de R\$ 35,00/mês.

Em relação à quantidade de pulsos mensais faturados para um terminal representativo do Brasil, obtemos os valores agregados nacionais da quantidade de pulsos faturados (excluindo os pulsos contidos na franquia mensal) para o período janeiro de 2000 a julho de 2006. Lembrando que os valores obtidos se referem em demasia ao Plano Básico de Serviços da STFC, contendo predominantemente serviços incluídos neste plano, não sendo agregado à base os terminais sob a égide de Planos Alternativos⁷. A média observada de pulsos faturados em 2005 foi de 114

⁷ O Plano Básico de Serviços é uma cesta de serviços de telecomunicações regulada pela Anatel e sujeita a todos os mecanismos regulatórios estabelecidos nos regulamentos específicos do STFC. Por outro lado, há a existência de Planos Alternativos de Serviços, que são planos promocionais ou de discriminação de preços que são submetidos à Anatel para avaliação tarifária, mas possuem estrutura tarifária distinta do modelo de Plano Básico, por

minutos/mês por Terminal Médio em Serviço (TMS). A partir da coleta dos dados físicos relativos à quantidade de pulsos faturados, utilizamos o valor médio da tarifa homologada pela Anatel para um pulso local, ponderado pelas regiões do PGO. A tarifa média observada em 2005 foi de R\$ 0.11/pulsos.

Para o tráfego VC-1, originado em planta STFC, partimos dos dados agregados nacionais da quantidade de minutos STFC – SMP na mesma região geográfica faturados pelas incumbentes de telefonia fixa local. Os dados são anuais para o período 2001 – 2006, e representam a quantidade de minutos médios de ligações locais entre “fixo” e “móvel”. O tráfego de VC1 observado em 2005 foi de 419 minutos.

A tarifa VC-1 encontrada é uma média aritmética global de todas as tarifas homologadas pela Anatel em todos os anos avaliados. Lembrando que nos anos de 2004, 2005 e 2006 a quantidade de tarifas VC-1 homologadas tornou-se muito grande, tendo em vista a entrada de novos agentes no mercado de serviço móvel pessoal (SMP), além das operações integradas entre algumas empresas do STFC e outras do SMP. Dessa forma, o valor registrado de R\$ 0.47/minutos é a média de todas estas tarifas praticadas.

No que tange a questão dos custos operacionais, a proporção direta encontrada de 53% da receita líquida é extraída do somatório do elenco de contas contido na Resolução nº 396/05, expedida pela Anatel em 2005. Tal resolução apresenta a desagregação do plano de contas das concessionárias de STFC, tendo sido denominado de documento de separação e alocação de rubricas contábeis. Os primeiros dados ajustados a esta resolução se encontram nos arquivos da Superintendência de Serviços Públicos da Anatel, e são referentes ao ano de 2005. A principal inovação de tal resolução é a segregação das despesas e receitas das concessionárias de STFC por serviço prestado, dando uma exatidão antes não alcançada pelos balanços tradicionais publicados pelas prestadoras nos moldes da exigência imposta pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Assim, há maior acurácia em se obter, por exemplo, custos e despesas atreladas ao serviço local de um terminal médio em serviço.

O CAPEX (*Capital Expenditure*) relatado neste trabalho também foi obtido dos

exemplo, a “Linha da Economia” oferecida pela Telefônica em São Paulo que visa a atingir um público de baixa renda, oferecendo serviços de telecomunicações com tarifas específicas para esta classe de consumidores.

dados contidos no novo documento de separação e alocação de rubricas contábeis (resolução nº 396/05). Optou-se por uma média global de valores tendo em vista as idiossincrasias de cada concessionária de STFC em relação ao seu setor no PGO. Dessa maneira, calculamos os elementos desagregados de rede, através das demonstrações financeiras contábeis, a partir dos investimentos específicos nos elementos essenciais para a oferta de serviços locais. Obtém-se o valor de R\$ 1374,00 por terminal como um valor médio de investimento necessário para a oferta de serviços locais, lembrando que ponderamos o fato de haver novos investimentos no caso de centrais IP (Internet Protocol) aplicadas à telefonia local (caso haja necessidade de investimentos em plantas com modalidade de pagamento pré-pago). O valor presente dos fluxos de caixa são descontados ao WACC de uma operadora típica, estimado em 14% em termos reais, conforme detalhado em Bragança, Rocha e Camacho (2006).

Tabela 2-1 Projeção do Fluxo de Caixa

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ Receita Líquida ⁱ		752	737	722	708	694	680	667	653	640	628
Assinatura ⁱⁱ		412	403	395	387	380	372	365	357	350	343
<i>R\$ 35 / mês</i>											
Local F-F		147	145	142	139	136	133	131	128	126	123
<i>(x) 114 Pulsos Faturados Mensais/TMS</i>											
<i>Tarifa média R\$ 0.11/Pulso</i>											
Local F-M		193	189	185	182	178	175	171	168	164	161
<i>(y) Tráfego VC1/TMS (419 min/ano)</i>											
<i>Tarifa VC1 R\$ 0.47/min</i>											
- Custos (53% Rec Liq) ⁱⁱⁱ		-399	-391	-383	-375	-368	-360	-353	-346	-339	-333
= EBITDA		353	346	340	333	326	320	313	307	301	295
Depreciação ^{iv}		-137	-137	-137	-137	-137	-137	-137	-137	-137	-137
IR @ 34%		(73)	(71)	(69)	(66)	(64)	(62)	(60)	(58)	(56)	(54)
Depreciação		137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
= FCF		280	275	271	266	262	258	253	249	245	241
Valor Presente VP (FCF) @ 14% aa		1381									
TIR		14.13%									
CAPEX (k) ^v		1374									

Fonte: Balanços Anuais das Operadoras de STFC de 2000 até 2005

ⁱ Todos os componentes da receita líquida decaem a uma taxa de 2% aa.

ⁱⁱ Assinatura básica corresponde a 55% residencial, 35% não residencial e 10% tronco.

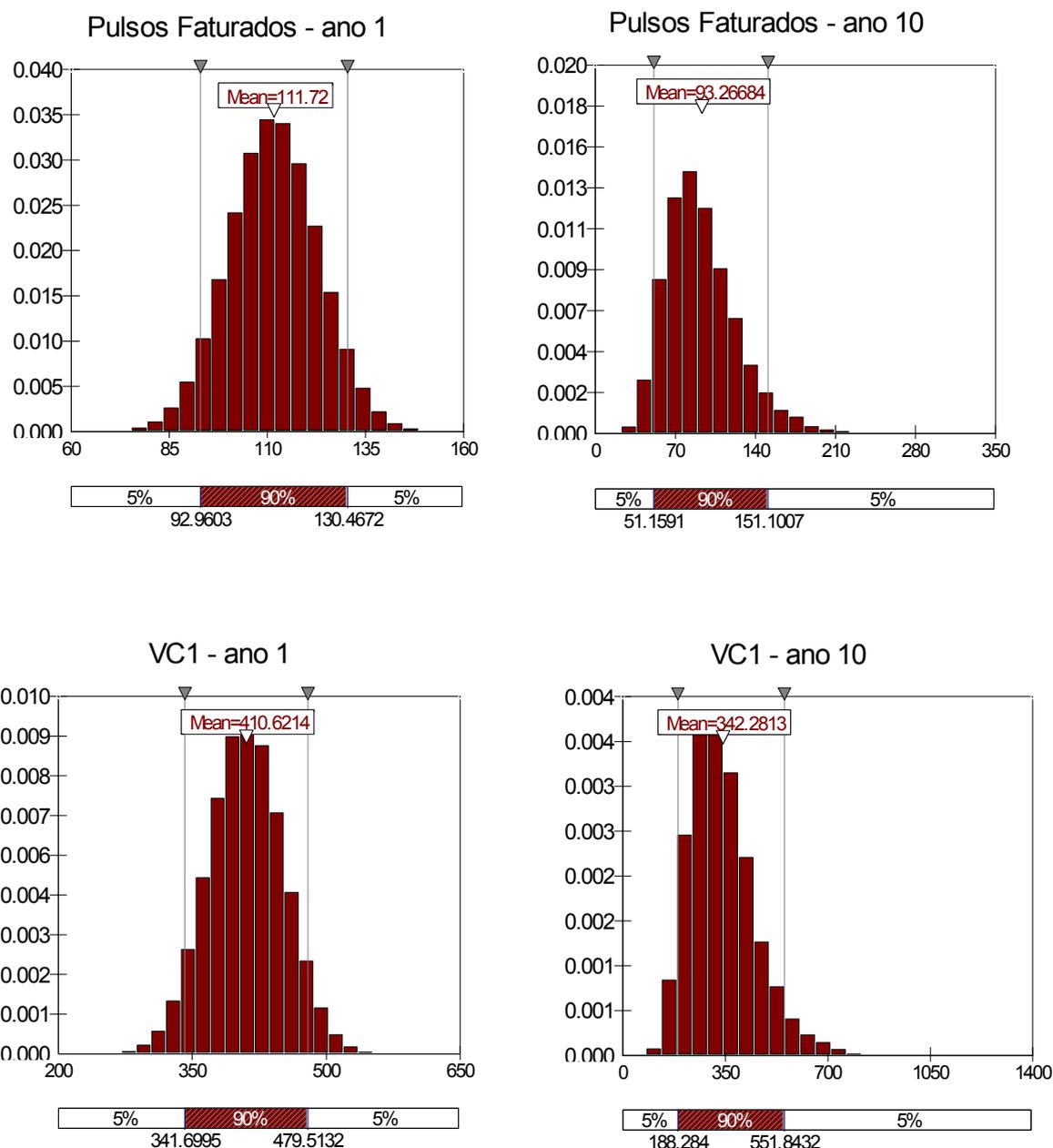
- iii Os custos operacionais são estimados em 53% da receita líquida.*
- iv Considera-se depreciação linear de 10 anos sobre o Capex.*
- v O CAPEX equivale ao custo do TMS e, portanto, ao preço de exercício da opção.*

O Apêndice A apresenta a evolução mensal de pulsos registrados e faturados por TMS desde 2000. A volatilidade estimada para a variável (x) de pulsos faturados é de 2.87% ao mês o que equivale a 10% aa⁸. Dois cenários foram estabelecidos para a volatilidade da variável de tráfego VC1 (y): i) “Conservador” de mesma volatilidade que os pulsos faturados e ii) “Volátil”, com o dobro de volatilidade que os pulsos faturados. Admite-se ainda que não há correlação entre essas duas variáveis ($\rho=0$).

Assumimos uma taxa de decaimento de 2% a.a em relação a ambas variáveis de forma que a receita líquida de cada ano caia em 2%. A Figura 2.1 apresenta a distribuição de probabilidade de pulsos e minutos de VC1 por TMS para o período de 1 e 10 anos a frente considerando o cenário “Conservador”. Como era de se esperar a incerteza aumenta no decorrer do tempo, sendo o desvio padrão de 11.4 (41.9) para o primeiro ano e 31.3 (113.2) para o décimo ano para pulsos faturados e minutos de VC1 respectivamente, característica do processo estocástico especificado onde a variância da distribuição cresce com o tempo.

⁸ Considerando que a variância da taxa de retorno cresce com o tempo.

Figura 2.1 Distribuição de Probabilidade: Pulsos Faturados e VC1 por TMS



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312539/CB

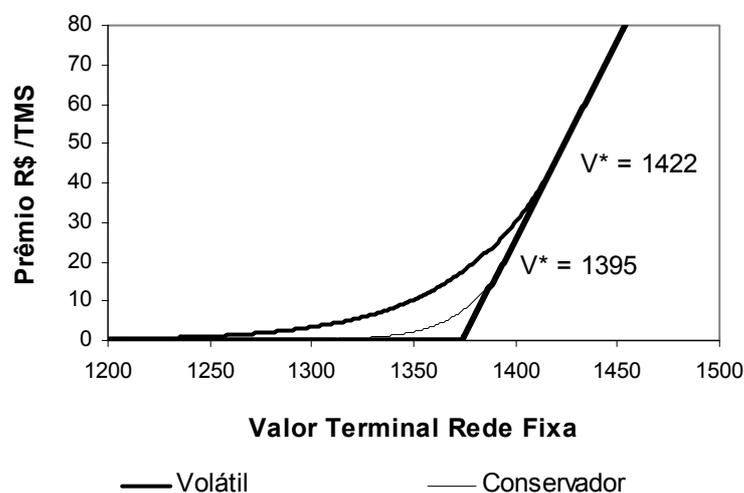
Já definido os parâmetros das equações estocásticas referentes a pulsos faturados e minutos de VC1 por TMS, é necessário a simulação conjunta de todo fluxo de caixa apresentado na Tabela 1, de forma a estimar o parâmetro de volatilidade (σ) do retorno do projeto. A abordagem apresentada em Brandão, Dyer e Hahn (2005 a, b) que modifica Copeland e Antikarov (2003), permite estimar esse parâmetro em 2.7% aa (“Conservador”) e 4.6% aa (“Volátil”), conforme discutido no Apêndice B.

Os parâmetros restantes foram taxa livre de risco (r) em termos reais de 10%

aa⁹, taxa de crescimento (α) de -2% a.a, custo de capital (ρ) de 14% e custo de oportunidade (δ) de 16% a.a¹⁰. Em relação a choques tecnológicos, de acordo com o discutido na seção 4, assume-se uma frequência (λ) de 0.2 (um choque tecnológico a cada cinco anos) e dois cenários de impacto: i) “Choque Fraco” gerando decréscimo de 10% no valor do projeto, e ii) “Choque Forte” gerando decréscimo de 20% no valor do projeto.

O prêmio da opção, bem como o *mark-up* em relação ao custo de capital, podem ser estimados a partir das Eq. (15-18). A Figura 2.2 apresenta o valor da opção no momento de exercício ótimo (V^*) em relação aos cenários de volatilidade do projeto, considerando um choque tecnológico forte. A opção converge suavemente para o exercício a medida que aumenta o valor esperado do projeto. Somente nesse instante o projeto é viável e implementado. Portanto, a regra clássica de investimento não é satisfeita, uma vez que o investidor racional demanda um prêmio adicional sobre o custo afundado de R\$1374 (k) de forma a se comprometer com o investimento. Esse prêmio adicional é tanto maior quando mais incertas forem a demanda, a magnitude e a frequência dos choques.

Figura 2.2 – Valor da Opção e o Exercício Ótimo



⁹ A estimativa da taxa livre de risco em termos reais foi realizada a partir das taxas referências de swap DI x IPCA da BMF (cupom de IPCA), chegando a uma média de aproximadamente 10% ao ano.

¹⁰ O custo de oportunidade conforme já explicado é dado pela diferença entre a taxa de retorno esperada e os ganhos de capital, $\delta = \rho - \alpha$.

A Tabela 2.2 apresenta, para os dois cenários, o custo de capital (WACC) ajustado a partir das magnitudes de choques tecnológicos. Sem a possibilidade de choques (primeira linha), e para o cenário “Conservador”, o investidor racional somente compromete seus recursos a partir de um custo de capital ajustado de 14.15% ao invés do valor base de 14%, ou seja, um *mark-up* de 0.15% sobre o WACC estipulado pela agência reguladora. Porém, o efeito de um choque tecnológico negativo aumenta gradativamente como era de se esperar esse *mark-up*. Considerando o maior grau de incerteza, qual seja, cenário “Volátil” e um choque tecnológico forte, que reduz em 20% o valor do projeto, a opção de acesso eleva o custo de capital estabelecido pelo regulador para 14.89 % aa.

Tabela 2-2 Custo de Capital Corrigido

Cenário Conservador	
Choques Tecnológicos	WACC Ajustado (ρ^*)
Sem Choques	14.15%
Choque Fraco	14.22%
Choque Forte	14.38%
Cenário Volátil	
Choques Tecnológicos	WACC Ajustado (ρ^*)
Sem Choques	14.44%
Choque Fraco	14.58%
Choque Forte	14.89%

As Figuras 2.3 e 2.4 apresentam a análise de sensibilidade em relação a diversos parâmetros críticos para o apreçamento da opção de acesso como: volatilidade do projeto, frequência dos choques tecnológicos e magnitudes dos *saltos*. Os resultados do custo de capital ajustado apresentam robustez significativa para os diversos cenários considerados.

Figura 2.3 – Custo de Capital x Volatilidade (Choque Forte)

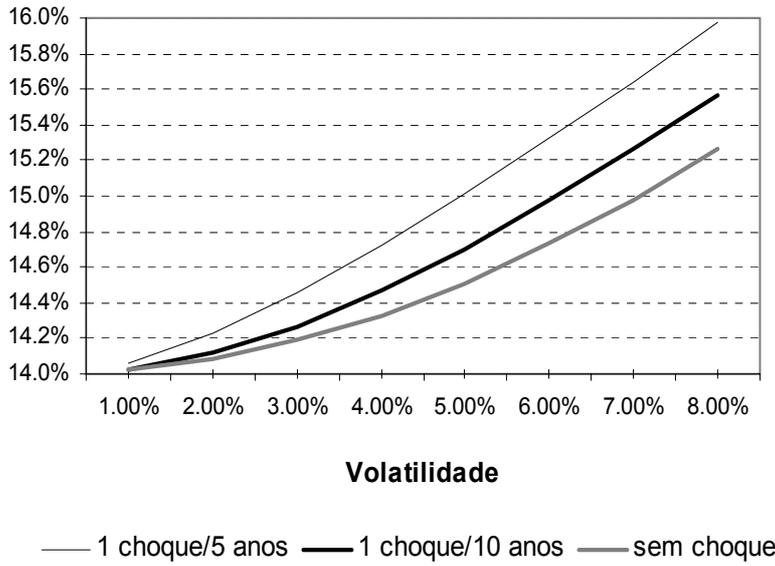
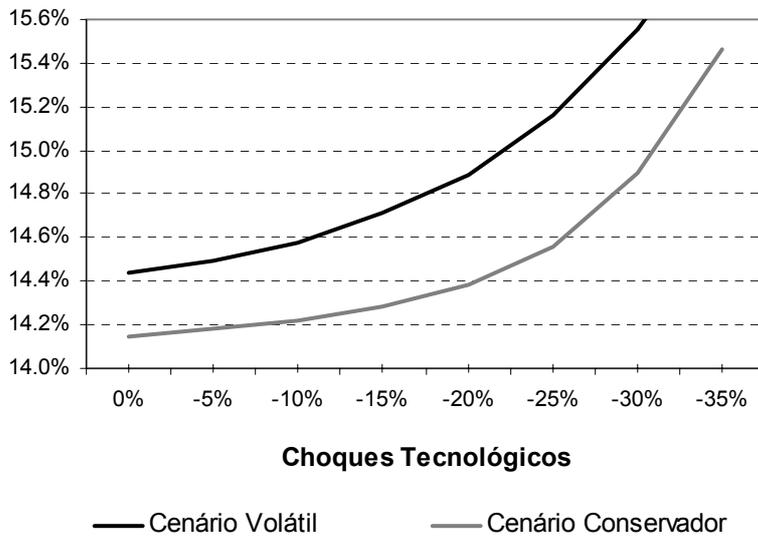


Figura 2.4 – Custo de Capital x Magnitude dos Choques (1choque/5 anos)



2.6 Conclusão

As políticas de estímulo à competição no setor de telefonia fixa (STFC) têm como pilares básicos a interconexão e a desagregação de redes. Conforme foi visto, a nova orientação a custos na determinação das tarifas de interconexão (TU-RL) e no apereçamento dos elementos de rede faz com que remuneração de capital desempenhe papel fundamental.

A literatura de preços de acesso e *opções reais* mostra que ao simplesmente estabelecer preços iguais ao custo incremental de longo prazo (LRIC) em um ambiente de incertezas e custos irreversíveis cria-se um desequilíbrio na relação risco / retorno da incumbente que pode causar sérios danos à trajetória de investimentos em infra-estrutura de rede e inovação. Compromete-se, neste caso, um dos objetivos de políticas de estímulo à competição: a geração de eficiência dinâmica.

A partir da metodologia de opções, ajustada de forma a refletir os saltos tecnológicos usuais do setor, o trabalho estimou o acréscimo (*mark-up*) sobre a remuneração de capital (WACC), de forma a considerar a opção de acesso à rede disponibilizada pelas operadoras de STFC aos entrantes quando da decisão de investimento em um terminal. Na estimação do *mark-up* foram utilizados dados financeiros e operacionais disponibilizados nos balanços e relatórios financeiros das firmas e a inferências quanto a séries observadas de demanda reais por pulso e tráfego por minuto.

As estimações apontam para robustez do *mark-up* em relação a alterações nos três parâmetros básicos do modelo, quais sejam: volatilidade do tráfego (tanto fixo-fixo quanto fixo-móvel), frequência e magnitude dos choques tecnológicos. Os resultados indicam uma faixa de *mark-up* entre 0,15% no cenário conservador sem choques tecnológicos e 0,89% no cenário volátil com choque forte.

Em termos de recomendação de política pública, o trabalho aponta para a importância efetiva das *opções reais* na implementação do LRIC e, conseqüentemente, nas políticas de competição orientadas a custos do setor. Outro aspecto a ser ressaltado é que quanto maior a volatilidade e a sujeição a saltos tecnológicos do negócio regulado, maior deve ser o valor da opção. No caso da telefonia STFC, com base nas premissas adotadas, o *mark-up* para o WACC aplicado a TU-RL foi estimado em um valor inferior a 1%.

2.7 Referências Bibliográficas

1. Alleman, J., Noam, E. *The New Investment Theory of Real Options and its Implication for Telecommunications Economics*. Kluwer Academic Publishers. 1999.
2. ANATEL(1998a). Anexo à resolução nº 31, de 1 de julho de 1998. Regulamento de remuneração por uso de redes das prestadoras do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC).
3. ANATEL(1998b). Anexo à resolução nº 40, de 23 de julho de 1998. Regulamento Geral de Interconexão.
4. ANATEL(2001). Anexo à resolução nº 279, de 15 de outubro de 2001. Critérios de remuneração pelo uso de redes de prestadoras do Serviço móvel Especializado.
5. ANATEL(2005a). Modelo de contrato de concessão do Serviço Fixo Telefônico Comutado Local. Brasília, Anatel, 2005.
6. ANATEL(2005b). Anexo à resolução nº 410, de 11 de julho de 2005. Regulamento Geral de Interconexão.
7. ANATEL(2006a). Anexo à resolução nº 438, de 20 de julho de 2006. Regulamento de Remuneração pelo Uso de Redes de Prestadoras do Serviço Móvel Pessoal (SMP).
8. ANATEL(2006b). Relação dos contratos atuais de interconexão homologados. Brasília, Anatel, 12/08/2006.
9. Armstrong, M (2002). *The theory of access pricing and interconnection*. In: Cave, M. E.; Majumdar, S. K.; Vogelsang, I. (eds.). *Handbook of Telecommunications Economics*, v. 1, Cap. 8, North-Holland, 2002.
10. Armstrong, M., Doyle, C., Vickers, J. (1996). *The access pricing problem: a synthesis*. *Journal of Industrial Economics* 44, 131-150.
11. Black, F., Scholes, M. (1973). *The pricing of Options and Corporate Liabilities*. *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
12. Bragança, G. F.(2005). *A remuneração de redes nas telecomunicações e a nova orientação a custos: avaliação e perspectivas para a telefonia fixa brasileira*. Texto para Discussão IPEA 1104.
13. Bragança, G.F., Rocha, K., Camacho, F.(2006) *A Taxa de Remuneração de Capital e a Nova Regulação das Telecomunicações*. Texto para Discussão IPEA 1160.
14. Brandão, I., Dyer, J., Hahn, W. (2005a) *Using Binomial Decision Trees to Solve Real Option Valuation Problems*. *Decision Analysis*.
15. Brandão, I., Dyer, J., Hahn, W. (2005b). *Response to Comments on Brandão et al (2005)*. *Decision Analysis*.

16. BRASIL. Lei nº 9472, de 16 de julho 1997. Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995.
17. BRASIL. Decreto nº 4733 do Presidente da República, de 10 de junho de 2003. Dispõe sobre políticas públicas de telecomunicações e dá outras providências.
18. BRASIL. Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL. Anexo à resolução nº. 319, de 27 de setembro de 2002, Critérios de remuneração pelo uso de redes de prestadoras do serviço móvel pessoal.
19. Brennan, M.; Schwartz, E. (1985) *Evaluating Natural Resources Investments*. Journal of Business 58, 135-157.
20. Clark, E.; Easaw, J.(2003) *Optimal Access Pricing for Natural Monopoly Networks when Costs are Sunk and Revenues are Uncertain*. Working Paper Middlesex University Business School.
21. Copeland, T.; Antikarov, V.(2003) *Real Options: A Practitioner's Guide*. TEXERE.
22. Dickey, D., Fuller, W. (1979). Distribution of the Estimators for Time Series Regressors with a Unit Root, Journal of the American Statistical Association 74, 427–431.
23. Dickey, D., Fuller, W. (1981). Likelihood ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, Econometrica 49, 1057-1071.
24. Dixit, A, Pindyck, R. (1994). *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press.
25. Dobbs, I. M.(2004) *Intertemporal price cap regulation under uncertainty*. The Economic Journal 114, p. 421-440.
26. Enders, W. (1995). Applied Econometric Time Series. Wiley, New York
27. Evans, I., Guthrie, G.(2006) *Incentive Regulation of Prices When Costs are Sunk*. Journal of Regulatory Economics 29, 239-264.
28. Frost & Sullivan. (2006) *Network Expansion and the Necessity to Streamline Wireless Transmissions to Drive Growth in the Brazilian WiMax Markets*. Mimeo.
29. Gans, J.S. (2001). *Regulating private infrastructure investment: optimal pricing for access to essential facilities*. Journal of Regulatory Economics 20, 167– 189.
30. Gans, J.S., Williams, P.L.(1999). *Access regulation and the timing of infrastructure investment*. Economic Record 75, 127–137.
31. Hausman, J. (1999). *Regulation by TSLRIC: Economic Effects on Investment and Innovation, MultiMedia und Recht. (MMR)*, 3.
32. Hausman, J., Myers, S. (2002). *Regulating the United States railroads: the effect of sunk costs and asymmetric risk*. Journal of Regulatory Economics 22, 287-310.

33. Holms, J. (2000). *Regulating Network Access Prices under Uncertainty and Increasing Competition - The Case of Telecommunications and Local Loop Unbundling in the EU*. Tese de mestrado. Instituto de Economia - Universidade de Copenhagen.
34. Hori, K., Mizuno, K.(2006). *Access pricing and investment with stochastically growing demand*. *International Journal of Industrial Organization*, 24, 795–808.
35. ITU (2002). *Trends in Telecommunication Reform*.
36. Jorde, T., Sidak, G., Teece, D. (2000) *Innovation, investment and unbundling*. *Yale Journal on Regulation* 17 (1).
37. Kotakorpi, K. (2004). *Access price regulation, investment and entry in telecommunications*. Acessível em: <http://www.valt.helsinki.fi/staff/jzrytkon/micro203/w_micro203_kk_paper.pdf>.
38. Laffont, J.J., Tirole, J.(1993). *A theory of incentive in procurement and regulation*. MIT Press.
39. Laffont, J.J., Tirole, J. (1994). *Access pricing and competition*. *European Economic Review* 38, 1.673-1.710.
40. Laffont, J.J., Tirole, J. (2000). *Competition in telecommunications*. *Munich Lectures in Economics*.
41. Majd, S., Pindyck, R. (1987). *Time to build, option value, and investment decisions*. *Journal of Financial Economics*, 18(1), 7-27.
42. Mandy, D. M., Sharkey, W. W. (2003). *Dynamic pricing and investment from static proxy models*. *Review of Network Economics* 2(4),403-439.
43. Mason, S., Merton, R. (1985). *The Role of Contingent Claims Analysis in Corporate Finance*. In *Recent Advances in Corporate Finance*, eds: E. Altman and M. Subrahmanyam. Homewood, IL: Richard D. Irwin.
44. Mattos, C. A. (2001) *The Brazilian Model of Telecommunications Reform (BMTR): A Theoretical Approach*. Tese para Obtenção do Grau de Doutor em Economia, Departamento de Economia, UNB.
45. Mcdonald, R., Siegel, D. (1986). *The value of waiting to invest*. *The Quarterly Journal of Economics*, 101(4), 707-.728.
46. Merton, R.(1973) *Theory of rational option pricing*. *Bell Journal of Economics and Management Science* 4 (4), 141-183.
47. Merton, R. C. (1976). *Option Pricing when Underlying Stock Returns are Discontinuous*. *Journal of Financial Economics* 3, January-March,125-144.
48. Ministério das Comunicações (1996). Edital de concorrência nº 001/96, de 1996. Outorga de concessão de exploração do Serviço Móvel Celular na banda B.
49. Ministério das Comunicações (1996). Norma 25, de 14 de novembro de 1996.

Critérios e procedimentos para determinação de valores para as tarifas de uso das redes de Serviço Móvel Celular e de Serviço Telefônico Público.

50. Myers, S. (1987). *Finance theory and financial strategy*. Midland Corporate Finance Journal, 5(1),6–13.

51. Paddock, J.L., Siegel D.R., Smith, J.L. (1988) *Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases*, Quarterly Journal of Economics 103, 479-508.

52. Pindyck, R. (2004) *Mandatory unbundling and irreversible investment in telecom networks*. Sloan School of Management, MIT (Working Paper).

53. Pindyck, R. (2005). *Pricing capital under mandatory unbundling and facilities sharing*. Sloan School of Management, MIT (Working Paper).

54. Salinger, M. *Regulating prices to equal forward looking costs: cost based prices or price based costs?* Journal of Regulatory Economics, v. 14, p. 149-163, 1998.

55. Sidak, G., Spulber, D. (1997). *Givings, takings and the fallacy of forward looking costs*. New York University Law Review 5,1.068-1.164.

56. Small, J.P., Ergas, H.(1999). *The Rental Cost of Sunk and Regulated Capital*, Econometrics Working Papers 9908, Department of Economics, University of Victoria.

57. Smith, J.(2005). *Alternative approaches for solving real options problems: A comment on Brandão, Dyer and Hahn*. Decision Analysis.

58. SPECTRUM CONSULT. Relatórios relativos à conversão pulso-minuto brasileira. Brasil, mimeo. 2005.

59. Tourinho, O. (1979). *The Option Value of Reserves of Natural Resources*, Working Paper, University of California at Berkeley.

60. Trigeorgis, L. (1988). *A conceptual options framework for capital budgeting*. Advances in Futures and Options Research 3,145.167.

61. Trigeorgis, L. (1996). *Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. MIT Press.

62. Valletti, T. M., Estache, A. (1998). *The theory of access pricing: an overview for infrastructure regulators*. World Bank, mimeo.

63. VALUE PARTNERS (2003). O Modelo Brasileiro de Interconexão. Brasília, mimeo. 2003.

64. VALUE PARTNERS (2006). Relatório Técnico para Comissão de Arbitragem em cumprimento ao Despacho 047/CAI/2005. Brasília, mimeo. 2006.

65. Viscusi, W. K., Vernon, J. M., Harrington, J. E.(1996). *Economics of regulation and antitrust*, 2nd ed., MIT Press.

66. Vogelsang, I.(2002). *Incentive regulation and competition in public utility markets: a*

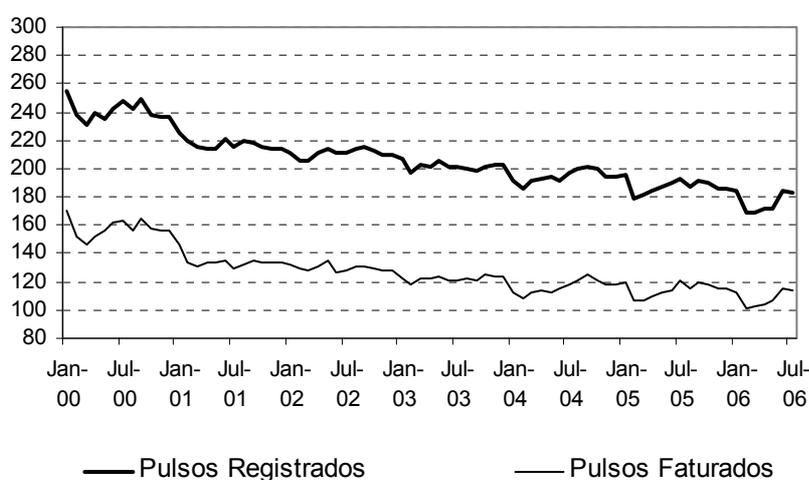
20-year perspective. Journal of Regulatory Economics 22(1). 5-27.

67. Vogelsang, I.(2003). *Price regulation of access to telecommunications networks*. Journal of Economic Literature 41(3), 830-862.

2.8 Apêndice A: A Demanda pelo Serviço de Telefonia Fixa

A Figura A1 ilustra a demanda pelo serviço local de telefonia fixa a partir da evolução mensal dos pulsos registrados e faturados por terminal médio em serviço (TMS). A diferença entre as duas séries corresponde aos pulsos relacionados à franquia embutida no valor da assinatura básica e observa-se que a volatilidade provém da série de pulsos faturados por TMS.

Figura A1 – Pulsos por Terminal Médio em Serviço



Fonte: Balanços Anuais das Operadoras de STFC de 2000 até 2005

Estimou-se o teste de raiz unitária ADF (*Augmented Dickey Fuller*), descrito em Enders (95) e desenvolvido a partir dos trabalhos de Dickey e Fuller (79 e 81), com o intercepto e não foi rejeitada a hipótese de que o processo de pulsos faturados seja não estacionário (tenha raiz unitária) mesmo com 90% de significância.

2.9 Apêndice B: A Volatilidade dos Retornos do Projeto.

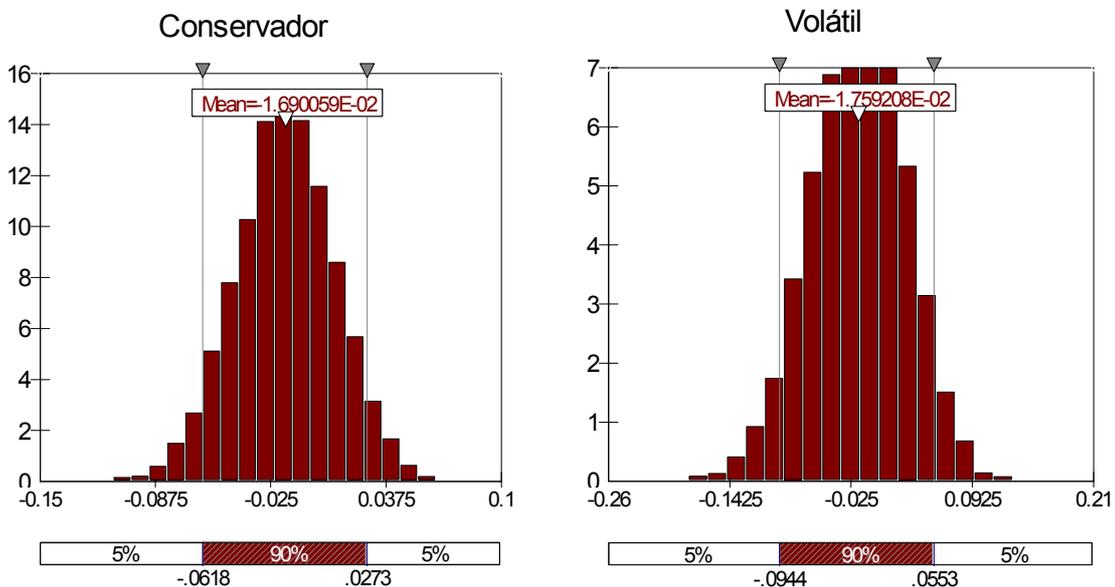
A abordagem apresentada em Brandão, Dyer e Hahn (2005 a, b) comentada por Smith (2005) e que modifica Copeland e Antikarov (2003) consiste em simular todas as variáveis estocásticas em questão para um período a frente ($t=1$) e calcular a distribuição de valor presente *esperado* dos fluxos de caixa (VP_1) *condicional* às simulações *até* este período. Os fluxos a contabilizar são os fluxos *esperados* para os próximos 10 anos, condicionais a simulação do primeiro ano.

A volatilidade do retorno do projeto (σ) é dada pelo desvio padrão da distribuição z, definida pela Eq.(B1), onde VP_0 equivale ao valor presente *esperado* dos fluxos de caixa no período zero:

$$\tilde{z} = \ln\left(\frac{\tilde{VP}_1}{VP_0}\right) \quad (\text{B1})$$

A Figura B1 apresenta a distribuição z, considerando os dois cenários analisados “Conservador” e “Volátil”, cujas volatilidades são estimadas em 2.7% a.a. e 4.6% a.a respectivamente.

Figura B1 – Distribuição dos Retornos do Projeto



2.10 Apêndice C: Modelo Brasileiro de Interconexão.

C.1 A Lei Geral de Telecomunicações (LGT)

A Lei Geral de Telecomunicações (Lei nº 9472/1997) é o marco regulatório de todo setor, dispondo sobre diversas questões acerca da estrutura legal da área de telecomunicações, tendo partes relativas à interconexão de redes. Aborda tópicos gerais relativos a este assunto e atribui à Anatel a competência para desenvolver a regulamentação específica em normas posteriores.

A LGT define interconexão como “a ligação entre redes de telecomunicações funcionalmente compatíveis, de modo que os usuários de serviços de uma das redes possam comunicar-se com usuários de serviços de outra ou acessar serviços nela disponíveis” (Artigo 146, parágrafo único). Assim, a interconexão deve permitir a integração entre redes distintas e o acesso a outros serviços suportados pelas redes de telecomunicação. Em relação à interconexão de redes, conforme definida pela LGT, há a disposição sobre os seguintes aspectos:

- Especifica que nos contratos de concessão e nos termos de permissão deverão constar as condições gerais para a interconexão, ou seja, as diretrizes para o estabelecimento de interconexões quando houver solicitação;
- Define a obrigatoriedade da interconexão entre as redes, tendo por base a regulamentação específica de cada serviço elaborada pela Anatel;
- Estabelece a hipótese de intervenção da Anatel na concessionária;
- Resguarda o direito de propriedade sobre as redes, porém condicionado pelo dever de cumprimento de sua função social, de modo a possibilitar a satisfação do interesse coletivo.

C.2 Regulamento Geral de Interconexão (RGI)

No que se refere à interconexão, considerando todos os serviços de telecomunicações, o marco regulatório fundamental é o Regulamento Geral de Interconexão, aprovado pela resolução nº 40 de 1998, e alterado pelo Novo Regulamento Geral de Interconexão, aprovado pela resolução nº 410 de 11/07/2005. Dispôs sobre a classificação das interconexões, as obrigações e deveres das partes que se interconectam, diretrizes para elaboração dos contratos, aspectos técnicos

para efetivação da ligação das redes e sobre o processo de solução de controvérsias pela arbitragem da Anatel.

As interconexões foram classificadas em cinco classes da seguinte maneira:

- Classe I: Interconexão entre duas operadoras do STFC;
- Classe II: Interconexão entre uma operadora móvel e uma do STFC;
- Classe III: Interconexão entre prestadora de SMP ou STFC e outra que não STFC ou SMP (vg., Comunicação Multimídia);
- Classe IV: Interconexão entre duas prestadoras móveis;
- Classe V: Interconexão entre duas prestadoras que não STFC ou SMP.

O objetivo das classificações acima se baseia no escopo de buscar maior organização nas relações entre prestadoras, em função do serviço prestado, além de gerir melhor os processos de arbitragem.

O RGI estabelece também as diretrizes gerais dos contratos a serem estabelecidos. Nesse sentido, destaca-se a disposição de que as condições para interconexão de redes são objeto de livre negociação entre operadoras, de modo que os aspectos gerais para efetivação da interconexão (localização, aspectos tecnológicos e especificações técnicas) deverão ser acordadas entre as partes, sempre tendo em vista a regulação geral (LGT e RGI) e específica (regulamentos específicos dos serviços envolvidos).

Outro ponto importante no RGI diz respeito à obrigatoriedade de interconexão quando solicitada, independentemente da classe (I a V), sendo o direito de propriedade sobre as redes condicionado pelo cumprimento da função social (artigo 12). A obrigatoriedade de interconexão tem por objetivo a manutenção da estrutura global do modelo de telecomunicações brasileiro, possibilitando a interligação de todos os usuários, mesmo que em redes distintas. O RGI ressalta, no entanto, que o custo de adaptação ou modificação da infra-estrutura, quando necessário, é de responsabilidade da prestadora que se beneficiar da modificação implementada, de forma a não onerar compulsoriamente aquele que não vê premência no processo de interconexão demandado.

C.3 Evolução histórica da telefonia fixa (STFC) sob a perspectiva da interconexão

A evolução dos modelos de remuneração por uso de rede na telefonia fixa acompanham as alterações ocorridas na estrutura do mercado, que passou de uma situação na qual havia um monopólio estatal para um ambiente no qual empresas privadas atuam em um mercado mais maduro.

Antes de 1996, vigorava no mercado de telecomunicações brasileiro o monopólio estatal, herança do regime militar. Na época, as diversas empresas estatais proviam tanto os serviços de telefonia fixa como de telefonia móvel, mercado que se iniciara em 1993 e que ainda era incipiente. Dessa forma, não havia remuneração por uso de rede na terminação de chamadas locais destinadas à rede móvel, visto que o tráfego era transitado na mesma prestadora.

A questão da interconexão surgia, então, quando havia necessidade de completar chamadas de longa distância. O modelo adotado para remunerar a rede na terminação era o de *revenue sharing*. Uma parte da receita de longa distância da operadora era repartida, sendo que o percentual pago variava para cada prestadora de destino, em função da eficiência operacional de cada uma.

Em 1995, quando ocorreu o fim do monopólio estatal, decidiu-se também reestruturar a regulação do setor para adequação da entrada de empresas privadas. Cada prestadora estadual foi cindida, de modo que passou a existir, em cada estado, uma operadora que oferecia apenas o serviço fixo e outra que ofertava apenas o serviço móvel.

A principal modificação introduzida em relação ao modelo de interconexão foi o estabelecimento da tarifa de uso de rede local (TU-RL) e interurbana (TU-RIU) para terminação de chamadas. Com a separação fixo-móvel, o modelo de *revenue sharing* tornou-se inadequado, dadas as diferentes naturezas de cada um desses serviços. Os valores da TU-RLs e TU-RIUs passaram a ser controlados através de modelos de *price cap*, com os valores iniciais baseados nos custos de rede correntes e no tráfego da época para cada uma das prestadoras. No entanto, foram previstas apenas atualizações dos valores pelo índice de preço e pelo fator de produtividade definido previamente, não sendo previstas revisões do modelo baseado em custos. Desta forma, com a evolução das redes e crescimento do mercado, o valor das TUs se desvinculou dos custos reais das redes (Mattos, 2001).

O modelo de privatização adotado dividiu as prestadoras em 4 grupos: 3

grupos prestando serviço local e longa distância em uma área geográfica restrita (incumbentes locais) e um quarto grupo atuando como *carrier* nacional e internacional de longa distância. Para manter o equilíbrio econômico-financeiro das prestadoras com a separação das chamadas de longa distância, foi estabelecido, após a venda da participação da União em 1998, a cobrança da PAT (Parcela Adicional de Transição) sobre a TU-RL na terminação de chamadas interurbanas. Foi estabelecido que a PAT seria cobrada entre 1998 e 2001, com valores decrescentes.

O valor da TU-RL passou a ser baseado no valor do ano anterior, com correção pela inflação (medida pelo IGP-DI/FGV) menos um percentual de aumento de produtividade pré-definido. Os fatores de produtividade aumentariam a cada ano, até o término dos contratos em 2005. Dessa forma, o valor da TU-RL decresceu em termos reais, controlado por um modelo *price cap*. Para as prestadoras espelhos (espécie de concorrentes criadas nas regiões de atuação das incumbentes), foi determinado que o valor da TU-RL não poderia superar o valor da TU-RL da incumbente da área na qual atua.

Os contratos de concessão na telefonia fixa, que dispunham sobre o valor a ser pago por uso de rede, tinham término previsto para 2005. Em 2003 foram negociadas as prorrogações, com previsão de duração de 20 anos (2006-2025), estabelecendo novos critérios para a TU-RL, conforme determinou o Decreto nº4733/2003. Os novos contratos de concessão foram assinados e passaram a determinar a utilização de um modelo baseado em custos de longo prazo, a partir de 2008, sendo a definição deste modelo e sua implementação ainda em fase de estudos por parte da Anatel.

Para suavizar as diferenças entre os critérios vigentes até 2005 para o cálculo das TUs e as alterações determinadas pelo decreto e presentes no novo contrato de concessão, com base no modelo de custos de longo prazo, foi desenhado um modelo de transição, a ser aplicado em 2006 e 2007. Nesse período a TU-RL deve ser vinculada ao preço de público (modelo *retail based*), em um percentual decrescente (50% do preço de público em 2006 e 40% em 2007). O objetivo desse período de transição seria evitar uma queda brusca no valor da TU-RL, de modo a não causar desequilíbrio econômico-financeiro aos contratos com as operadoras.

O marco regulatório para a definição do Modelo Brasileiro de Interconexão para a telefonia fixa foi desfechado pelo Regulamento de uso de redes do STFC (Norma nº25, de 14/11/1996), que previa sobre os conceitos de TU-RL e TU-RIU e seus valores tarifários, bem como sobre a parcela PAT. É mister frisarmos que está em publicação um novo regulamento para a remuneração do uso de redes do STFC

(Consulta Pública nº 544), e que vem corroborar a fase de transição (modelo de *retail based*) até 2007 e abre precedentes legais para o novo modelo de custos a ser implantado pela Anatel em 2008.

C.4 Evolução histórica da telefonia móvel (SMP) sob a perspectiva da interconexão

As operações da telefonia móvel iniciaram-se no Brasil em 1993, ainda durante a fase de monopólio estatal do mercado de telecomunicações. Nesse período não havia separação dos serviços fixos e móveis, sendo a mesma empresa quem prestava ambos em cada um dos Estados. Assim, não havia especificação para a remuneração por uso de rede móvel, dado que a maior parte das ligações permanecia dentro da rede da prestadora.

Em 1996 o modelo foi alterado tendo em vista o processo de privatização do setor de telecomunicações e venda de licenças da Banda B da telefonia celular. Para isso, promoveu-se a separação estrutural dos serviços, criando, em cada Estado, uma empresa dedicada unicamente à prestação do serviço móvel e outra para prestação dos serviços fixos. Conseqüentemente, passou a ser necessária a definição de uma tarifa de uso de rede móvel, então denominada TU-M (Tarifa de Uso da rede Móvel).

O primeiro modelo adotado para a determinação do valor da TU-M, tanto para a banda A (empresa privatizada) como para a banda B (nova licença), foi o de *price cap*. Para a banda A o valor fixado pelo Ministério das Comunicações previa correções por um índice inflacionário (IGP-DI/FGV). Para a banda B o valor da TU-M deveria ser incluso na oferta de compra, durante o leilão, por cada um dos grupos que ofereceram lance. A licitação do leilão da banda B introduziu como regra que a tarifa de público VC-1 (Valor de Chamada 1 – chamadas dentro de uma mesma área geográfica entre operadoras móveis e fixas) não poderia ser menor do que a TU-M proposta mais a TU-RL da prestadora do STFC local, conforme artigo do edital 001/96:

6.9.1.2.2 O valor de VC-1 não poderá ser inferior à soma da TU-M da Proponente e da maior tarifa de uso de rede local das concessionárias do Serviço Telefônico Público da Área de concessão objeto da proposta.

Dessa forma, o valor da TU-M foi vinculado à VC-1. Como o valor da tarifa de

público era um critério de classificação do comprador no leilão, o valor da interconexão, ainda que de forma indireta, também foi relevante para determinar o ganhador do leilão da banda B.

Após o leilão de privatização e venda das licenças da banda B, em 1998, a TU-M passou a ser reajustada pelo IGP-DI/FGV, sem considerar nenhum fator de produtividade. Assim, manteve-se ao longo do tempo o valor real da TU-M, seguindo o modelo *price cap*.

Em 2001 foram leiloadas as bandas D e E da telefonia celular. Esses novos *players*, no entanto, iniciaram suas operações em um regime distinto daquele válido para as bandas A e B; passaram a prestar o Serviço Móvel Pessoal (SMP), em substituição ao Serviço Móvel Celular (SMC). Também foi aberta a possibilidade das antigas prestadoras SMC migrarem para o novo modelo, se assim desejassem e cumprissem uma série de quesitos. Além de diferenças no que se refere à introdução do Código de Seleção de Prestadora (CSP) e obrigações legais, o modelo de definição da tarifa de interconexão também foi alterado. Para as novas prestadoras o modelo passou a ser o de livre pactuação das tarifas de interconexão entre elas, em oposição ao modelo anterior de *price cap*, no qual a Anatel determinava os valores a serem cobrados, além do que a TU-M passou a ser denominada VU-M (Valor de Uso da Rede Móvel). A atuação da agência não foi afastada, cabia a ela homologar os valores e arbitrar eventuais conflitos entre prestadoras caso elas não finalizassem um acordo.

Na prática, o modelo de livre pactuação não foi bem sucedido, sendo a maior parte das tarifas VU-M definidas pela própria agência. Já para as prestadoras das bandas A e B que decidiram migrar para o SMP, deu-se a elas a opção entre o novo modelo – de livre pactuação – ou manter-se no modelo de reajustes atrelados ao índice de preço. A maior parte das prestadoras das bandas A e B permaneceram no modelo anterior (SMC), no entanto, algumas prestadoras cujas TU-Ms estavam abaixo da média nacional solicitaram arbitragem da Anatel, de modo a majorar o valor de suas tarifas de interconexão. Isso porque algumas prestadoras da banda B, como a ATL no Rio de Janeiro, colocaram na proposta de leilão valores inferiores ao da média nacional, dada a limitação causada pela inequação $VC-1_{SMC} > VU-M + TU-RL$ (Value Partners, 2003).

Além da já estabelecida inequação acima, definiu-se que “o VU-M de prestadora de SMP não pode inviabilizar a adoção do valor atualizado de VC-1 fixado nos Contratos de Concessão da prestadora de STFC”, ou seja, havia uma inequação a ser respeitada: $VC-1_{STFC} > VU-M + TU-RL$. Ainda que abordasse de forma diferente da

regulação inicial da telefonia móvel, o novo modelo para SMPs, ao menos ao que se refere à interconexão, não alterou a dinâmica de mercado (Value Partners, 2006).

Com a evolução de mercado a legislação definiu que, a partir de junho de 2005, o modelo adotado entre todas as prestadoras móveis seria o de *Bill & Keep* (assimetria de tráfego na relação 45/55% para o acerto de tarifação via VU-M¹¹), sendo a VU-M aplicada apenas à terminação de chamadas oriundas da rede fixa.

Em 2004 a Anatel, por meio do processo de Consulta Pública, apresentou ao mercado sua proposta para modificar a metodologia de cálculo do valor de remuneração de redes para a telefonia móvel. Neste momento, a Anatel indicou que, para o médio/longo prazo, permaneceria a livre pactuação do VU-M, com soluções de conflitos por meio de modelos de custos FAC (*Fully Allocated Costs*) com base de custos HCA (*Historical Cost Accounting*). Esta indicação se confirmou com a publicação do regulamento de Remuneração pelo Uso de Redes de Prestadoras SMP (Resolução nº 438) em julho de 2006.

C.5. Distorções do Modelo Brasileiro de Interconexão aplicadas à TU-RL

O valor homologado para as TU-RLs se baseava em um modelo de *price cap* reajustado pelo índice de preços e pelo fator de produtividade. Esse valor, descolado dos custos, tem levado a diversas distorções, entre elas:

- *Price squeeze*, pois o valor da TU-RL é superior ao valor da tarifa de público;
- Dificuldade de entrada de novos *players* no mercado corporativo;
- Exploração de agregadores de tráfego.

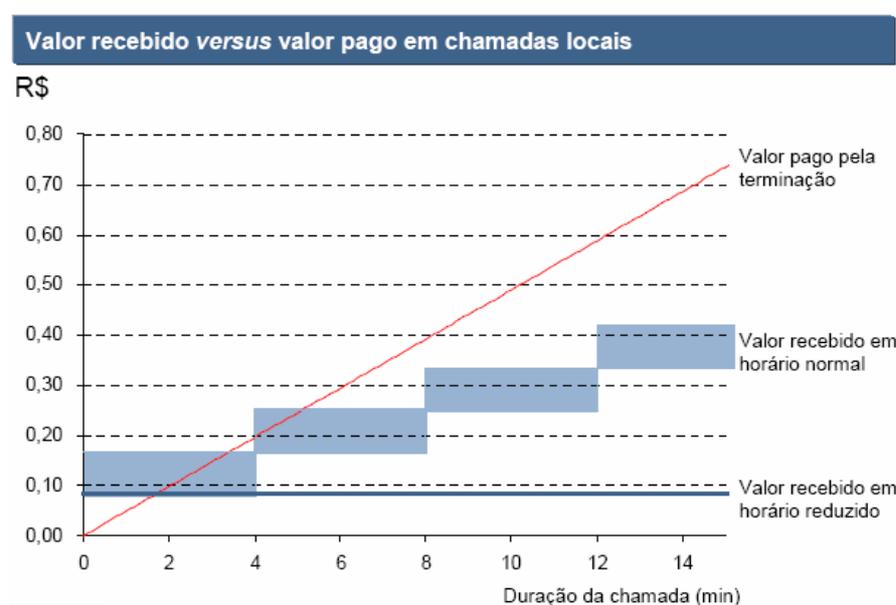
A interconexão é tarifada de 6 em 6 segundos, iniciando em 30 segundos, para chamadas completadas com mais de 3 segundos de duração. No horário normal, o serviço de público é tarifado por multimedição de pulsos, com o 1º pulso ao completar

¹¹ Segundo a regulamentação do SMP, a VU-M devida no relacionamento móvel-móvel é a referente ao tráfego interconectado que supere 55% do tráfego total (regra 45%-55%). Essa regulamentação substituiu a regulamentação anterior, do SMC, onde qualquer assimetria deveria ser saldada financeiramente pelo pagamento da TU-M correspondente. Assim, um tráfego hipotético de 57-43% deveria implicar no pagamento por 14% (a diferença de fluxo entre as prestadoras) dos minutos trocados segundo o modelo do SMC e apenas 2% (diferença de fluxo entre o maior tráfego e 55%) segundo o novo modelo SMP.

a chamada, o 2º pulso em algum momento aleatório em até 4 minutos, e a partir do 3º pulso em diante, cobrança a cada 4 minutos subsequentes por pulsos. No horário reduzido (por exemplo, 00:30 hrs) o serviço de público local é tarifado em apenas 1 pulso (Spectrum, 2005). Esta diferença na tarifação, associada aos valores das tarifas, ocasiona rentabilidade negativa em determinadas chamadas entre operadoras fixas locais. Isso ocorre porque o valor recebido de público não é suficiente para cobrir as despesas de remuneração da interconexão devida à entidade credora pelo tráfego.

A Figura C1 ilustra o valor pago e recebido quando ocorre a interconexão de duas redes locais, nos horários normal e reduzido:

Figura C1 – Valor pago e recebido na interconexão



Fonte: Value Partners, 2003.

No horário normal, o valor-teto homologado para a TU-RL é maior que o valor-teto homologado para o pulso local. De acordo com a duração da chamada, o valor pago em interconexão pode superar o valor recebido no varejo em até 130%. Como a duração média do pulso, segundo a Spectrum Latino-americana Consultoria (2005)¹², é de aproximadamente 2,5 minutos, o valor pago e o valor recebido na média ficam

¹² Spectrum Consult. Relatórios de consultoria relativos à conversão pulso-minuto brasileira. Brasil, 2005.

muito próximos.

No horário reduzido o valor recebido corresponde a 1 pulso e o valor pago em interconexão varia com a duração da chamada. Além disso, no horário reduzido a duração média da ligação pode ser muito maior devido ao uso da internet discada (a duração média das ligações para provedores de internet no horário reduzido varia entre 20 e 40 minutos). Esta incoerência entre valores de público e de interconexão dificulta a entrada de novas operadoras no mercado corporativo e permite a elas a exploração de agregadores de tráfego.

Naturalmente, os novos *players*, ao iniciar as suas operações, tendem a focar nos clientes de maior intensidade de uso, normalmente os clientes corporativos. Como estes geralmente possuem características de tráfego predominantemente sainte (originam mais ligações do que recebem), o novo entrante é prejudicado no balanço de pagamentos de interconexão (mas ganha a tarifa de público). Além de terem que oferecer um serviço que represente um melhor custo-benefício para os clientes corporativos, os novos entrantes têm um custo de interconexão muito próximo do preço de público (*price squeeze*) (Value Partners, 2006).

Como a rentabilidade da nova entrante, mesmo no mercado corporativo, fica prejudicada pelos custos com a interconexão, reduz-se a possibilidade da mesma poder atuar mais fortemente na competição também pelo usuário residencial. Desta forma, as novas prestadoras têm se desenvolvido através da criação de modelos de negócios baseados no tráfego entrante (recebimento de ligações), pois esse modelo de negócios é mais lucrativo. No entanto, esse modelo subverte a função original da tarifa de interconexão.

Diferentemente do modelo idealizado pela Anatel, onde os novos entrantes iriam posicionar-se como uma alternativa à incumbente na telefonia fixa local, os entrantes focaram sua atuação na formação de parcerias com ISPs (*Internet Service Providers* – Provedores de acesso à internet) e outras formas de agregadores de tráfego (*call centers* receptivos, portais de voz, etc). As incumbentes, visando manter o tráfego internet em suas redes também lançaram provedores gratuitos: o iTelefônica da Telefônica, o Click21 da Embratel, o iBest da Brasil Telecom, etc. Desta forma, a correta remuneração pelo uso de rede está sendo distorcida.

A modificação da metodologia de precificação da TU-RL prevista para 2006 (*retail based*) e a tarifação do serviço de público por minuto não reduziram os problemas associados ao valor elevado da TU. Isto se deve ao fato da tarifa de interconexão idealmente refletir a causalidade dos custos e que sua estrutura tarifária seja alinhada à da tarifa de público. Neste caso, a implementação do modelo de

custos (já em estudos pela Anatel) e a adoção de mecanismos eficientes de remuneração dos investimentos em redes de interconexão, conforme propõe este trabalho, torna-se um ponto crucial e necessário para o desenvolvimento do modelo brasileiro de telecomunicações e seus novos desafios futuros.

3 Opções Seqüenciais e a Incorporação Imobiliária

Resumo

Investimentos em incorporação imobiliária envolvem baixa liquidez e lento *payback*, levando cerca de cinco anos do lançamento à conclusão da obra. Apresentam diversas incertezas econômicas relacionadas à demanda de mercado, preço por metro quadrado e custo do terreno, o que aumenta significativamente o risco percebido pelos investidores. As perspectivas de elevadas taxas de retorno no longo prazo vêm atraindo cada vez mais o interesse do setor bancário, principalmente após o novo marco regulatório instituído pelo governo federal brasileiro em 2004 para o mercado imobiliário. Este trabalho analisa estratégias de lançamentos simultâneos ou seqüenciais de empreendimentos em incorporação imobiliária; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associado, porém, a uma maior incerteza nos resultados. O lançamento seqüencial apresenta características semelhantes a *opções reais* por embutir uma série de oportunidades quanto à aquisição de informações, adiamento e abandono do projeto. Aplicamos o modelo a uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro, identificando a estratégia ótima bem como o preço máximo pago pelo terreno. O lançamento seqüencial 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. Devido às características desse mercado, que envolve grande aporte de capital afundado e elevada incerteza econômica, variações dessa magnitude não podem ser negligenciadas.

Palavras Chaves: Opções Reais, Incorporação Imobiliária, Gerenciamento de Risco.

JEL: G13, R20, D81.

3.1 Introdução

Em 2004 o governo federal adotou uma série de medidas visando incentivar o financiamento habitacional e a geração de empregos a partir da Lei 10.931 de 02/08/04, novo marco regulatório que amplia garantias a compradores e financiadores de imóveis; e de resoluções do Conselho Monetário Nacional¹ que resultaram na oferta de mais recursos para o financiamento imobiliário, em condições de juros e prazos mais acessíveis.

Dentre as medidas destaca-se ainda o estímulo do governo a induzir o financiamento dos agentes privados, na medida em que passou a remunerar os recursos de poupança, não aplicados em operações de crédito imobiliário e recolhidos ao Banco Central, com apenas 80% da TR sem juros. Essa penalidade fez com que os bancos buscassem um diálogo com o setor produtivo, surgindo acordo inédito entre as entidades que representam os agentes financeiros e a indústria da construção, respectivamente, Abecip e CBIC, devidamente acompanhado pelo Ministério da Fazenda e validado pelo Banco Central.

Mediante o acordo – renovado trimestralmente com aval do Banco Central –, os agentes financeiros ficariam temporariamente livres daquela punição, desde que passassem a cumprir um programa de aplicação de recursos. Em 2005, grosso modo, os bancos privados devem direcionar, ao crédito imobiliário aproximadamente 50% a mais do realizado em 2004 (cerca de R\$ 4,5 bilhões).

Este cenário estimulou também uma saudável concorrência entre os agentes financeiros. Surgem novos produtos imobiliários – para imóveis novos e usados –, incluindo planos com prestações fixas por dez anos ou nos primeiros 36 meses do contrato; linhas de crédito para moradias a partir de R\$ 40 mil (antes, só a Caixa Econômica Federal fazia isso com recursos do FGTS); financiamento de 80% do valor do imóvel (antes, o máximo era de 70%), com prazo de 18 anos (o prazo usual era de 15 anos), juros de 12% ao ano e menor índice de comprometimento de renda.

¹ As resoluções do Conselho Monetário Nacional intensificaram o direcionamento de recursos (devolução de cerca de 30 bilhões de reais no prazo de 50 meses) do chamado FCVS Virtual (ou seja, aplicações em caderneta de poupança que os agentes financeiros privados – que adquiriram bancos insolventes por ocasião do Proer – deixaram de aplicar em financiamento habitacional por conta de dívidas do Fundo de Compensação de Variações Salariais já salgadas).

Devido às diversas medidas adotadas pelo governo a partir de 2004, o segmento imobiliário saiu da estagnação em que se encontrava há mais de 16 anos, chegando a 2006 com o volume recorde de 19 bilhões de reais para o crédito imobiliário².

O novo arcabouço institucional para o setor imobiliário, aliado aos indicadores conjunturais favoráveis da economia brasileira e à crescente melhoria no acesso ao crédito, sinaliza em direção a um substancial incremento da demanda e aquecimento do mercado imobiliário no Brasil (World Bank 2005).

A Tabela 3.1 apresenta a composição dos empréstimos imobiliários do Sistema Financeiro Habitacional em 2004. Observa-se que a dominância do crédito direto e do sistema público de financiamento é clara e cuja proporção dos empréstimos feitos através de instituições públicas equivale a aproximadamente 80% do montante total de crédito.

Tabela 3-1 Composição dos Empréstimos Imobiliários 2004

	# Q ^{ides}	%	Tamanho Médio (R\$)	Total (R\$ Milhões)
Incorporadores	50000	14%	70000	3500
Consórcios e Cooperativas	40000	11%	80000	3200
SBPE ^a (TR + 12%)	54500	15%	56000	3052
FGTS ^b (TR +6% a 10.16%)	155275	43%	15200	2360
FAT ^c (TR + 6%)	2600	1%	22300	58
PSH ^d (TR + 6%)	56000	16%	2400	134
Total	358375	100%		

Fonte: Banco Mundial (2005)

^a SBPE - Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo: Entidade que congrega as instituições financeiras fontes de captação de recursos para financiar a compra da casa própria. É composto pela Caixa Econômica Federal (CEF), pelas Caixas Econômicas Estaduais, Sociedades de Crédito Imobiliário e Associações de Poupança e Empréstimo.

^b FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço: Conta de poupança aberta pelo empregador em nome do empregado. Todo mês, o empregador deposita nela 8% do salário de seu funcionário. Essa conta rende 3% ao ano, mais a variação mensal da TR. O saldo poderá ser resgatado pelo empregado se for demitido ou quiser financiar a casa própria pelo SFH.

^c Financiamento à pessoa física, vinculado ao Programa de Geração de Emprego e Renda na Indústria da Construção Civil, com recursos do FAT – Fundo de Amparo ao Trabalhador, destinado à construção de imóvel residencial.

^d O Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social - PSH é uma linha de crédito direcionada à produção de empreendimentos habitacionais. Seu objetivo principal é o de subsidiar a produção de empreendimentos habitacionais para populações de baixa renda, nas formas de conjunto ou de unidades isoladas. O valor do financiamento fornecido é creditado em conta da CEF, que o concede sob aporte financeiro do Setor Público, o Estado, Município e órgãos de administração direta ou indireta.

² Mais detalhes em Chap Chap (2006).

A Tabela 3.2 apresenta a percentagem de financiamento imobiliário como proporção do PIB de diversos países e ilustra o grande déficit de crédito imobiliário como proporção do PIB no Brasil.

Tabela 3-2 Financiamento Imobiliário (% PIB)

Países	%Crédito Imobiliário /PIB	Países	%Crédito Imobiliário /PIB
Denmark	89.70%	Estonia	16.60%
UK	72.50%	Chile	15.00%
US	64.50%	Italy	14.50%
Ireland	52.70%	Latvia	11.50%
Sweden	52.70%	Hungary	9.60%
Portugal	52.50%	Czech Republic	7.60%
Germany	52.40%	Lithuania	7.00%
Spain	45.90%	Slovakia	6.10%
Finland	37.80%	Poland	5.50%
France	26.20%	Brazil	3.50%
Greece	20.60%	Slovenia	1.50%
Austria	20.30%		

Fonte: Banco Mundial (2005)

3.2 O Setor de Incorporação Imobiliária

Investimentos em incorporação imobiliária apresentam pouco giro, baixa liquidez e lento *payback*; consumindo grande aporte de capital afundado, não sendo incorporados de forma instantânea, levando cerca de cinco anos do lançamento à conclusão da obra. Associados a uma perspectiva de longo prazo, esses investimentos vêm atraindo cada vez mais o interesse do setor bancário visando à diversificação de seus ativos e a obtenção de taxas de retorno mais atrativas (IGP-M mais 16% ou 25%).

Investimentos nesse mercado envolvem diversas incertezas econômicas relacionadas à demanda, preço e custo por metro quadrado, velocidade de vendas – ocorrendo por vezes vacâncias prolongadas, e ainda incertezas quanto à regulação/legislação e ao poder público (*habite-se*), o que aumenta o risco percebido

pelos investidores³. Exige-se um alto grau de conhecimento específico devido a alterações constantes na legislação que regula aluguéis, impostos e aprovação de projetos, o que aumenta os custos administrativos do empreendimento. Exemplos de obras embargadas, mesmo após a liberação da licença, acontecem com certa freqüência.

Estratégias de incorporação imobiliária apresentam *trade-offs* entre lançamentos simultâneos e seqüenciais. Os primeiros usualmente são implementados em momentos de aquecimento de demanda, e incorrem em um menor custo de construção a despeito de uma maior incerteza quanto aos retornos⁴. Já em lançamentos seqüenciais, as incertezas são eliminadas gradativamente após cada etapa da incorporação, porém a um custo de construção relativamente maior.

Muitos investimentos em incorporação imobiliária possuem características comuns a opções, ou seja, correspondem a *direitos* que podem ou não vir a ser exercidos pelo incorporador em um momento futuro. As *Opções Reais*⁵ mais relevantes encontradas em empreendimentos imobiliários são⁶:

- *Opção* de adquirir informações, ou seja, como o sucesso/fracasso do primeiro lançamento influenciará a *performance* e expectativas da próxima fase da incorporação;

³ Esse acréscimo de risco é conhecido como risco regulatório ou de aparato legal, muito presente em economias emergentes. Comparações internacionais estão disponíveis em Kaufmann et al (2005).

⁴ Exemplos de condomínios residenciais lançados simultaneamente e mega complexos de entretenimento onde os retornos se iniciaram somente após cinco ou mais anos da finalização da obra não são casos isolados.

⁵ *Opções Reais* é a nomenclatura conhecida para a aplicação da metodologia de opções a ativos reais. Para maiores detalhamento e aplicações recomendamos Trigeorgis (1996) e Nalin e Kulatilaka (1999).

⁶ A escolha de densidade ótima em muitos casos de incorporação não se configura como uma opção, visto que na maioria das regiões economicamente desenvolvidas a legislação existente limita o gabarito máximo permitido. Com relação à cidade do Rio de Janeiro a legislação ainda impõe várias restrições, como distância mínima exigida do prédio vizinho e afastamento em relação à praia evitando área de sombra entre outras. Portanto, na maioria das vezes são utilizados os gabaritos máximos permitidos devido ao alto valor do metro quadrado e a economias de escala. Um ponto interessante a observar é que a legislação influencia muito o valor do terreno, já que o seu potencial está embutido no preço.

- *Opção* de adiamento da segunda fase, caso o mercado não receba bem o lançamento;
- *Opção* de expansão, ou seja, construção da segunda fase caso o mercado se mostre novamente favorável em algum momento futuro dentro do horizonte de tempo disponível;
- *Opção* de abandono da segunda fase, dado o elevado custo-benefício relativo ao valor pago como direito de exclusividade do terreno.

Este trabalho desenvolve um modelo simples de apoio à decisão através da metodologia de opções, de forma a estabelecer a estratégia de lançamento ótima (simultânea vs. seqüencial), identificando o custo por metro quadrado crítico a partir do qual não há mais incentivos na construção por etapas. Caso o lançamento seqüencial seja ótimo, o preço máximo a pagar pelos direitos de exclusividade do terreno é identificado, bem como o momento ótimo de exercício das subseqüentes fases. Ilustramos o modelo na avaliação de uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro, onde as prévias opções são incorporadas.

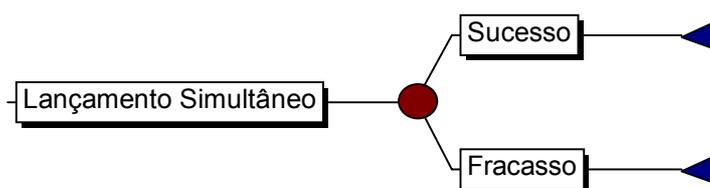
Diversos artigos seminais aplicam a metodologia de opções em investimentos no mercado imobiliário. Titman (1985) emprega a metodologia das opções para explicar a existência de terrenos sub-utilizados, mas de alto preço de venda, na Zona Oeste de Los Angeles concluindo que, em presença de incertezas e possibilidade de adiamento, o potencial futuro do terreno é mais valioso que sua utilização imediata. Williams (1991) discute o momento ótimo de desenvolvimento e abandono de uma propriedade incluindo a escolha da densidade ótima do empreendimento quando existe incerteza futura em ambos: preços e custos por metro quadrado. Quigg (1993) prova empiricamente o valor da opção de espera através de transações no mercado americano. Capozza e Sick (1994) aplicam os princípios de opções para avaliar terrenos agrícolas uma vez que o valor deste tipo de terreno embute a opção de conversão do uso agrícola em urbano, inclusive para investimentos imobiliários. Capozza e Li (1994) focam em como a intensidade de capital e densidade iteragem com o momento ótimo e valor de empreendimentos residenciais e comerciais. Grenadier (1995) determina o *mix* intertemporal de lojas em *shopping centers* onde a opção de modificar o *mix* tem um custo identificado como preço de exercício. Finalmente, Grenadier (1996) introduz conceitos de *option games* para explicar o comportamento do mercado imobiliário, relacionando o momento ótimo de desenvolvimento com o crescimento ou estagnação da atividade econômica. Dentre os estudos realizados no mercado brasileiro destacam-se Medeiros (2001), Ribeiro (2004) e Barbosa (2005).

De forma diversa dos estudos anteriores, cujo preço de venda era obtido via função demanda com choques estocásticos, nesse trabalho o efeito demanda é capturado através da *velocidade de vendas*, variável típica no setor que define quão rápido as unidades dos projetos são vendidas. Portanto, a combinação de simulações de velocidades de vendas com a modelagem típica de *opções reais*, permite a introdução de diversas fontes de incerteza sem aumentar a complexidade e o pragmatismo da solução.

3.3 A Viabilidade Econômica da Incorporação e as *Opções Reais*

Uma incorporação de estratégia simultânea corresponde a uma decisão estática onde o processo de decisão é do tipo “agora ou nunca” onde todo o recurso é comprometido de forma irreversível como mostra a Figura 3.1.

Figura 3.1 – Processo de Decisão Estático.

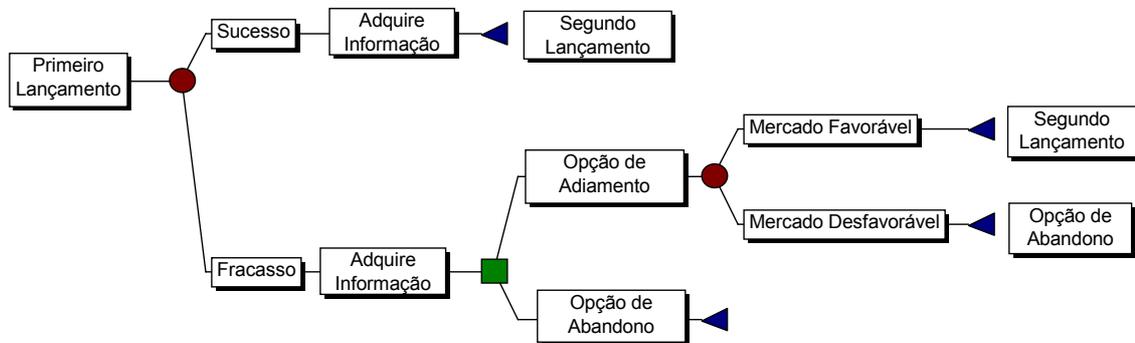


Entretanto, a incorporação de um condomínio residencial não é realizada em uma única fase, mas sim na forma de decisões seqüenciais. Isto é uma forma de diversificação de risco uma vez que a incerteza no primeiro lançamento é maior que nas etapas posteriores e, justamente por isso, seu respectivo preço de mercado é consideravelmente menor que o das etapas posteriores. Antes do primeiro lançamento, o incorporador analisa diversos estudos⁷ de forma a maximizar o valor esperado do empreendimento. Ainda assim, somente *após* o primeiro lançamento o incorporador adquire *informações* relevantes quanto ao empreendimento, seja para os futuros lançamentos ou para o desenvolvimento do mercado potencial da região. Entre as informações mais relevantes destaca-se a velocidade de vendas, conjunto de parâmetros que estabelecem em última instância o sucesso de um empreendimento.

⁷ Referentes ao mercado potencial, público alvo, renda per-capita, preços praticados, vacância, disponibilidade de unidades e condições dos imóveis.

A Figura 3.2 ilustra o empreendimento incorporando as opções disponíveis em cada etapa do processo de decisão seqüencial.

Figura 3.2 – Processo de Decisão Seqüencial.



Caso o primeiro lançamento seja bem recebido pelo mercado, as próximas etapas serão mais valorizadas, gerando um acréscimo na receita bem como um maior interesse na região. Caso contrário, o incorporador reverá suas expectativas e poderá esperar por um melhor momento antes de passar para as próximas etapas ou ainda abandonar o projeto. Desta forma, o primeiro lançamento fornece uma valiosa *opção* de aquisição de informações de mercado sobre o futuro do empreendimento⁸. O custo de se obter essas informações equivale ao custo e risco efetivo do primeiro lançamento. Caso o investimento não seja bem recebido pelo mercado, existe uma *opção* de adiamento das etapas seguintes. Essa opção somente é lucrativa caso seu valor supere o custo contratual referente ao direito de exclusividade do terreno pelo tempo de adiamento, existindo sempre a *opção* de abandono do empreendimento.

A receita do empreendimento é fortemente influenciada pela *velocidade de vendas*, variável usual no setor que define a forma e a rapidez que será vendido o projeto. Usualmente, o analista considera cenários de velocidade de vendas " y^w " para cada estágio do empreendimento:

- "no lançamento" (y_1^w): $y_1^w \sim \text{Triang} [0; \bar{y}_1; 100]\%$;
- "entre o lançamento e o término da construção" (y_2^w): $y_2^w \sim \text{Triang} [0; (100 -$

⁸ Outro ponto importante é que, lançando o condomínio em etapas, o montante de investimento inicial é menor e o próprio empreendimento poderá pagar as próximas etapas de construção.

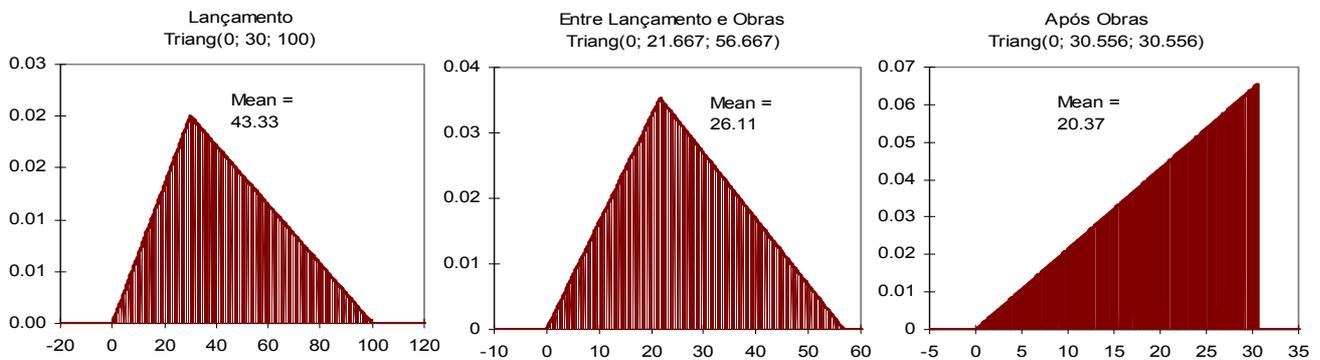
$y_1)/2; (100 - y_1)] \%$;

- “após a obra” (y_3^w): $y_3^w \sim \text{Triang} [0, (100 - y_1 - v_2); (100 - y_1 - v_2)]$.

Neste trabalho consideramos a hipótese gerencial, onde a velocidade de vendas nos respectivos estágios é aproximada por distribuições de probabilidade triangular de tal forma que totalizem no máximo 100% de venda ao final da obra.

A Figura 3.3 apresenta as distribuições de velocidade de vendas para ambas as fases, correspondendo a valores médios usuais no setor de 43% “no lançamento”, 26% “entre lançamento e término das obras” e 20% “após as obras”, restando praticamente 11% de vacância.

Figura 3.3 – Velocidade de Vendas (%).



Seja $S_1(P, \theta, y_1^w, y_2^w, y_3^w)$ e $S_2(P, \theta, y_1^w, y_2^w, y_3^w)$ o valor presente das receitas do primeiro e segundo lançamento, funções do preço por metro quadrado P , das realizações de velocidades de vendas y^w , e de características θ do empreendimento (grau de financiamento próprio, tabela de vendas e tempo de obras). Sejam X_1 e X_2 , o valor presente dos respectivos custos de construção.

O valor presente líquido da estratégia de lançamento *simultâneo* VPL_1 é dado pela soma do valor esperado do primeiro e segundo lançamento conforme apresentado na Eq.(1), observando-se o mesmo custo de construção em ambas as fases:

$$VPL_1 = \mathbb{E} [S_1(P_0, y^w) - X_1] + \mathbb{E} [S_2(P_0, y^w) - X_1] \quad (1)$$

O valor presente líquido da estratégia de lançamento *seqüencial*, VPL_2 , é apresentado na Eq.(2), com a diferença que o último termo corresponde à oportunidade de investimento no segundo lançamento (prêmio da opção) que incorpora as opções de informação, adiamento e abandono discutidas anteriormente.

Note que o valor dessa opção é obtido numericamente como a média de N realizações de velocidade de vendas.

$$VPL_2 = \mathbb{E} \left[S_1(P_0, y^w) - X_1 \right] + \frac{I}{N} \sum_{w=1}^N F \left(S_2(P_0, y^w), X_2, T \right) \quad (2)$$

A diferença entre ambas estratégias de lançamento corresponde ao valor agregado pela opção de investimento seqüencial (prêmio da opção). O investimento seqüencial torna-se a estratégia ótima do incorporador se $VPL_2 > VPL_1$, ou seja, caso a seguinte desigualdade seja satisfeita⁹:

$$VPL_2 > VPL_1 \Leftrightarrow \frac{I}{N} \sum_{w=1}^N F \left(S_2(P_0, y^w), X_2, T \right) > \mathbb{E} \left[S_2(P_0, y^w) - X_1 \right] \quad (3)$$

O custo de construção crítico X_2^* ($> X_1$) e, por conseguinte, o respectivo custo por metro quadrado que iguala ambas estratégias, pode ser obtido resolvendo-se numericamente a Eq.(3).

A função $F(\cdot)$ equivale ao prêmio de uma opção americana de compra de expiração T , cujo ativo subjacente equivale a $S_2(\cdot)$ e o preço de exercício é X_2 . A partir da hipótese usual na literatura de opções, assumimos que o preço/m² de venda do imóvel evolui segundo o processo geométrico Browniano apresentado na Eq.(4), onde dz é o incremento de Wiener, σ a volatilidade, e μ a tendência do processo.

$$\frac{dP}{P} = \mu dt + \sigma dz \quad (4)$$

Devido à proporcionalidade entre a receita e o preço/m², é fácil provar pelo Lema de Itô que a receita $S_2(\cdot)$ também segue o mesmo processo. Nesse caso o prêmio da opção pode ser obtido pela aproximação analítica de Barone-Adesi e Whaley (1987), detalhada no Apêndice A.

A aproximação analítica de Barone-Adesi e Whaley fornece adicionalmente a informação da curva de gatilho ótima $s^*(t)$, ou seja, a receita crítica a partir da qual é ótimo o investimento imediato. A curva de gatilho é obtida como solução numérica da Eq.(5), onde $c(\cdot)$ é a fórmula de Black-Scholes, $N(\cdot)$ é normal cumulativa padronizada, e os restantes dos termos são parâmetros do processo estocástico e da opção, definidos no Apêndice A.

⁹ Caso o custo de construção seja o mesmo para ambas estratégias, o lançamento seqüencial teria sempre valor superior ou igual ao lançamento simultâneo (pela própria definição de opção).

$$s_t^* - X_2 = c(s_t^*, t) + \left\{ 1 - e^{-\delta \cdot (T-t)} \cdot N \left[d_1(s_t^*) \right] \right\} \frac{s_t^*}{\gamma} \quad (5)$$

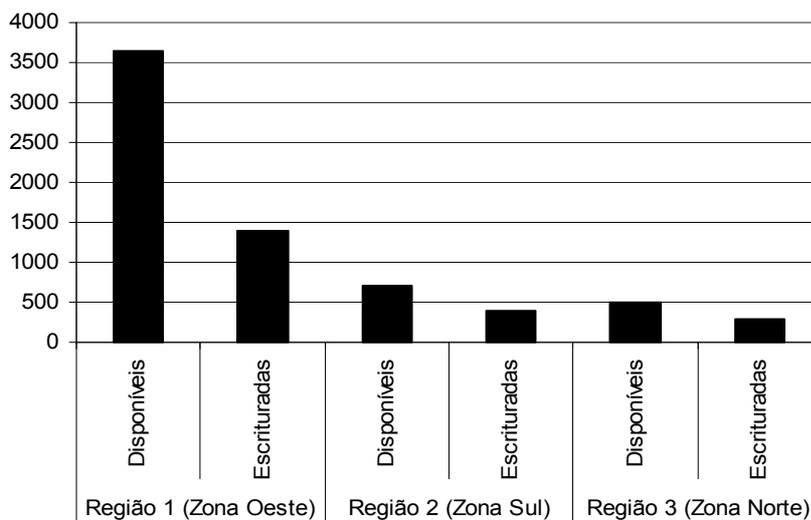
A partir da curva de gatilho e de como o mercado tenha recebido a primeira fase do empreendimento, pode-se calcular a probabilidade de investimento na segunda fase, ou seja, a probabilidade de exercício da opção americana. Essa expressão, discutida no Apêndice B, equivale ao valor esperado da função de distribuição da primeira passagem de tempo (*first-hitting time*) para os diversos sorteios da velocidade de vendas, isto é, o valor médio da probabilidade do processo estocástico dado por $S_2(\cdot)$ atingir a barreira (curva de gatilho) até a expiração da opção.

$$\frac{1}{N} \sum_{w=1}^N \int_{t=0}^T \left[\frac{|\ln(S_2(\cdot)/s_t^*)|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{\left(|\ln(S_2(\cdot)/s_t^*)| + (\mu - 0.5 \cdot \sigma^2) \cdot t \right)^2}{2\sigma^2 t} \right] \right] dt \quad (6)$$

3.4 Estudo de Caso: Incorporação na Cidade do Rio de Janeiro

Incorporações imobiliárias na cidade do Rio de Janeiro estão cada vez mais concentradas na Zona Oeste da cidade devido ao alto custo e escassez de terrenos na Zona Sul. A Figura 3.4 apresenta as unidades disponíveis e escrituradas em 2004 por regiões.

Figura 3.4 – Unidades Disponíveis e Escrituradas 2004.



Fonte: ADEMI-RJ

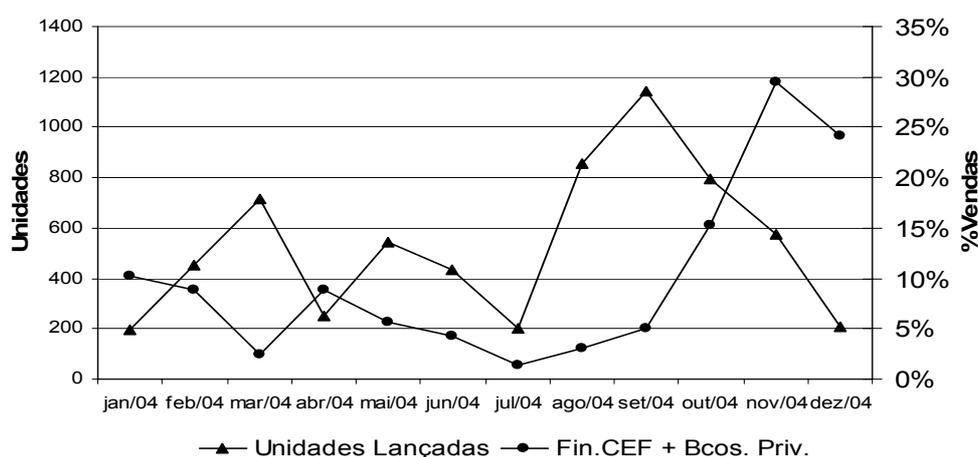
- Região 1 (Zona Oeste): Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena, Campo Grande.

- Região 2 (Zona Sul): Botafogo, Catete, Copacabana, Flamengo, Gávea, Humaitá, Ipanema, Jardim Botânico, Lagoa, Laranjeiras, Leblon e São Conrado.
- Região 3 (Zona Norte): Água Santa, Cachambi, Colégio, Jardim América, Méier, Tijuca e Vila da Penha.

A Figura 3.5 apresenta a participação percentual das vendas com financiamentos bancários (caixa econômica federal e bancos privados) e o comportamento dos lançamentos imobiliários no ano de 2004 para o Rio de Janeiro.

A margem da incorporadora, que na década de setenta correspondia a 50%, encontra-se atualmente em 20% sendo, portanto, necessário uma administração que acompanhe de forma sistemática e consistente a performance e risco dos empreendimentos.

Figura 3.5 – Financiamento Bancário e Lançamentos Imobiliários 2004



Fonte: ADEMI-RJ

Analisamos o caso de um condomínio residencial de duas fases (primeiro e segundo lançamento) na Zona Oeste do Rio de Janeiro, que pode ser incorporado simultaneamente ou seqüencialmente. Ambas as fases possuem uma área equivalente de 20.736 m² e área privativa de 16.173 m². O preço/m² cobrado é de R\$ 2.500 e o custo/m² estimado em R\$ 800. As despesas operacionais são estimadas em 15% da receita e o custo do terreno é acordado como permuta de 30% da receita, valores considerados usuais no setor.

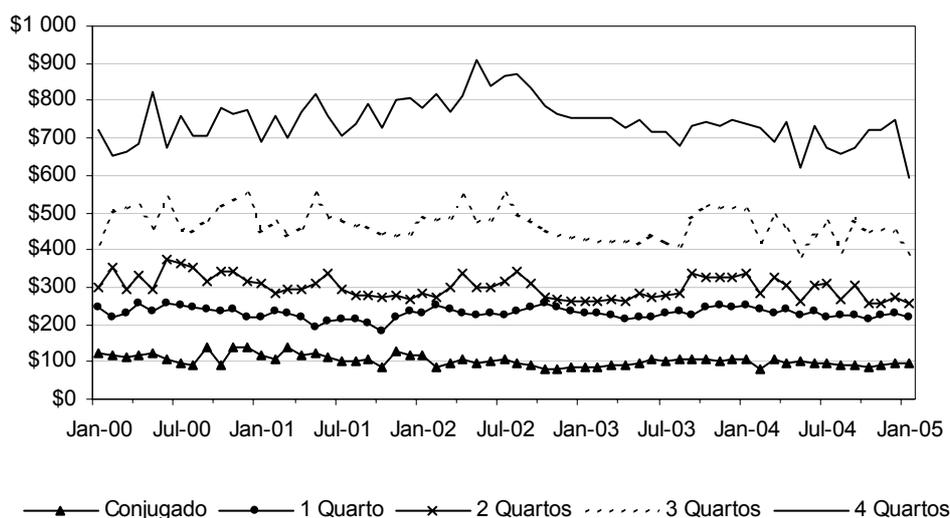
A receita do empreendimento depende de diversos parâmetros típicos do setor e característicos do projeto, em função dos quais o lançamento é considerado sucesso ou fracasso (ver Apêndice C). Consideramos neste estudo 100% financiamento próprio, 6/24/1 meses para lançamento/obras/entrega de chaves respectivamente, 224

unidades (apartamentos) e financiamento do imóvel adquirido nas distintas fases da construção (lançamento/intermediárias/chaves): sinal (10/15/20%); mensais durante obra (30/25/0%); mensais após chaves (60/60/80%).

Caso o primeiro lançamento seja sucesso, a segunda fase é construída imediatamente com um ágio de 10% tanto no preço de venda por metro quadrado como no custo de construção. Caso contrário, a segunda fase pode ser adiada por um período de cinco anos, o que equivale a uma *opção americana* que o incorporador pode exercer a qualquer momento mediante o pagamento do preço de exercício, i.e., do custo total de construção da segunda fase, estimado em R\$ 14,2 milhões¹⁰.

A Figura 3.6 apresenta a série de preço médio residencial de vendas na Zona Oeste (Barra da Tijuca e Recreio) do Rio de Janeiro entre 2000-2005 (preços constantes de Janeiro de 2005).

Figura 3.6 – Preços de Vendas em mil Reais.



Fonte: SECOVI – RJ.

Os parâmetros relativos à média e volatilidade dos retornos anuais são estimados através de mínimos quadráticos ordinários e são apresentados na Tabela 3.3 Utilizamos a volatilidade de 15% a.a. referente à média para o caso base.

¹⁰ Valor presente dos fluxos referentes ao custo de construção.

Tabela 3-3 Retornos Anuais – Estimação (2000-2005)

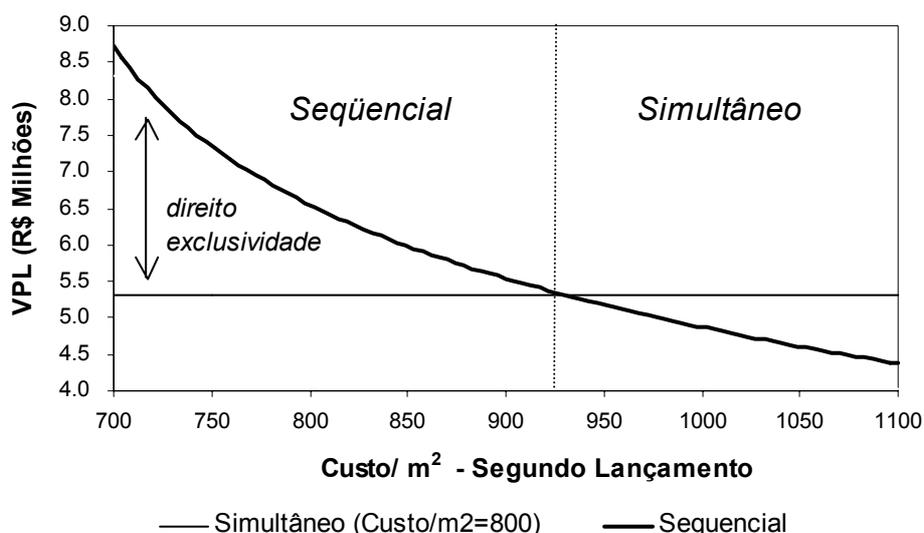
	Conjugado	1 Quarto	2 Quartos	3 Quartos	4 Quartos	Média
Média	-5,05%	-2,56%	-3,40%	-1,69%	-3,79%	-3,30%
Volatilidade	14,62%	13,05%	17,50%	16,39%	13,39%	15,00%

O custo de carregamento da opção corresponde aos fluxos de caixa potenciais que seriam gerados pelo investimento caso implementado, mas perdidos pelo detentor da opção. Esse custo de oportunidade equivale ao aluguel do imóvel medido como percentagem de seu preço, e que usualmente encontra-se na faixa entre 4% e 12% ao ano. Utilizamos como estimativa para o caso base a taxa de 10% aa. O custo médio ponderado capital do incorporador é de 15% a.a. e a taxa livre de risco estimada para os próximos 5 anos de 10% a.a.

3.4.1 Resultados

Nesta seção apresentamos as estratégias de incorporação ótima gerados pelo modelo. A Figura 3.7 apresenta o valor do empreendimento para ambas estratégias considerando diversos ágios no custo de construção da segunda fase (X_2). Observe que até um custo por metro quadrado igual a R\$ 925 a estratégia de investimento seqüencial é superior à simultânea. Observe ainda que o prêmio da opção é o montante máximo a pagar pelos direitos de exclusividade, e que considerando o custo de R\$880/m² (10% ágio) equivale a R\$446 mil.

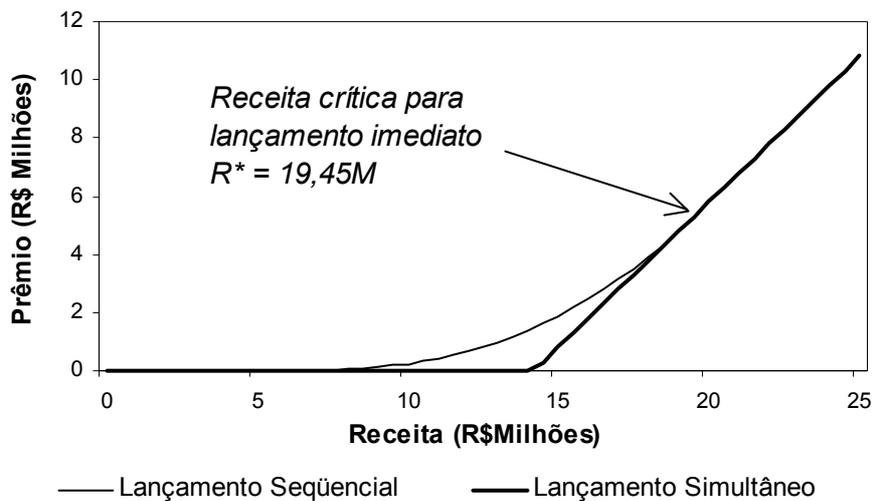
Figura 3.7 – Lançamento Simultâneo vs. Seqüencial (R\$ Milhões).



A Figura 3.8 mostra o valor do segundo lançamento (prêmio da opção pelo

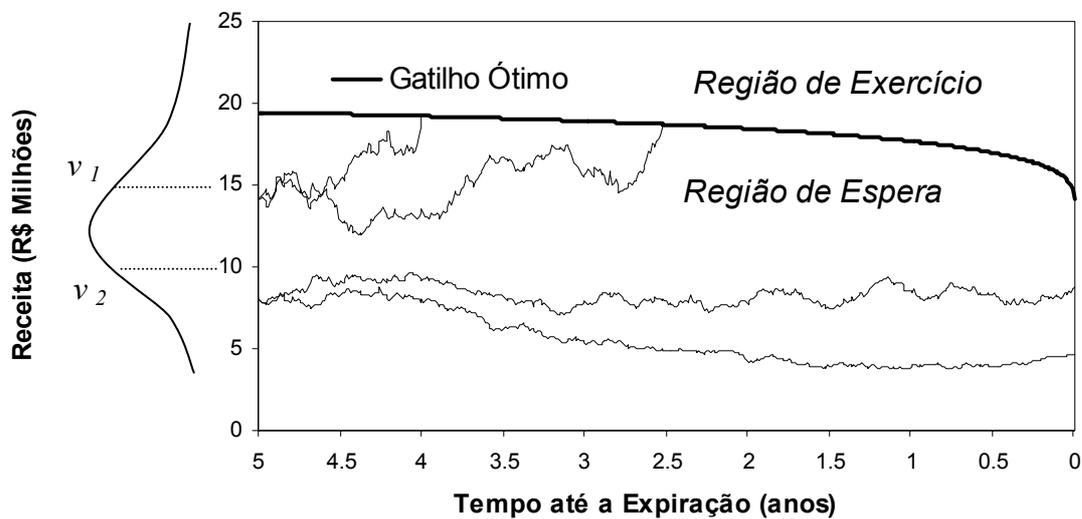
adiamento) no instante inicial da incorporação. O valor do prêmio é sempre igual ou superior ao valor do investimento imediato, resultado clássico da teoria das opções. Considerando o caso base onde o preço de exercício da opção é igual a R\$14,2 Milhões, o segundo lançamento somente deve ser implementado imediatamente caso a receita seja superior a R\$ 19,45 Milhões, ponto onde as condições de *smooth-pasting* e *value-matching condition* igualam suavemente o valor da opção ao de exercício imediato, proporcionando um VPL de R\$ 5,25 Milhões. Caso contrário, a estratégia ótima seria manter “viva” a opção de espera e não investir.

Figura 3.8 – Prêmio da Opção – Segundo Lançamento (R\$ Milhões).



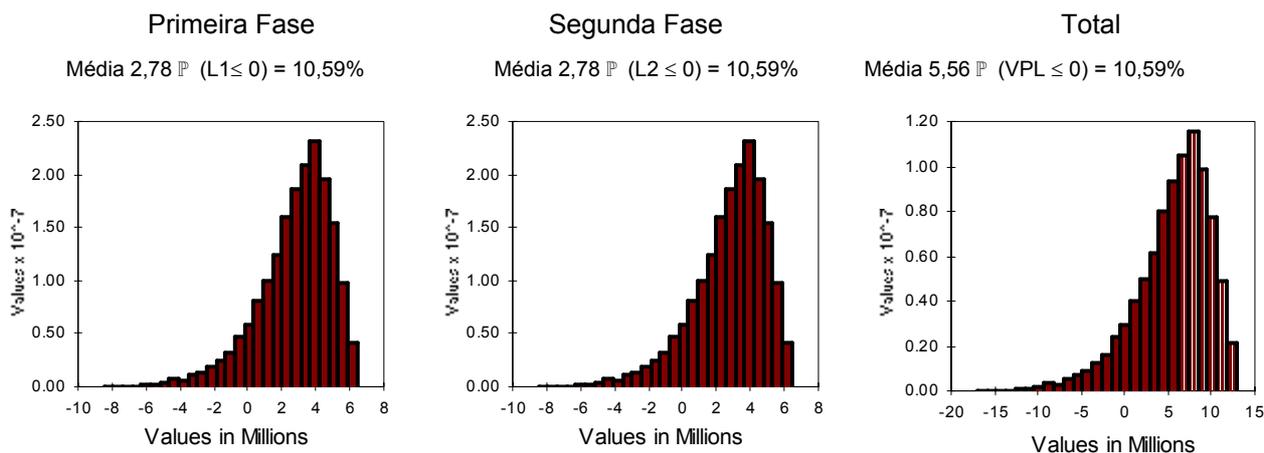
A Figura 3.9 ilustra o momento ótimo de exercício da opção, ou seja, a curva de gatilho que indica a receita a partir da qual é ótimo investir no segundo lançamento imediatamente. O gráfico ilustra dois sorteios de velocidades de venda $[y_1^w; y_2^w; y_3^w]$ ocorridos no primeiro lançamento: sucesso $y^S = [30\%;30\%;30\%]$ e fracasso $y^F = [20\%;20\%;5\%]$, que geram uma receita de R\$14,2 (v_1) e R\$8 Milhões (v_2) respectivamente. Caso o preço/m² (e portanto a receita) siga o primeiro caminho, a opção será exercida após 1 ano do primeiro lançamento. No segundo caminho a opção é exercida somente após 2 anos e meio. No terceiro e quarto caminho o valor da receita não seria suficiente para justificar a segunda fase da incorporação, que seria abandonada ao final do quinto ano.

Figura 3.9 – Estratégia de Investimento Ótimo – Segundo Lançamento.

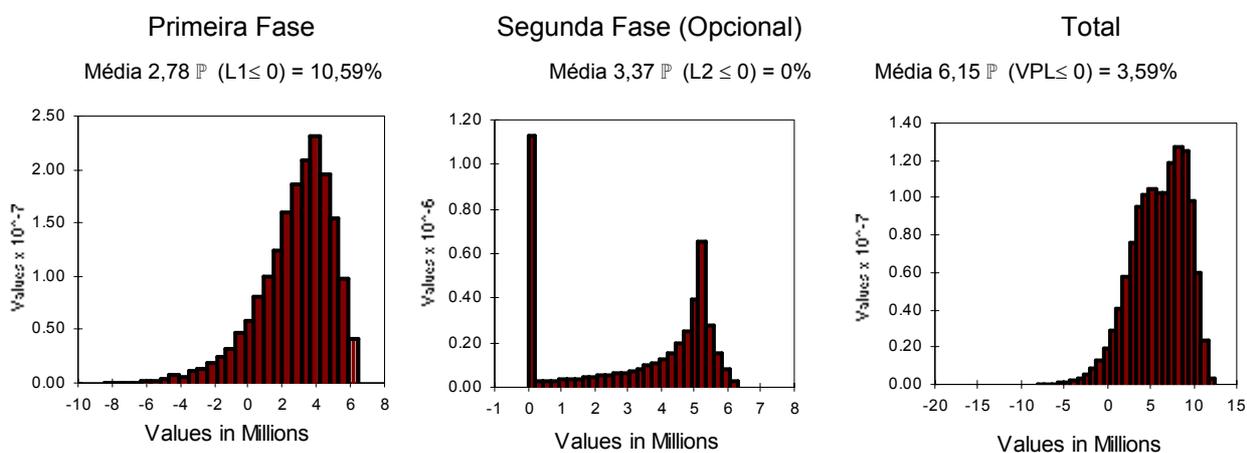


Dependendo de como o mercado receba o primeiro lançamento, podemos calcular a probabilidade de investimento no segundo lançamento (exercício da opção) a partir da Eq.(6). A partir do evento de sucesso (v_1) a probabilidade de investimento é de 31%, mas de apenas 1% para o cenário pessimista (v_2). Considerando todos os sorteios possíveis de velocidade de vendas e utilizando a Eq.(6) a probabilidade de exercício da opção é de 62%.

A Figura 3.10 apresenta a distribuição do VPL considerando o lançamento simultâneo (processo de decisão estática), que totaliza R\$ 5,56 milhões com probabilidade de prejuízo de 10,59%.

Figura 3.10. Distribuição de VPL_1 – Lançamento Simultâneo.

A Figura 3.11 apresenta a distribuição de VPL considerando lançamento em etapas (processo de decisão seqüencial). O VPL total foi potencializado para R\$ 6,15 Milhões, um aumento de 10%, e a probabilidade de prejuízo diminuiu 66%, passando de 10,59% para 3,59%. Isso se deve às próprias características do instrumento de opção que somente será exercida nos cenários favoráveis (*upside risk*) eliminando os cenários desfavoráveis (*downside risk*).

Figura 3.11. Distribuição de VPL_2 – Lançamento Seqüencial.

A quantia máxima a ser paga pelo direito de exclusividade do terreno equivale ao valor agregado pela opção ao VPL total do empreendimento, e que neste caso corresponde à quantia de R\$ 590 mil, i.e., a diferença entre o VPL total do lançamento seqüencial e simultâneo. Evidentemente, caso o valor cobrado por tais direitos seja superior a essa quantia, o incorporador deve exercer a *opção* de abandono e a segunda fase do projeto não deve ser implementada.

3.5 Conclusão

Em 2004, no intuito de proporcionar melhorias nas condições de acesso ao financiamento imobiliário, o governo federal instituiu o novo marco regulatório através da Lei 10.931. Diversas medidas de articulação entre o governo federal, setores da construção civil e do sistema financeiro, aliado aos indicadores conjunturais favoráveis da economia brasileira e à crescente melhoria no acesso ao crédito, sinalizam em direção a um substancial incremento da demanda e aquecimento do mercado imobiliário. Investimentos em incorporação imobiliária apresentam baixa liquidez e lento *payback*, além de diversas incertezas econômicas relativas a demanda, preço por metro quadrado e custo do terreno, que aumentam o risco percebido pelos investidores. Diversas opções referentes à aquisição de informações, adiamento, expansão e abandono do projeto são usuais neste mercado e, se devidamente exploradas, potencializam o valor do empreendimento e reduzem a exposição ao risco do incorporador.

Este trabalho discute o *trade-off* entre estratégias de investimentos simultâneos e seqüenciais para incorporação imobiliária; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associado, porém, a uma maior incerteza nos resultados. Considerando o lançamento seqüencial como uma oportunidade de investimento que embute uma série de *Opções Reais* quanto à aquisição de informações, adiamento e abandono do projeto, identificamos o custo por metro quadrado crítico até o qual o lançamento seqüencial é ótimo. Aplicamos o modelo a uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro onde a estratégia de lançamento seqüencial potencializou em 10% o valor do projeto, diminuindo em mais de metade a exposição de risco se comparado com a metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado. Devido às características desse mercado, envolvendo grande aporte de capital afundado, elevada incerteza econômica e margens decrescentes, incrementos dessa ordem não podem ser negligenciados. O modelo também determina o montante ótimo a ser pago pelos direitos de exclusividade e possibilita estimar a probabilidade de investimento no segundo lançamento de acordo com o sucesso ou fracasso da primeira fase.

Usualmente, muitos analistas já incorporam estratégias de investimentos elaboradas a partir de um processo de decisão seqüencial. É importante, todavia, estabelecer uma cultura empresarial de forma a identificar e quantificar as opções existentes com base em critérios objetivos, apontando as incertezas mais relevantes, de forma a maximizar o valor do empreendimento e proporcionar um efetivo gerenciamento de risco do projeto.

3.6 Referências Bibliográficas

1. ADEMI-RJ (2004). "Pesquisa ADEMI do Mercado Imobiliário". Relatório Mensal. Dezembro 2004.
2. Amram, M.; Kulatilaka, N. (1999). *Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Harvard Business School Press.
3. Barbosa, L. (2005). *Investimento no Mercado Imobiliário: Gerenciamento de Risco e Opções Reais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
4. Barone-Adesi, G.; Whaley, R. (1987). "Efficient analytic approximation of American option values". *Journal of Finance*, 42(2). 301-320.
5. Black, F.; M. Scholes. (1973). "The pricing of Options and Corporate Liabilities". *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
6. Capozza, D.; Li, Y. (1994). "The intensity and timing of investments: The case of land". *The American Economic Review* 84 (4). 889-904.
7. Capozza, D.; Sick, G. (1994). "The Risk Structure of Land Markets". *Journal of Urban Economics*, 35. 297-319.
8. Chap Chap, R. (2006). "A construção do desenvolvimento sustentado do país". Convenção Secovi. Setembro 2006.
9. Grenadier, S.R. (1995). "Flexibility and tenant mix in real estate projects". *Journal of Urban Economics* 38 (3). 357-378.
10. Grenadier, S.R. (1996). "The strategic exercise options: Development cascades and overbuilding in real estate markets" *Journal of Finance* 51 (3). 1653-1679.
11. Howell, Sydney D. and Jagle, Axel J. (1997). Laboratory evidence on how managers intuitively value real growth options. *Journal of Business Finance and Accounting*, 24(7), 915–935.
12. Karatzas, I.; Shreve, S. (1991). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Second Edition. Springer-Verlag.
13. Kaufmann, D.; Kraay, A.; Mastruzzi, M. (2005). "Governance matters IV: updated governance indicators 1996 – 2004". The World Bank.
14. Kulatilaka, N., Marcus, A.J. (1992). Project valuation under uncertainty: When does DCF fail? *Journal of Applied Corporate Finance*, 5(3), 92–100.
15. Medeiros, P. (2001). *Aplicação de Opções Reais no Mercado Imobiliário residencial com enfoque na cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado em Economia - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
16. Quigg, L. (1993). "Empirical testing of real option-pricing models". *Journal of*

Finance 48 (2). 621-640.

17. Ribeiro, F. (2004). Avaliação de Projetos de Incorporação Imobiliária sob Incerteza: Uma Abordagem por Opções Reais. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

18. SECOVI-SP. "Balanço Anual do Mercado Imobiliário de São Paulo em 2004 – Perspectivas do Setor para 2005". Dezembro 2004.

19. Titman, S. (1985). "Urban Land Prices under Uncertainty". *American Economic Review*, 75 (3). 505-514.

20. Trigeorgis, L. (1996). Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. MIT Press.

21. Trigeorgis, L., Mason, S. (1987). Valuing managerial flexibility. *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 14–21.

22. Trigeorgis, L., Schwartz, E. (2004) Real Options and Investment Under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions. The MIT Press Cambridge

23. Williams, J. (1991). "Real Estate Development as an Option". *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 4. 191-208.

24. World Bank (2005). "Programmatic loan for sustainable and equitable growth: Housing sector reform." Report 31756-BR.

3.7 Apêndice A: Aproximação de Barone-Adesi & Whaley

Seja S o processo estocástico na medida neutro ao risco do ativo subjacente da opção apresentado na Eq.(A1), onde dz é o processo de Wiener, r é a taxa livre de risco, δ o custo de carregamento (semelhante à taxa de dividendos) e σ a volatilidade.

$$\frac{dS}{S} = (r - \delta)dt + \sigma dz \quad (\text{A1})$$

A partir dessa hipótese a Eq.(A2) apresenta a fórmula de Black-Scholes (1973) para o cálculo do prêmio *call* de uma opção de compra, onde $N(.)$ é a distribuição normal cumulativa, S_0 o valor atual do ativo subjacente, X o preço de exercício e T a expiração.

$$call(S_0, t) = S_0 \cdot e^{-\delta \cdot (T-t)} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r \cdot (T-t)} \cdot N(d_2) \quad (\text{A2})$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot (T-t)}{\sigma \cdot \sqrt{T-t}}; \quad d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + \left(r - \delta - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot (T-t)}{\sigma \cdot \sqrt{T-t}} \quad (\text{A3})$$

A opção americana de compra é dada pela seguinte equação:

$$C(S_0, t) = \begin{cases} call(S_0, t) + A \cdot \left(\frac{S_0}{s_t^*}\right)^\gamma & se S_0 < s_t^* \\ S_0 - X & se S_0 \geq s_t^* \end{cases} \quad (\text{A4})$$

Cujos parâmetros são definidos abaixo:

$$A = \left(\frac{s_t^*}{\gamma}\right) \left\{1 - e^{-\delta \cdot t} N(d_1(s_t^*))\right\}; \quad \gamma = \frac{\left[-(\beta - 1) + \sqrt{(\beta - 1)^2 + \frac{4\alpha}{h}}\right]}{2} \quad (\text{A5})$$

$$\alpha = \frac{2r}{\sigma^2}; \quad \beta = \frac{2(r - \delta)}{\sigma^2}; \quad h = 1 - e^{-r \cdot (T-t)}$$

e s_t^* é a solução de:

$$s_t^* - X = call(s_t^*, t) + \left\{1 - e^{-\delta \cdot (T-t)} \cdot N\left[d_1(s_t^*)\right]\right\} \frac{s_t^*}{\gamma} \quad (\text{A6})$$

3.8 Apêndice B: Probabilidade de Exercício de uma Opção Americana

Seja x o processo estocástico apresentado na Eq.(B1), onde μ é a tendência real, σ a volatilidade e dz é o processo de Wiener.

$$dx = \mu dt + \sigma dz \quad (\text{B1})$$

Conforme apresentado em Karatzas e Shreve (1991), a densidade da primeira passagem de x em t , i.e., $t = \inf \{t \geq 0, x(t) > 0\}$, é dada pela Eq.(B2).

$$\pi(t | x_0, \lambda, \sigma) = \frac{|x_0|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{(x_0 + \mu \cdot t)^2}{2 \cdot \sigma^2 t} \right] \quad (\text{B2})$$

Caso S siga um processo geométrico de mesmos parâmetros que Eq.(B1), prova-se através do Lema de Itô que se $x = \ln(S / s_t^*)$, x segue a seguinte equação diferencial estocástica:

$$dx = (\mu - 0.5\sigma^2) dt + \sigma dz \quad (\text{B3})$$

Portanto, a densidade da primeira passagem de S em t , i.e., $t = \inf \{t \geq 0, S(t) > s_t^*\}$, ou seja, a probabilidade da variável S ultrapassar a barreira s_t^* é dada pela Eq.(B4).

$$\pi(t | S_0, \mu, \sigma, s_t^*) = \frac{|\ln(S_0 / s_t^*)|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{(\ln(S_0 / s_t^*) + (\mu - 0.5\sigma^2) \cdot t)^2}{2 \cdot \sigma^2 t} \right] \quad (\text{B4})$$

A probabilidade de exercício da opção americana, ou seja, a probabilidade da variável S ultrapassar a curva de gatilho s_t^* , definida no Apêndice A, em qualquer período até a expiração da opção é dada pela Eq.(B5).

$$\int_{t=0}^T \left[\frac{|\ln(S_0 / s_t^*)|}{\sigma \sqrt{2\pi t^3}} \exp \left[-\frac{(\ln(S_0 / s_t^*) + (\mu - 0.5\sigma^2) \cdot t)^2}{2 \cdot \sigma^2 t} \right] \right] dt \quad (\text{B5})$$

3.9 Apêndice C: Indicadores de Performance em Incorporação

Os indicadores de avaliação de um empreendimento, em valor presente, estão apresentados na tabela C1.

Tabela C1 Indicadores de Performance

<i>Custo do Terreno / Receita</i>	$\leq 35\%$
<i>Custo da Construção / Receita</i>	$\leq 50\%$
<i>Receita – Despesas Totais / Receita</i>	$\geq 20\%$
<i>Lucro / Custo do Terreno</i>	$\geq 80\%$
<i>Lucro / Despesas Totais</i>	$\geq 15\%$
<i>Área Privativa / Área Equivalente</i>	$\geq 60\%$

- **Custo do Terreno:** O terreno pode ser adquirido à vista, a prazo, permuta de unidades, permuta no local em VGV, ou em unidades fora do local. Adicionam-se as despesas inerentes ao terreno, tais como impostos (ITBI, IPTU), corretagem, demolição, infra-estrutura/ desmonte/contenção entre outras.
- **Área Equivalente:** Área de construção utilizada no cálculo do custo total de construção.
- **Área Privativa:** Área de vendas, correspondendo ao metro quadrado que o empreendedor esta vendendo.
- **Receita:** Volume Geral de Vendas (VGV). É a receita do empreendimento em valor presente. Equivale a Área Privativa multiplicada pelo preço/m², na forma de um fluxo de caixa de acordo com as *velocidades de venda* e a *tabela de vendas*. As *velocidades de venda* definem de que forma será vendido o empreendimento. Usualmente, análises de sensibilidade são realizadas em relação a estas variáveis. A *tabela de vendas* considera que os futuros compradores irão comprar as unidades parceladas. Usualmente, existem tabelas relativas ao lançamento, outra para o período entre o lançamento e o término de construção e outra para compras ao término da obra. A tabela de vendas considera a sistema de amortização *price*.
- **Custo de Construção:** Valor presente do custo total de construção, ou seja, a área equivalente de construção multiplicada pelo custo de construção/m². Além disto será considerado a taxa de administração da construtora (BDI) e eventuais despesas relativas ao projeto de arquitetura.
- **Despesas Totais:** Custos de construção adicionados às demais despesas (corretagem, publicidade, despesas legais, tributos, despesas de publicidade,

gestão entre outras).

- Lucro: Lucro Líquido de impostos, ou seja, VGV subtraído de Despesas Totais, deduzido dos impostos.
- Valor Presente Líquido: Soma dos fluxos do VGV subtraídos das Despesas Totais, descontados pelo custo de oportunidade de capital do incorporador.

4 Opções de *Default* e os *Spreads* Soberanos

Resumo

O ensaio propõe um modelo estrutural a partir da teoria de opções e ativos contingentes para estimar a estrutura a termo e a probabilidade implícita de *default* de países emergentes que representam, 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 gera a estrutura a termo dos *spreads* consistente com dados de mercado, indicando que o mercado sistematicamente sobre-estima os *spreads* para o Brasil em 100 pontos base na média, enquanto para México, Rússia e Turquia reproduz o comportamento do mercado. O ensaio fornece ainda a probabilidade implícita de *default* do emissor, variável fundamental para o apreamento 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 mencionado como sendo o 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 Chaves: Mercados Emergentes, *Spreads* Soberanos, Probabilidade de *Default*

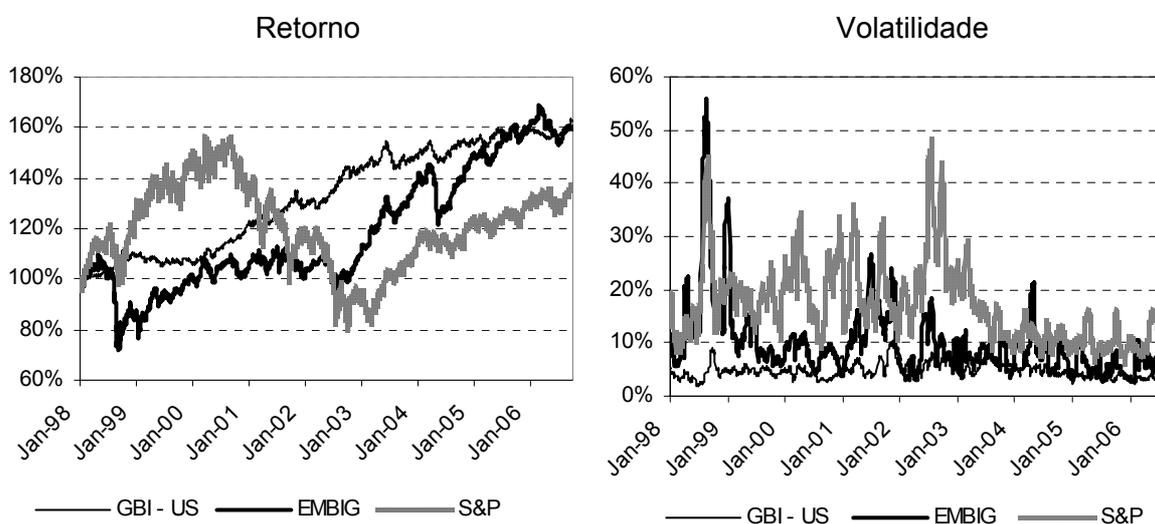
JEL: G13, G15, F34, G33

4.1 Introdução

A forte *performance* dos títulos de dívida emitidos pelos mercados emergentes durante os últimos anos parece ter consolidado o papel dos mercados emergentes na carteira de investidores internacionais, a despeito das crises ocorridas durante a segunda metade da década de 90. Como mencionado no *Global Financial Stability Report* (2004), publicação do Fundo Monetário Internacional, os retornos consideráveis dos títulos emergentes, especialmente os relacionados a dívida soberana, fez muitos investidores institucionais deterem posições estratégicas nesses mercados. Esta realocação foi sobremaneira acrescida pela melhoria dos fundamentos econômicos dos mercados emergentes e principalmente pelas baixas taxas de juros de curto prazo nos maiores centros financeiros globais. Este cenário criou um excesso de liquidez observado desde 2001, e especialmente em 2003, quando os *spreads* soberanos caíram consideravelmente de patamares historicamente muito altos.

A Figura 4.1 apresenta a *performance* do índice EMBIG Global comparando o retorno total diário e volatilidade anualizada com os índices do S&P500 e GBI-US de Janeiro de 1998 a Julho de 2004.

Figura 4.1 – Performance do EMBIG



Fonte: JPMorgan

Os *spreads* de crédito, definidos como a diferença de retorno entre um título com risco e outro sem risco, de características similares, se referem à probabilidade de *default* implícita e solvência do emissor. A probabilidade de *default* é crucial para gerência de risco de carteira, ou mesmo apreçamento de derivativos de crédito como

os *credit default swaps* (CDSs)¹.

Existem duas abordagens em finanças para estimar, apreçar e gerenciar risco de créditos: modelos estruturais e reduzidos.

Nos modelos estruturais, inicialmente proposto por Merton (1974), a abordagem de ativos contingentes (teoria das opções) faz-se mister. Um título com risco é apreçado como um derivativo contingente de alguma medida relacionada com a solvência do emissor (condições econômicas e financeiras) que precipita o evento de *default* – definido como o momento onde essa medida ultrapassa uma barreira crítica. Assumindo taxas de recuperação do capital (*recovery rates*) e processos estocásticos que governam a taxa sem risco, a probabilidade de *default* é derivada endogenamente assim como a estrutura a termo dos *spreads*.

Extensões relevantes do modelo de Merton incluem Black e Cox (1976) e a possibilidade de *default* antes da expiração; Leland (1994) e o momento ótimo de *default*; Longstaff e Schwartz (1995), introduzindo dinâmicas estocásticas para a taxa de juros de curto prazo para apreçar títulos pré e pós fixados; Zhou (1997), propondo modelo de difusão com saltos (*jumps*) que melhor ajustam os dados empíricos de mercado; e Saá-Requejo e Santa-Clara (1999), introduzindo processo de difusão para considerar uma barreira de *default* estocástica.

Em oposição, os modelos reduzidos, apresentados em Duffie e Singleton (1999) entre outros, tratam o evento de *default* como um processo imprevisível, governado por uma *hazard rate*, usualmente modelada como um variável de *Poisson*, onde o *spread* de crédito não é explicitamente relacionado ao estado da natureza econômica ou financeira do emissor.

A discussão sobre o modelo adequado para se determinar o *spread* de crédito é altamente controversa, tendendo a considerar os modelos estruturais melhores para explicar e os reduzidos para prever os *spreads*. Sarig e Warga (1989) empiricamente investigam a adequação do modelo de Merton (1974) com a estrutura a termo

¹ De acordo com a British Bankers' Association – Credit Derivatives Report (2006), os derivativos de créditos corresponde ao segmento de derivativos OTC que mais cresce globalmente, especialmente após a crise Asiática e Russa de 1997/1998. Este mercado cresceu de US\$ 180 bilhões de dolares em 1996 para um valor de US\$ 20 trilhões ao final de 2006. No primeiro trimestre de 2006, o Credit Default Swaps (CDS) correspondeu a aproximadamente 33% de todo o mercado de derivativos de crédito, e segundo Packer e Suthiphongchai (2003) 74% dos CDS referem-se ao segmento de corporações, 14% a bancos e 8% soberanos.

empírica dos *spreads* de crédito de corporações chegando a resultados positivos para o modelo. Collin-Dufresne, Goldstein, e Martin (2001) sugerem que *proxies* de liquidez influenciam em maior escala os *spreads* de crédito que as variáveis estruturais de fundamentos. Huang e Huang (2002) mostram que os modelos estruturais explicam em aproximadamente 60-80% dos *spreads* de corporações classificadas como especulativas (*rating* Ba Moody's) e aproximadamente 100% daqueles de alto risco (*rating* B Moody's). Hund (2002) aponta para a dificuldade de conciliar o comportamento da estrutura a termo implícita dos modelos estruturais com a observada no mercado, e Delianedis e Geske (2002) atribuem este fato empírico a hipóteses referentes a de mercados incompletos.

A literatura de modelos de risco de crédito aplicados a mercados soberanos não é trivial. Cantor e Packer (1996) entre outros encontram evidências em direção aos modelos estruturais uma vez que os *ratings* dos soberanos são altamente consistentes com os *spreads* e fundamentos econômicos desses países. Martins (1997) utilize o prêmio de *default* obtido de títulos de empresas americanas de grau especulativo para apreçar títulos de mercados emergentes (*Brady bonds*). Lehbass (1999) desenvolve modelo estrutural baseado no índice de mercado de ações do país expresso em moeda estrangeira para analisar DM-Eurobonds emitidos por soberanos. Wiggers (2002) adota um modelo estrutural baseado nos modelos de *default* ótimo endógeno onde o PIB em moeda estrangeira representa a variável de *default*. Hui e Lo (2002) apresentam um modelo estrutural baseado na taxa de câmbio soberana para explicar os *spreads* na Coreia do Sul e Brasil. Duffie, Pedersen, e Singleton (2002) constroem um modelo de forma reduzida para apreçar títulos soberanos com estudos de caso para Rússia. Xu e Ghezzi (2002) desenvolvem modelo que relaciona a estrutura a termo dos *spreads* com a dinâmica fiscal do soberano; e Moreira e Rocha (2004) introduzem um modelo de dois fatores baseados em fundamentos macroeconômicos e prêmio de risco variante no tempo de forma a prever o *spread* soberano brasileiro.

Este trabalho implementa um modelo simples de calibragem para estimar a estrutura a termo e a probabilidade implícita de *default* para um grupo de emergentes que totaliza mais que 54% do índice EMBIG.

O modelo assume que o indicador de *default* é a taxa de câmbio em termos reais de cada soberano com respeito ao USD dólar. Embora a taxa de câmbio não represente diretamente a solvência ou liquidez de um país, é bastante utilizada na prática pelo mercado e em modelos de análise de risco país, além de ser variável diária capaz de capturar as percepções de risco do mercado, em detrimento de outras

variáveis de baixa frequência (mensal ou trimestral) como os fundamentos macroeconômicos.

A suposição de que o câmbio induz a solvência é suportada por Reinhart (2002) argumentando que 84% dos *defaults* de emergentes estão associados a crises cambiais devido ao considerável montante de dívida denominada em dólar nessas economias. Dessa forma, uma desvalorização cambial pode exacerbar problemas fiscais quando a economia possui restrições de mobilidade de capital como é o caso usual das economias emergentes. Ainda, segundo Kaminsky, Lizondo, e Reinhart (1998), a taxa de câmbio é um indicador particularmente útil de antecipação de crises.

4.2 O Modelo

Seja S a taxa de câmbio real na medida equivalente de *Martingal*, descrito pelo processo estocástico da Eq.(1); onde dz é um incremento de *Wiener*, σ_t o parâmetro volatilidade, e λ_t o termo de tendência ajustado ao risco variante no tempo².

$$\frac{dS}{S} = \lambda_t dt + \sigma_t dz^* \quad (1)$$

De forma a excluir possibilidades de arbitragem, a hipótese de mercado completo implica que o termo de tendência da Eq.(1) equivale ao diferencial entre as taxas de juros de curto prazo entre o emissor soberano e o mercado americano. Esta relação é conhecida em finanças internacionais como paridade coberta da taxa de juros, e segundo Frankel (1993) é relativamente correta em países desenvolvidos. Entretanto, as evidências empíricas indicam que esta relação não se observa em economias emergentes devido à existência do termo relacionado ao risco país.

Portanto, assumimos que esse mercado não é completo e estimamos o termo de tendência ajustado ao risco no tempo, parâmetro λ_t calibrando com dados de mercado. Bates (1991) utiliza abordagem similar para explicar e mostrar a antecipação da crise da bolsa de 1987 pelo mercado.

O evento de *default* é deflagrado pela primeira vez que a variável de câmbio S ultrapassa a barreira α , i.e., quando o câmbio alcança um nível tal que inviabiliza o pagamento da dívida. O momento de *default* é incerto e possui uma função de distribuição de probabilidade (*first hitting time*) apresentada no Apêndice.

O preço de um título de zero cupom com risco de *default* $B(t,T)$, cujo valor de

² Veja Neftci (2000).

face é \$1 e expiração T anos, é dado pela Eq.(2), onde $P(t,T)$ é o preço de um título de mesma característica porém sem risco, w equivale a perda (*writedown*) com o *default*³, $1_{\{\tau < T\}}$ é uma função indicativa do evento de *default* antes da expiração, r a taxa de remuneração de curto prazo de um título sem risco, e a expectativa é em relação à medida de *Martingal* Q .

$$B(t,T) = P(t,T) - E_t^Q \left[w 1_{\{\tau < T\}} e^{-\int_t^T r(u) du} \right] \quad (2)$$

A Eq.(2) pode ser re-escrita de acordo com Eq.(3), onde $F_t(\tau < T)$ é a distribuição cumulativa da probabilidade de *default* antes da expiração T .

$$B(t,T) = P(t,T) [1 - w F_t(\tau < T)] \quad (3)$$

Seja o *spread* $s(t,T)$ a diferença de retornos (*yield*) entre um título com e sem risco. Então, o *spread* soberano é dado pela Eq.(4).

$$s(t,T) = -\frac{1}{(T-t)} \ln \left(\frac{B(t,T)}{P(T,t)} \right) = -\frac{1}{(T-t)} \ln (1 - w F_t(\tau < T)) \quad (4)$$

4.3 Dados

Um importante *benchmark* para análise de risco e retorno dos mercados emergentes apareceu a partir da introdução do índice *Emerging Markets Bond Index* (EMBI) do banco de investimentos *JPMorgan*. O EMBI é um índice de retorno total dos títulos *Bradies* denominados em dólar e emitidos pelos mercados emergentes que satisfaz a alguma restrição de liquidez. O índice EMBI *Plus* (EMBI+) relaxa o critério de liquidez e incorpora mais títulos em sua composição.

O índice EMBI Global (EMBIG) contém *Brady bonds*, *Eurobonds* e empréstimos no exterior emitidos por soberanos e quase-soberanos; estabelecendo um critério diferente de inclusão de países no índice e admitindo instrumentos menos líquido em relação ao EMBI+.

De forma a assegurar a consistência do modelo, utilizamos os *spreads* soberanos (*stripped yield*) que equivale a diferença entre a taxa de retorno de um título com e sem risco de mesmas características, onde o valor presente dos fluxos de colaterais são removidos, uma vez que os colaterais não são sujeitos ao risco

³ Assume-se que a perda é contante como sugerido Jarrow and Turnbull (1995).

soberano.

De maneira similar, a duração apropriada a ser considerada equivale a duração dos *spreads* soberanos (*sovereign spread duration*) definida como a percentagem de variação no preço do título pela variação em pontos base no *spread* soberano, podendo ser interpretada pela duração média do título (sem colaterais).

Escolhemos o índice EMBIG dos seguintes países Brasil, México, Rússia e Turquia os quais correspondem a praticamente 54% da composição do índice no período de 2000–2005. A Figura 4.2 apresenta os *spreads* soberanos (em pontos base) dos países emergentes selecionados desde Janeiro de 2000 até Dezembro de 2005. A Figura 4.3 ilustra a composição no índice por país em Dezembro de 2005.

Figura 4.2 – Spreads Soberanos

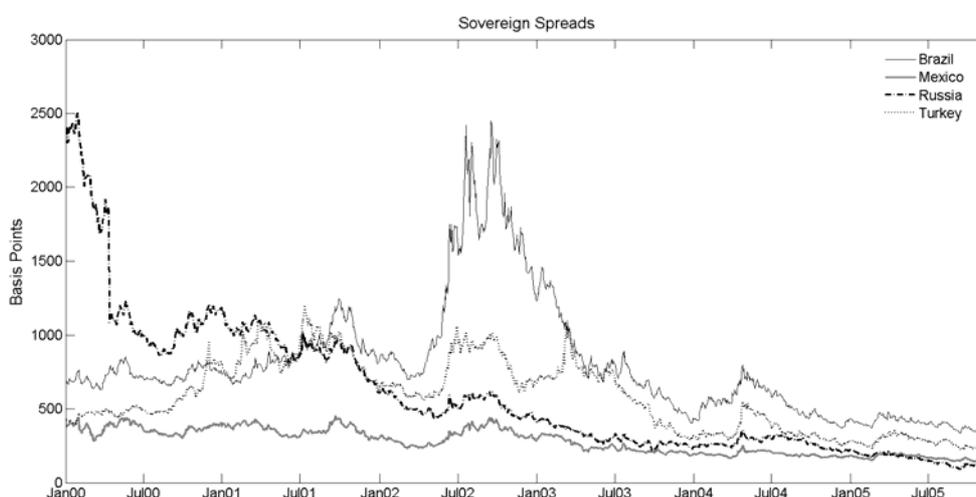
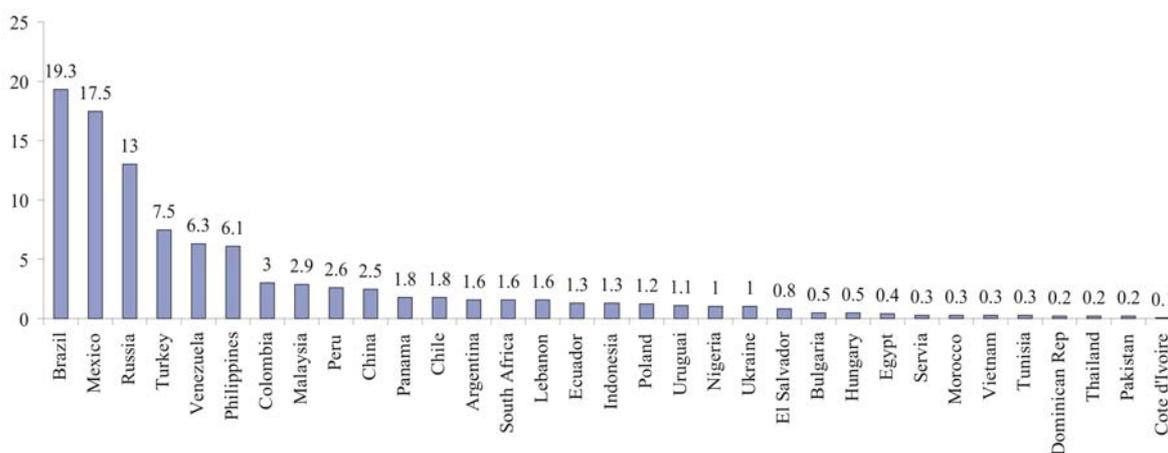


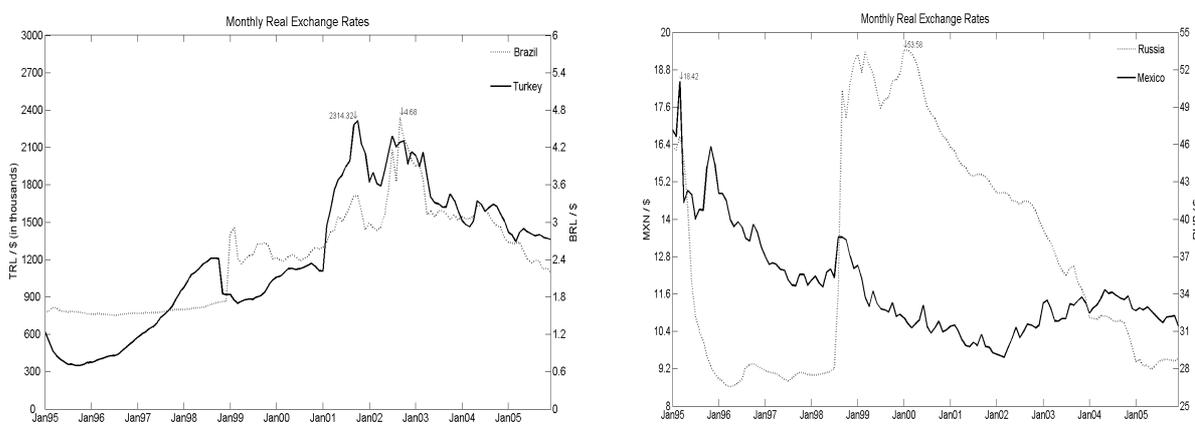
Figura 4.3 – Composição do EMBIG %



A média da taxa de recuperação (*recovery rates*) após o *default* de títulos soberanos é segundo a Moody's Special Comment (2003) de aproximadamente 40%. Portanto, o valor da perda w é de 60%.

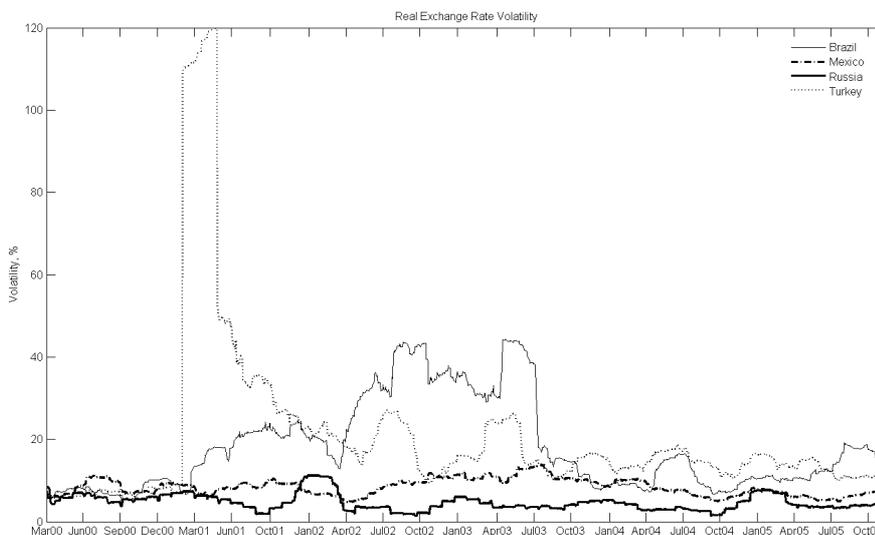
As taxas de câmbio nominal são obtidas através do sistema da Bloomberg e convertidos em taxas reais pelo índice de preços ao consumidor disponível pelo *International Finance Statistics* (IFS) do Fundo Monetário Internacional. A Figura 4.4 apresenta a taxa real de câmbio dos países selecionados desde Janeiro de 1995 em dólares de Dezembro de 2005, bem como a taxa máxima observada no período.

Figura 4.4 – Taxas de Câmbio Real



A Figura 4.5 apresenta a volatilidade diária anualizada σ_t da Eq.(1), estimada em uma janela móvel de 60 dias, desde Março de 2000.

Figura 4.5 – Volatilidade Anual



4.4 Resultados

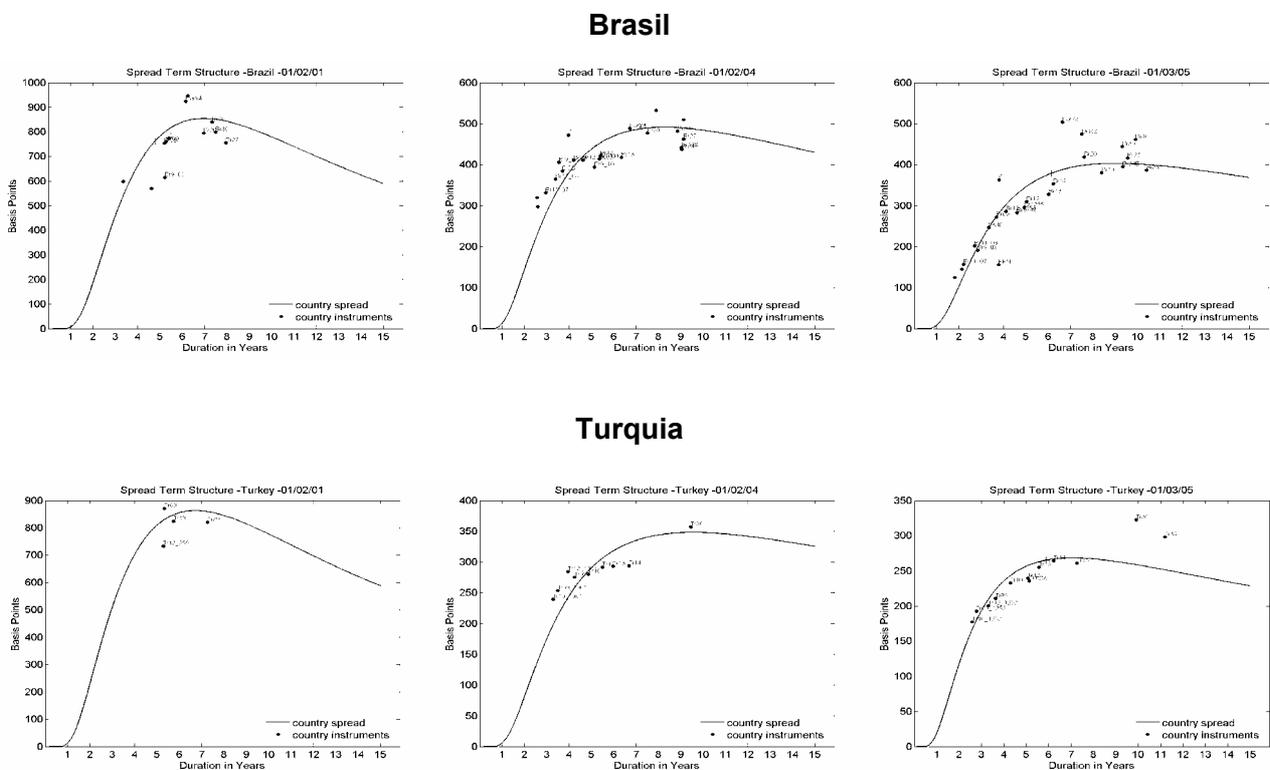
O processo de calibragem utilizado é similar àquele adotado por praticantes de mercado. O parâmetro de tendência temporal λ_t é calibrado com o instrumento mais líquido de cada país (o EMBIG de cada país) e então utilizado como input para apreçar os instrumentos menos líquidos e portanto, toda a estrutura a termo dos *spreads* soberanos (os instrumentos reais contidos no índice EMBIG). Através de constante calibragem incorporamos toda informação de mercado no modelo.

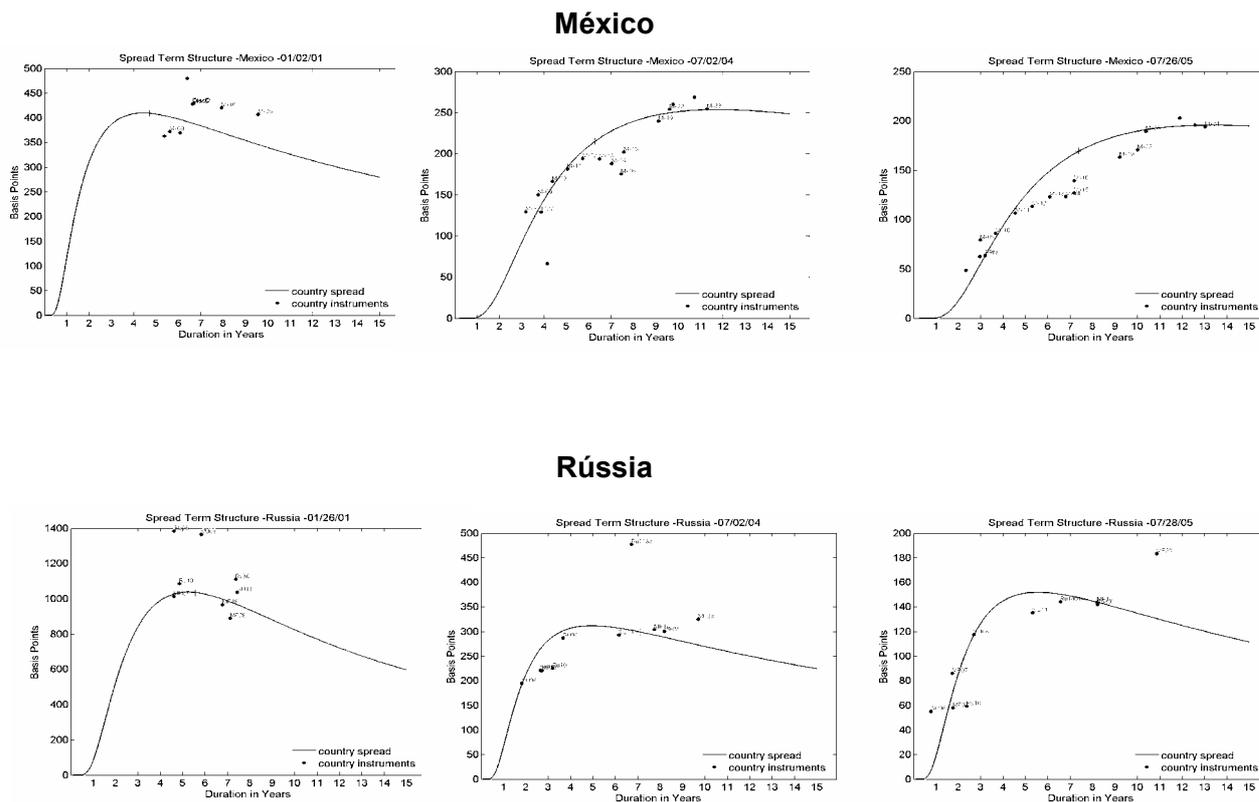
O período do estudo compreende Janeiro de 2000 a Dezembro de 2005.

A barreira de *default* é estimada mensalmente minimizando a soma dos erros médios quadráticos no mês entre os *spreads* soberanos diários observados e os estimados pelo modelo. O valor crítico da barreira de default é mantido constante para o próximo mês, enquanto somente o termo de tendência é calibrado diariamente.

De forma a verificar o ajustamento do modelo aos dados de mercado, a Figura 4.6 apresenta a estrutura a termo dos *spreads* soberanos gerada pelo modelo vis a vis os valores de mercado para algumas datas específicas. A marca em cruz representa o índice EMBIG.

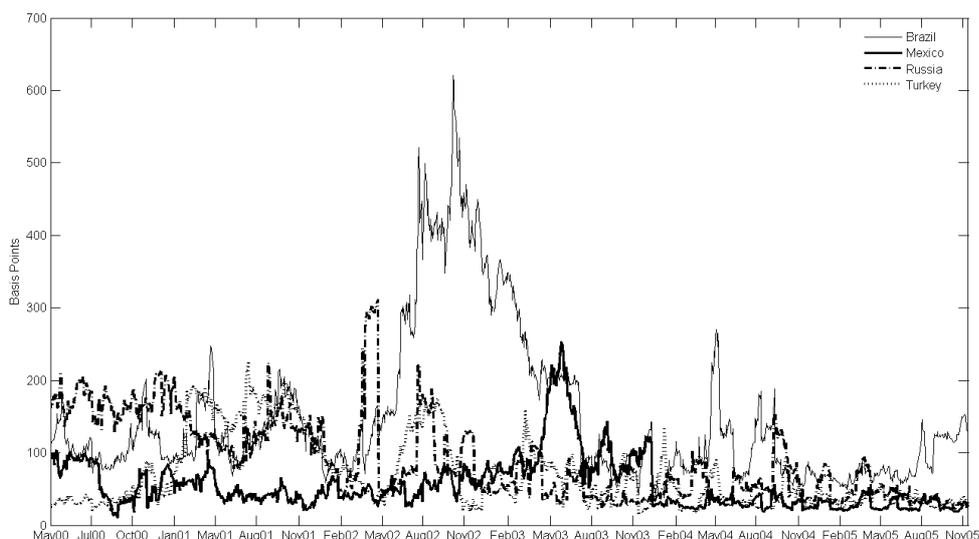
Figura 4.6 – *Spreads* Previstos x Observados





A soma dos erros médios quadráticos é apresentada na Figura 4.7 e ilustra a robustez do modelo durante todo período com exceção da incerteza gerada nos períodos de crises.

Figura 4.7 – Erro Médio Quadrático do Modelo



A Tabela 4.1 apresenta a percentagem de erros médios em módulos (positivos e negativos)⁴ do modelo considerando todos os instrumentos em cada país durante o período de estudo. Considerando erros acima de 50 pontos base como *spreads* sobre-estimados (títulos sub-estimados), notamos que Brasil, Rússia, Turquia e México apresentam 47.91 %, 32.76 %, 26.85 % e 7.52 % respectivamente. Como era de se esperar o modelo não é aderente nos períodos de crises como o *pós-default* da Rússia em 2000–2001, a desvalorização da lira turca em 2001 e a crise eleitoral Brasileira em 2002.

Tabela 4-1 Erro Médio Quadrático (%)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	Média
Brasil	% post error > 50 bp	42.49%	50.91%	70.98%	54.72%	37.76%	30.61%	47.91%
	% post error > 100 bp	34.48%	36.30%	65.00%	44.13%	25.83%	15.99%	36.96%
	% neg error < -50 bp	17.78%	20.29%	8.65%	20.49%	12.26%	9.85%	14.89%
	% neg error < -100bp	11.37%	12.21%	3.19%	10.70%	4.76%	2.87%	7.52%
México	% post error > 50 bp	25.62%	19.96%	17.62%	20.52%	2.62%	2.22%	14.76%
	% post error > 100 bp	12.96%	1.53%	5.09%	13.76%	0%	0%	5.56%
	% neg error < -50 bp	22.78%	14.44%	11.62%	10.51%	5.40%	1.74%	11.08%
	% neg error < -100bp	1.54%	2.39%	0.97%	2.39%	0%	0%	1.22%
Rússia	% post error > 50 bp	48.30%	44.59%	37.30%	20.28%	28.69%	17.42%	32.76%
	% post error > 100 bp	35.36%	34.99%	16.79%	7.09%	11.84%	3.22%	18.22%
	% neg error < -50 bp	22.78%	14.44%	11.62%	10.51%	5.40%	1.74%	11.08%
	% neg error < -100bp	8.73%	12.23%	11.61%	0.68%	1.35%	1.80%	6.07%
Turquia	% post error > 50 bp	10.40%	56.78%	32.07%	27.50%	19.95%	14.42%	26.85%
	% post error > 100 bp	0%	37.77%	16.38%	9.20%	2.86%	0.53%	11.12%
	% neg error < -50 bp	7.54%	24.39%	22.79%	18.51%	5.64%	1.27%	13.36%
	% neg error < -100bp	2.96%	21.65%	11.35%	2.60%	1.59%	0%	6.69%

Considerando apenas o período 2003–2005, após a crise Brasileira de 2002, a Tabela 4.2 mostra a média dos *spreads* (em pontos base) apenas dos instrumentos sub-apreçados (ou seja, aqueles com *spreads* sobre-estimados). Note que na média do período, o Brasil foi o país onde os instrumentos estavam mais desvalorizados (*spreads* sobre-estimados), em aproximadamente 100 pontos base, enquanto para os outros países este número foi de apenas 50 pontos base. Estes resultados indicam a evidência de que o mercado sistematicamente sub-apreçou os instrumentos

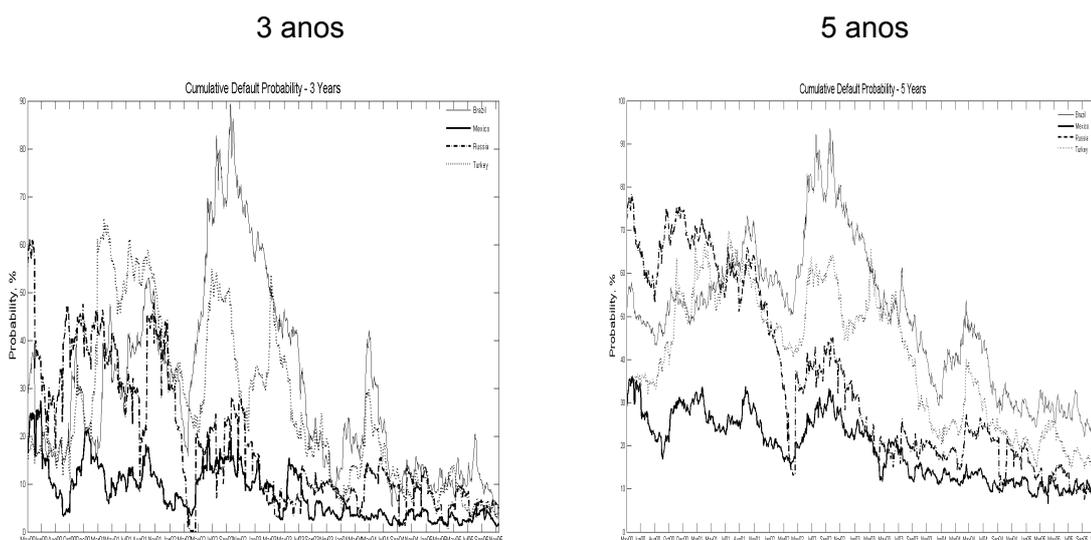
⁴ Erros positivos significam que o mercado está sobre-estimando os *spreads*, ou seja, sub-estimando os títulos.

Brasileiros no período, em comparação às economias emergentes do México, Rússia e Turquia.

Tabela 4-2 *Spreads* Sobre-Estimados

	2003	2004	2005	Média
Brasil	167	94	73	111
México	118	22	22	54
Rússia	47	52	38	46
Turquia	59	39	39	46

A Figura 4.8 apresenta a probabilidade implícita de *default* diária desde Maio de 2000 para três e cinco anos.

Figura 4.8 – Probabilidade Implícita de *Default*

Nos primeiros meses de 2004 a probabilidade de *default* implícita decresce rapidamente após o período turbulento da crise Argentina de Dezembro de 2001 e eleições Brasileira de Outubro de 2002. Esta boa performance foi obtida através de melhorias dos fundamentos macroeconômicos combinada com um excesso de liquidez global a partir de 2003.

A Tabela 4.3 ilustra a probabilidade cumulativa de *default* para o último dia da amostra (5 Dezembro de 2005) e as taxas de *default* cumulativas disponíveis em Moody's Special Comment (2003).

Tabela 4-3 Probabilidade Cumulativa de *Deafult*

<i>Probabilidade Implícita de Deafult *</i>							
	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7
México Baa1	0.00%	0.26%	1.66%	4.26%	7.62%	11.32%	12.67%
Rússia Baa2	0.28%	2.40%	5.08%	7.51%	9.55%	11.55%	15.11%
Turquia Ba3	2.1%	3.89%	6.21%	11.43%	13.8%	19.3%	24.61%
Brasil Ba3	2.3%	4.54%	7.01%	13.32%	18.58%	25.90%	32.87%
<i>Taxas Cumulativas de Deafult Soberanos (Janeiro 1985 – Dezembro 2002)</i>							
Baa	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ba	1.56%	3.37%	5.49%	10.86%	12.62%	14.98%	18.13%
Investment Grade	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Speculative Grade	3.87%	7.87%	10.62%	14.19%	16.59%	19.74%	23.75%

*Ratings em Dezembro de 2005

Como esperado, a probabilidade implícita de *default* (na medida risco neutro) é superior às taxas de *default* históricas estimadas pelas agências de classificação de risco.

4.5 Conclusão

Este trabalho propõe um modelo estrutural para estimação da estrutura a termo dos *spreads* soberanos, probabilidade de *default* implícita e barreiras de *default* de quatro países emergentes que correspondem a aproximadamente 54% do índice EMBIG no período 2000–2005. A taxa real de câmbio é a variável indicadora de *default* e por possuir frequência diária, captura as informações e expectativa do mercado mais rapidamente que variáveis de fundamentos de baixa frequência (mensal ou trimestral).

De acordo com o modelo, o mercado sistematicamente sub-apreça os instrumentos Brasileiros em aproximadamente 100 pontos base, mesmo considerando o período de liquidez global generalizada após 2003, enquanto reproduz o comportamento de mercado para México, Rússia e Turquia.

Como esperado, a probabilidade implícita de *default* é superior às taxas históricas disponíveis pelas agências internacionais classificadoras de risco.

O uso de outras variáveis como *proxies* de *default* como índice de mercado, VIX, ou outras variáveis de fundamentos e aplicações com os CDSs são deixadas como objeto de pesquisa futura.

4.6 Referências Bibliográficas

1. Bates D.S. (1991). The Crash of '87, Was It Expected? The Evidence from Options Markets. *Journal of Finance* 46, 1009-1044.
2. Black, F., Cox, J. (1976). Valuing corporate securities: some effects of bond indentures provisions. *Journal of Finance* 31, 351-367.
3. British Bankers' Association – Credit derivatives report (2001/2002).
4. Cantor, R., Packer, F. (1996). Determinants and impact of sovereign credit ratings. *Federal Reserve Bank NY Economic Policy Review*, 37-54.
5. Collin-Dufresne, P., Goldstein, R., Martin, J. (2001). The determinants of credit spread changes. *Journal of Finance* 56, 2177-2207.
6. Delianedis, G., Geske, R. (2002). The components of corporate credit spreads: default, recovery, tax, jumps, liquidity, and market factors. wp. Anderson Graduate School of Management. Finance Department. UCLA.
7. Duffie, D., Singleton, K. (1999). Modeling term structures of defaultable bonds. *Review of Financial Studies* 12, 687-720.
8. Duffie, D., Pedersen, L., Singleton, K (2002). Modeling Sovereign Yield Spreads: A Case Study of Russian Debt. wp. Stanford University.
9. Frankel, J.A. (1993). Quantifying international capital mobility in the 1980s. *On exchange rates*. MIT Press. Cambridge.
10. Global Financial Stability Report (2004). Market Developments and Issues. International Monetary Fund. April 2004.
11. Huang, J., Huang, M. (2002). How much of the corporate-treasury yield spread is due to credit risk? A new calibration approach. wp. Stanford University.
12. Hund, J. (2002). Default probability dynamics in structural models. wp. A. B. Freeman School of Business, Tulane University.
13. Hui, C., Lo, C.F. (2002). Valuation model of defaultable bond values in emerging markets. *Asia-Pacific Financial Markets* 9, 45-60.
14. Jarrow, R., Turnbull, S. (1995). Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk. *Journal of Finance* 50, 53-85.
15. J.P. Morgan (1999). Introducing the J.P. Morgan Emerging Markets Bond Index Global (EMBI Global). J.P. Morgan Securities Inc. Emerging Markets Research.
16. Kaminsky, G., Lizondo, S., Reinhart, C. (1998). Leading indicators of currency crises. *IMF Staff Papers* 5, 1-48.
17. Karatzas, I., Shreve, S. (1991). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Second

- Edition. Springer-Verlag.
18. Kester, W Carl (1984). Today's Options for Tomorrow's Growth, Harvard Business Review, March-April, 153-160.
 19. Lehrbass, F. (1999). A simple approach to country risk. wp. WestLB, Germany.
 20. Leland, H. (1994). Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure. *Journal of Finance* 49, 1213-1252.
 21. Longstaff, F.A., Schwartz, E.S. (1995). A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt, *Journal of Finance* 50, 789-819.
 22. Martins, L. (1997). Market-implied, risk-averse probability of default in the Brady universe. *The New Dynamics of Emerging Markets Investment: Managing Sub-investment-grade Sovereign Risk*. Edited by Jess Lederman and Michael Pettis. Euromoney. May 1997.
 23. Merton, R.C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates, *Journal of Finance* 29, 449-470.
 24. Moody's Special Comment (2003). Sovereign bonds defaults, rating transitions, and recoveries (1985-2002). Moody's Investor Service, February 2003.
 25. Moreira, A., Rocha, K. (2004). A two-factor structural model of determinants of Brazilian sovereign risk. *Journal of Fixed Income* 14, 48-59.
 26. Neftci, S.N. (2000). *An introduction to the mathematics of financial derivatives*. Second Edition. Academic Press.
 27. Packer, F., Suthiphongchai, C. (2003). Sovereign credit default swaps. BIS Quarterly Review, December 2003.
 28. Reinhart, C.M. (2002). Default, currency crises and sovereign credit ratings. NBER. Working paper series, w8738.
 29. Saá-Requejo, J., Santa-Clara, P. (1999). Bond pricing with default risk. wp. The Anderson Graduate School of Management, UCLA, Los Angeles.
 30. Sarig, O., Warga, A. (1989). Some empirical estimates of the risk structure of interest rates. *Journal of Finance* 44, 1351-1360.
 31. Wiggers, A. (2002). Default-risky sovereign debt. wp. University of Bonn.
 32. Xu, D., Ghezzi, P. (2002). From fundamentals to spread – a fair spread model for high yield EM sovereigns. Global Markets Research. Deutsche Bank.
 33. Zhou, C. (1997). A jump-diffusion approach to modeling credit risk and valuing defaultable securities. Washington, DC: Federal Reserve Board. wp. 1997.

4.7 Apêndice: Distribuição de Primeira Passagem de Tempo

Seja o seguinte processo estocástico com processo de Wiener dz .

$$dx = \lambda_t dt + \sigma_t dz \quad (\text{A1})$$

Seguindo Karatzas e Shreve (1991), a densidade da primeira passagem de tempo de x em $\tau > t$, i.e., $\tau = \inf \{t \geq 0, x(t) > 0\}$, é dada pela Equação (A2).

$$\pi(\tau | x_t, \lambda_t, \sigma_t) = \frac{|x_t|}{\sigma_t \sqrt{2\pi(\tau-t)^3}} \exp \left[-\frac{(x_t + \lambda_t(\tau-t))^2}{2\sigma_t^2(\tau-t)} \right] \quad (\text{A2})$$

Através do Lema de Itô, temos que se S segue a Eq. (1), então $x_t = \ln(S_t/\alpha)$ segue a seguinte equação diferencial estocástica:

$$dx = (\lambda_t - 0.5\sigma_t^2) dt + \sigma_t dz \quad (\text{A3})$$

Portanto, a densidade da primeira passagem de tempo de S em $\tau > t$, i.e., $\tau = \inf \{t \geq 0, S(t) \geq \alpha\}$ é dada pela Equação (A4).

$$\pi(\tau | S_t, \lambda_t, \sigma_t, \alpha) = \frac{|\ln(S_t/\alpha)|}{\sigma_t \sqrt{2\pi(\tau-t)^3}} \exp \left[-\frac{(\ln(S_t/\alpha) + (\lambda_t - 0.5\sigma_t^2)(\tau-t))^2}{2\sigma_t^2(\tau-t)} \right] \quad (\text{A4})$$

A função de distribuição cumulativa é dada pela Equação (A5), onde " $\phi(\cdot)$ " é a normal cumulativa.

$$F_t(\tau < T) = \left\{ \begin{aligned} & 1 - \phi \left(\frac{\left| \ln \left(\frac{S_t}{\alpha} \right) \right| - (\lambda_t - 0.5\sigma_t^2)(T-t)}{\sigma_t \sqrt{T-t}} \right) + \\ & e^{\left(\frac{2(\lambda_t - 0.5\sigma_t^2) \left| \ln \left(\frac{S_t}{\alpha} \right) \right|}{\sigma_t^2} \right)} \cdot \phi \left(\frac{-\left| \ln \left(\frac{S_t}{\alpha} \right) \right| - (\lambda_t - 0.5\sigma_t^2)(T-t)}{\sigma_t \sqrt{T-t}} \right) \end{aligned} \right. \quad (\text{A5})$$

5 Conclusão e Futuras Recomendações

Essa dissertação apresentou três ensaios econômicos na qual a abordagem de *opções reais* faz-se mister, seja na definição de políticas regulatórias (preço de interconexão no setor de telefonia fixa), estratégias de investimentos (problemática do setor de incorporação imobiliária) ou apreçamento de risco soberano (estimando a probabilidade de *default* e quais títulos emergentes estão sub-apreçados).

No primeiro ensaio discute-se as políticas de estímulo à competição no setor de telefonia fixa (STFC) cujos pilares básicos são a interconexão e a desagregação de redes. Conforme foi visto, a nova orientação a custos na determinação das tarifas de interconexão (TU-RL) e no apreçamento dos elementos de rede faz com que remuneração de capital desempenhe papel fundamental. A literatura de preços de acesso e *opções reais* mostra que ao estabelecer preços iguais ao custo incremental de longo prazo (LRIC) em um ambiente de incertezas e custos irreversíveis cria-se um desequilíbrio na relação risco / retorno da incumbente que pode causar sérios danos à trajetória de investimentos em infra-estrutura de rede e inovação. Compromete-se, neste caso, um dos objetivos de políticas de estímulo à competição: a geração de eficiência dinâmica. A partir da metodologia de opções, ajustada de forma a refletir os saltos tecnológicos usuais do setor, o trabalho estimou o acréscimo (*mark-up*) sobre a remuneração de capital (WACC), de forma a considerar a opção de acesso à rede disponibilizada pelas operadoras de STFC aos entrantes quando da decisão de investimento em um terminal de rede fixa. Na estimação do *mark-up* foram utilizados dados financeiros e operacionais disponibilizados nos balanços e relatórios financeiros das firmas e inferências quanto a séries observadas de demanda reais por pulso e tráfego por minuto. As estimações apontam para robustez do *mark-up* em relação a alterações nos três parâmetros básicos do modelo, quais sejam: volatilidade do tráfego (tanto fixo-fixo quanto fixo-móvel), frequência e magnitude dos choques tecnológicos. Os resultados indicam uma faixa de *mark-up* entre 0,15% no cenário conservador sem choques tecnológicos e 0,89% no cenário volátil com choque forte. Em termos de recomendação de política pública, o trabalho aponta para a importância efetiva das *opções reais* na implementação do LRIC e, conseqüentemente, nas políticas de competição orientadas a custos do setor. Outro aspecto a ser ressaltado é que quanto maior a volatilidade e a sujeição a saltos tecnológicos do negócio regulado, maior deve

ser o valor da opção. No caso da telefonia STFC, com base nas premissas adotadas, o *mark-up* para o WACC aplicado à TU-RL foi estimado em um valor inferior a 1%.

O segundo ensaio apresenta problemática usual na estratégia de investimentos do setor de incorporação imobiliária, setor que em 2004, teve novo marco regulatório instituído através da Lei 10.931, que objetiva proporcionar melhorias nas condições de acesso ao financiamento imobiliário. Diversas medidas de articulação entre o governo federal, setores da construção civil e do sistema financeiro, aliado aos indicadores conjunturais favoráveis da economia brasileira e à crescente melhoria no acesso ao crédito, sinalizam em direção a um substancial incremento da demanda e aquecimento do mercado imobiliário. Investimentos em incorporação imobiliária apresentam baixa liquidez e lento *payback*, além de diversas incertezas econômicas relativas a demanda, preço por metro quadrado e custo do terreno, que aumentam o risco percebido pelos investidores. Diversas opções referentes à aquisição de informações, adiamento, expansão e abandono do projeto são usuais neste mercado e, se devidamente exploradas, potencializam o valor do empreendimento e reduzem a exposição ao risco do incorporador. No ensaio discute-se o *trade-off* entre estratégias de investimentos simultâneos e seqüenciais para incorporação imobiliária; o primeiro envolvendo um menor custo de construção, associada, porém, a uma maior incerteza nos resultados. Considerando o lançamento seqüencial como uma oportunidade de investimento que embute uma série de *Opções Reais* quanto à aquisição de informações, adiamento e abandono do projeto, identificamos o custo por metro quadrado crítico a partir do qual o lançamento seqüencial é ótimo. Aplicamos o modelo a uma incorporação imobiliária na cidade do Rio de Janeiro onde a estratégia de lançamento seqüencial potencializou em 10% o valor do projeto, diminuindo em mais de metade a exposição ao risco se comparado com a metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado. Devido às características desse mercado, envolvendo grande aporte de capital afundado, elevada incerteza econômica e margens decrescentes, incrementos dessa ordem não podem ser negligenciados. O modelo também determina o montante ótimo a ser pago pelo direito de exclusividade e possibilita estimar a probabilidade de investimento no segundo lançamento de acordo com o sucesso ou fracasso da primeira fase. Usualmente, muitos analistas já incorporam estratégias de investimentos elaboradas a partir de um processo de decisão seqüencial. É importante, todavia, estabelecer uma cultura empresarial de forma a identificar e quantificar as opções existentes com base em critérios objetivos, apontando as incertezas mais relevantes, de forma a maximizar o valor do empreendimento e proporcionar um efetivo gerenciamento de risco do projeto.

O terceiro ensaio propõe um modelo estrutural baseado na teoria de opções para estimação da estrutura a termo dos *spreads* soberanos, probabilidade de *default* implícita e barreiras de *default* de quatro países emergentes que correspondem a aproximadamente 54% do índice EMBIG no período 2000–2005. A taxa real de câmbio é escolhida como variável indicadora de *default*, e por possuir frequência diária, captura as informações e expectativa do mercado mais rapidamente que variáveis de fundamentos de baixa frequência (mensal ou trimestral). De acordo com o modelo, o mercado sistematicamente sub-apreça os instrumentos Brasileiros em aproximadamente 100 pontos base, mesmo considerando o período de liquidez global generalizada após 2003, enquanto reproduz o comportamento de mercado para México, Rússia e Turquia. Como esperado, a probabilidade implícita de *default* é superior às taxas históricas disponíveis pelas agências internacionais classificadoras de risco. A probabilidade de *default* é 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 o responsável por conter os efeitos contágios e manter a estabilidade no mercado financeiro em crises recentes como a da WorldCom, Parmalat, Enron entre outros.

6 Bibliografia

1. ADEMI-RJ (2004). “Pesquisa ADEMI do Mercado Imobiliário”. Relatório Mensal. Dezembro 2004.
2. Alleman, J., Noam, E. The New Investment Theory of Real Options and its Implication for Telecommunications Economics. Kluwer Academic Publishers. 1999.
3. Amram, M.; Kulatilaka, N. (1999). Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World. Harvard Business School Press.
4. ANATEL(1998a). Anexo à resolução nº 31, de 1 de julho de 1998. Regulamento de remuneração por uso de redes das prestadoras do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC).
5. ANATEL(1998b). Anexo à resolução nº 40, de 23 de julho de 1998. Regulamento Geral de Interconexão.
6. ANATEL(2001). Anexo à resolução nº 279, de 15 de outubro de 2001. Critérios de remuneração pelo uso de redes de prestadoras do Serviço móvel Especializado.
7. ANATEL(2005a). Modelo de contrato de concessão do Serviço Fixo Telefônico Comutado Local. Brasília, Anatel, 2005.
8. ANATEL(2005b). Anexo à resolução nº 410, de 11 de julho de 2005. Regulamento Geral de Interconexão.
9. ANATEL(2006a). Anexo à resolução nº 438, de 20 de julho de 2006. Regulamento de Remuneração pelo Uso de Redes de Prestadoras do Serviço Móvel Pessoal (SMP).
10. ANATEL(2006b). Relação dos contratos atuais de interconexão homologados. Brasília, Anatel, 12/08/2006.
11. Armstrong, M (2002). *The theory of access pricing and interconnection*. In: Cave, M. E.; Majumdar, S. K.; Vogelsang, I. (eds.). *Handbook of Telecommunications Economics*, v. 1, Cap. 8, North-Holland, 2002.
12. Armstrong, M., Doyle, C., Vickers, J. (1996). *The access pricing problem: a synthesis*. Journal of Industrial Economics 44, 131-150.
13. Barbosa, L. (2005). Investimento no Mercado Imobiliário: Gerenciamento de Risco e Opções Reais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

14. Barone-Adesi, G.; Whaley, R. (1987). "Efficient analytic approximation of American option values". *Journal of Finance*, 42(2). 301-320.
15. Bates D.S. (1991). The Crash of '87, Was It Expected? The Evidence from Options Markets. *Journal of Finance* 46, 1009-1044.
16. Black, F., Cox, J. (1976). Valuing corporate securities: some effects of bond indentures provisions. *Journal of Finance* 31, 351-367.
17. Black, F., Scholes, M. (1973). *The pricing of Options and Corporate Liabilities*. *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
18. Black, F.; M. Scholes. (1973). "The pricing of Options and Corporate Liabilities". *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
19. Bragança, G. F.(2005). *A remuneração de redes nas telecomunicações e a nova orientação a custos: avaliação e perspectivas para a telefonia fixa brasileira*. Texto para Discussão IPEA 1104.
20. Bragança, G.F., Rocha, K., Camacho, F.(2006) *A Taxa de Remuneração de Capital e a Nova Regulação das Telecomunicações*. Texto para Discussão IPEA 1160.
21. Brandão, I., Dyer, J., Hahn, W. (2005a) *Using Binomial Decision Trees to Solve Real Option Valuation Problems*. Decision Analysis.
22. Brandão, I., Dyer, J., Hahn, W. (2005b). *Response to Comments on Brandão et al (2005)*. Decision Analysis.
23. BRASIL. Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL. Anexo à resolução nº. 319, de 27 de setembro de 2002, Critérios de remuneração pelo uso de redes de prestadoras do serviço móvel pessoal.
24. BRASIL. Decreto nº 4733 do Presidente da República, de 10 de junho de 2003. Dispõe sobre políticas públicas de telecomunicações e dá outras providências.
25. BRASIL. Lei nº 9472, de 16 de julho 1997. Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995.
26. Brennan, M.; Schwartz, E. (1985) *Evaluating Natural Resources Investments*. *Journal of Business* 58, 135-157.
27. British Bankers' Association – Credit derivatives report (2001/2002).
28. Cantor, R., Packer, F. (1996). Determinants and impact of sovereign credit ratings. *Federal Reserve Bank NY Economic Policy Review*, 37-54.
29. Capozza, D.; Li, Y. (1994). "The intensity and timing of investments: The case pf land". *The American Economic Review* 84 (4). 889-904.
30. Capozza, D.; Sick, G. (1994). "The Risk Structure of Land Markets". *Journal of*

- Urban Economics*, 35. 297-319.
31. Chap Chap, R. (2006). "A construção do desenvolvimento sustentado do país". Convenção Secovi. Setembro 2006.
 32. Clark, E.; Easaw, J.(2003) *Optimal Access Pricing for Natural Monopoly Networks when Costs are Sunk and Revenues are Uncertain*. Working Paper Middlesex University Business School.
 33. Collin-Dufresne, P., Goldstein, R., Martin, J. (2001). The determinants of credit spread changes. *Journal of Finance* 56, 2177-2207.
 34. Copeland, T.; Antikarov, V.(2003) *Real Options: A Practitioner's Guide*. TEXERE.
 35. Delianedis, G., Geske, R. (2002). The components of corporate credit spreads: default, recovery, tax, jumps, liquidity, and market factors. wp. Anderson Graduate School of Management. Finance Department. UCLA.
 36. Dickey, D., Fuller, W. (1979). Distribution of the Estimators for Time Series Regressors with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association* 74, 427–431.
 37. Dickey, D., Fuller, W. (1981). Likelihood ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica* 49, 1057-1071.
 38. Dixit, A, Pindyck, R. (1994). *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press.
 39. Dobbs, I. M.(2004) *Intertemporal price cap regulation under uncertainty*. *The Economic Journal* 114, p. 421-440.
 40. Duffie, D., Pedersen, L., Singleton, K (2002). Modeling Sovereign Yield Spreads: A Case Study of Russian Debt. wp. Stanford University.
 41. Duffie, D., Singleton, K. (1999). Modeling term structures of defaultable bonds. *Review of Financial Studies* 12, 687-720.
 42. Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series*. Wiley, New York
 43. Evans, I., Guthrie, G.(2006) *Incentive Regulation of Prices When Costs are Sunk*. *Journal of Regulatory Economics* 29, 239-264.
 44. Frankel, J.A. (1993). Quantifying international capital mobility in the 1980s. *On exchange rates*. MIT Press. Cambridge.
 45. Frost & Sullivan. (2006) *Network Expansion and the Necessity to Streamline Wireless Transmissions to Drive Growth in the Brazilian WiMax Markets*. Mimeo.
 46. Gans, J.S. (2001). *Regulating private infrastructure investment: optimal pricing for access to essential facilities*. *Journal of Regulatory Economics* 20, 167– 189.
 47. Gans, J.S., Williams, P.L.(1999). *Access regulation and the timing of infrastructure investment*. *Economic Record* 75, 127–137.

48. Global Financial Stability Report (2004). Market Developments and Issues. International Monetary Fund. April 2004.
49. Grenadier, S.R. (1995). "Flexibility and tenant mix in real estate projects". *Journal of Urban Economics* 38 (3). 357-378.
50. Grenadier, S.R. (1996). "The strategic exercise options: Development cascades and overbuilding in real estate markets" *Journal of Finance* 51 (3). 1653-1679.
51. Hausman, J. (1999). *Regulation by TSLRIC: Economic Effects on Investment and Innovation, MultiMedia und Recht. (MMR)*, 3.
52. Hausman, J., Myers, S. (2002). *Regulating the United States railroads: the effect of sunk costs and asymmetric risk*. *Journal of Regulatory Economics* 22, 287-310.
53. Holms, J. (2000). *Regulating Network Access Prices under Uncertainty and Increasing Competition - The Case of Telecommunications and Local Loop Unbundling in the EU*. Tese de mestrado. Instituto de Economia - Universidade de Copenhagen.
54. Hori, K., Mizuno, K.(2006). *Access pricing and investment with stochastically growing demand*. *International Journal of Industrial Organization*, 24, 795–808.
55. Howell, Sydney D. and J'agle, Axel J. (1997). Laboratory evidence on how managers intuitively value real growth options. *Journal of Business Finance and Accounting*, 24(7), 915–935.
56. Huang, J., Huang, M. (2002). How much of the corporate-treasury yield spread is due to credit risk? A new calibration approach. wp. Stanford University.
57. Hui, C., Lo, C.F. (2002). Valuation model of defaultable bond values in emerging markets. *Asia-Pacific Financial Markets* 9, 45-60.
58. Hund, J. (2002). Default probability dynamics in structural models. wp. A. B. Freeman School of Business, Tulane University.
59. ITU (2002). *Trends in Telecommunication Reform*.
60. J.P. Morgan (1999). Introducing the J.P. Morgan Emerging Markets Bond Index Global (EMBI Global). J.P. Morgan Securities Inc. Emerging Markets Research.
61. Jarrow, R., Turnbull, S. (1995). Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk. *Journal of Finance* 50, 53-85.
62. Jorde, T., Sidak, G., Teece, D. (2000) *Innovation, investment and unbundling*. *Yale Journal on Regulation* 17 (1).
63. Kaminsky, G., Lizondo, S., Reinhart, C. (1998). Leading indicators of currency crises. *IMF Staff Papers* 5, 1-48.
64. Karatzas, I., Shreve, S. (1991). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Second Edition. Springer-Verlag.

65. Karatzas, I.; Shreve, S. (1991). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Second Edition. Springer-Verlag.
66. Kaufmann, D.; Kraay, A.; Mastruzzi, M. (2005). "Governance matters IV: updated governance indicators 1996 – 2004". The World Bank.
67. Kester, W Carl (1984). Today's Options for Tomorrow's Growth, Harvard Business Review, March-April, 153-160.
68. Kotakorpi, K. (2004). *Access price regulation, investment and entry in telecommunications*. Acessível em: <http://www.valt.helsinki.fi/staff/jzrytkon/micro203/w_micro203_kk_paper.pdf>.
69. Kulatilaka, N., Marcus, A.J. (1992). Project valuation under uncertainty: When does DCF fail? *Journal of Applied Corporate Finance*, 5(3), 92–100.
70. Laffont, J.J., Tirole, J. (1994). *Access pricing and competition*. *European Economic Review* 38, 1.673-1.710.
71. Laffont, J.J., Tirole, J. (2000). Competition in telecommunications. *Munich Lectures in Economics*.
72. Laffont, J.J., Tirole, J. (1993). *A theory of incentive in procurement and regulation*. MIT Press.
73. Lehrbass, F. (1999). A simple approach to country risk. wp. WestLB, Germany.
74. Leland, H. (1994). Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure. *Journal of Finance* 49, 1213-1252.
75. Longstaff, F.A., Schwartz, E.S. (1995). A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt, *Journal of Finance* 50, 789-819.
76. Majd, S., Pindyck, R. (1987). *Time to build, option value, and investment decisions*. *Journal of Financial Economics*, 18(1), 7-27.
77. Mandy, D. M., Sharkey, W. W. (2003). *Dynamic pricing and investment from static proxy models*. *Review of Network Economics* 2(4), 403-439.
78. Martins, L. (1997). Market-implied, risk-averse probability of default in the Brady universe. *The New Dynamics of Emerging Markets Investment: Managing Sub-investment-grade Sovereign Risk*. Edited by Jess Lederman and Michael Pettis. Euromoney. May 1997.
79. Mason, S., Merton, R. (1985). *The Role of Contingent Claims Analysis in Corporate Finance*. In *Recent Advances in Corporate Finance*, eds: E. Altman and M. Subrahmanyam. Homewood, IL: Richard D. Irwin.
80. Mattos, C. A. (2001) *The Brazilian Model of Telecommunications Reform (BMTR): A Theoretical Approach*. Tese para Obtenção do Grau de Doutor em Economia, Departamento de Economia, UNB.

81. McDonald, R., Siegel, D. (1986). *The value of waiting to invest*. The Quarterly Journal of Economics, 101(4), 707-728.
82. Medeiros, P. (2001). *Aplicação de Opções Reais no Mercado Imobiliário residencial com enfoque na cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado em Economia - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
83. Merton, R. C. (1976). *Option Pricing when Underlying Stock Returns are Discontinuous*. Journal of Financial Economics 3, January-March, 125-144.
84. Merton, R. (1973) *Theory of rational option pricing*. Bell Journal of Economics and Management Science 4 (4), 141-183.
85. Merton, R.C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates, *Journal of Finance* 29, 449-470.
86. Ministério das Comunicações (1996). Edital de concorrência nº 001/96, de 1996. Outorga de concessão de exploração do Serviço Móvel Celular na banda B.
87. Ministério das Comunicações (1996). Norma 25, de 14 de novembro de 1996. Critérios e procedimentos para determinação de valores para as tarifas de uso das redes de Serviço Móvel Celular e de Serviço Telefônico Público.
88. Moody's Special Comment (2003). Sovereign bonds defaults, rating transitions, and recoveries (1985-2002). Moody's Investor Service, February 2003.
89. Moreira, A., Rocha, K. (2004). A two-factor structural model of determinants of Brazilian sovereign risk. *Journal of Fixed Income* 14, 48-59.
90. Myers, S. (1987). Finance theory and financial strategy. *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 6-13.
91. Neftci, S.N. (2000). *An introduction to the mathematics of financial derivatives*. Second Edition. Academic Press.
92. Packer, F., Suthiphongchai, C. (2003). Sovereign credit default swaps. *BIS Quarterly Review*, December 2003.
93. Paddock, J.L., Siegel D.R., Smith, J.L. (1988) *Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases*, Quarterly Journal of Economics 103, 479-508.
94. Pindyck, R. (2004) *Mandatory unbundling and irreversible investment in telecom networks*. Sloan School of Management, MIT (Working Paper).
95. Pindyck, R. (2005). *Pricing capital under mandatory unbundling and facilities sharing*. Sloan School of Management, MIT (Working Paper).
96. Quigg, L. (1993). "Empirical testing of real option-pricing models". *Journal of Finance* 48 (2). 621-640.
97. Reinhart, C.M. (2002). Default, currency crises and sovereign credit ratings. NBER.

- Working paper series, w8738.
98. Ribeiro, F. (2004). Avaliação de Projetos de Incorporação Imobiliária sob Incerteza: Uma Abordagem por Opções Reais. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
 99. Saá-Requejo, J., Santa-Clara, P. (1999). Bond pricing with default risk. wp. The Anderson Graduate School of Management, UCLA, Los Angeles.
 100. Salinger, M. *Regulating prices to equal forward looking costs: cost based prices or price based costs?* Journal of Regulatory Economics, v. 14, p. 149-163, 1998.
 101. Sarig, O., Warga, A. (1989). Some empirical estimates of the risk structure of interest rates. *Journal of Finance* 44, 1351-1360.
 102. SECOVI-SP. "Balanço Anual do Mercado Imobiliário de São Paulo em 2004 – Perspectivas do Setor para 2005". Dezembro 2004.
 103. Sidak, G., Spulber, D. (1997). *Givings, takings and the fallacy of forward looking costs*. New York University Law Review 5,1.068-1.164.
 104. Small, J.P., Ergas, H.(1999). *The Rental Cost of Sunk and Regulated Capital*, Econometrics Working Papers 9908, Department of Economics, University of Victoria.
 105. Smith, J.(2005). *Alternative approaches for solving real options problems: A comment on Brandão, Dyer and Hahn*. Decision Analysis.
 106. SPECTRUM CONSULT. Relatórios relativos à conversão pulso-minuto brasileira. Brasil, mimeo. 2005.
 107. Titman, S. (1985). "Urban Land Prices under Uncertainty". *American Economic Review*, 75 (3). 505-514.
 108. Tourinho, O. (1979). *The Option Value of Reserves of Natural Resources*, Working Paper, University of California at Berkeley.
 109. Trigeorgis, L. (1988). *A conceptual options framework for capital budgeting*. Advances in Futures and Options Research 3,145.167.
 110. Trigeorgis, L. (1996). *Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. MIT Press.
 111. Trigeorgis, L. (1996). *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. MIT Press.
 112. Trigeorgis, L., Mason, S. (1987). Valuing managerial flexibility. *Midland Corporate Finance Journal*, 5(1), 14–21.
 113. Trigeorgis, L., Schwartz, E. (2004) *Real Options and Investment Under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions*. The MIT Press Cambridge

114. Valletti, T. M., Estache, A. (1998). *The theory of access pricing: an overview for infrastructure regulators*. World Bank, mimeo.
115. VALUE PARTNERS (2003). O Modelo Brasileiro de Interconexão. Brasília, mimeo. 2003.
116. VALUE PARTNERS (2006). Relatório Técnico para Comissão de Arbitragem em cumprimento ao Despacho 047/CAI/2005. Brasília, mimeo. 2006.
117. Viscusi, W. K., Vernon, J. M., Harrington, J. E. (1996). *Economics of regulation and antitrust*, 2nd ed., MIT Press.
118. Vogelsang, I. (2002). *Incentive regulation and competition in public utility markets: a 20-year perspective*. *Journal of Regulatory Economics* 22(1), 5-27.
119. Vogelsang, I. (2003). *Price regulation of access to telecommunications networks*. *Journal of Economic Literature* 41(3), 830-862.
120. Wiggers, A. (2002). Default-risky sovereign debt. wp. University of Bonn.
121. Williams, J. (1991). "Real Estate Development as an Option". *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 4, 191-208.
122. World Bank (2005). "Programmatic loan for sustainable and equitable growth: Housing sector reform." Report 31756-BR.
123. Xu, D., Ghezzi, P. (2002). From fundamentals to spread – a fair spread model for high yield EM sovereigns. Global Markets Research. Deutsche Bank.
124. Zhou, C. (1997). A jump-diffusion approach to modeling credit risk and valuing defaultable securities. Washington, DC: Federal Reserve Board. wp. 1997.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)