

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Ana Carolina Kanemaru Lopes

**Uma Aplicação da Teoria das Opções Reais ao
Caso do Trem de Alta Velocidade Rio-Campinas**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Rio de Janeiro
Agosto de 2010



Ana Carolina Kanemaru Lopes

**Uma Aplicação da Teoria das Opções Reais ao
Caso do Trem de Alta Velocidade Rio-Campinas**

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

Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Orientador

Departamento de Administração - PUC-Rio

Prof. Leonardo Lima Gomes

Departamento de Administração - PUC-Rio

Prof. Marcus Vinicius Quintella Cury

IME

Prof^a. Mônica Herz

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 18 de agosto de 2010

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

Ana Carolina Kanemaru Lopes

Graduada em Ciências Econômicas na PUC-Rio em 2007, ingressando no Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio em 2008.

Ficha Catalográfica

Lopes, Ana Carolina Kanemaru

Uma aplicação da teoria das opções reais ao caso do trem de alta velocidade Rio-Campinas / Ana Carolina Kanemaru Lopes ; orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. – 2010.

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

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2010.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Opções reais. 3. Investimento em infra-estrutura. 4. Flexibilidade gerencial. 5. Garantias de tráfego mínimo. 6. Análise de investimentos. I. Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Ao Seiji, por todo apoio, amor e compreensão.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Luiz Eduardo Teixeira Brandão, pelas sugestões, comentários e orientação que muito contribuíram para a realização desta dissertação.

Aos meus pais, Helena e Marcos, pela paciência e apoio durante todas as etapas da minha vida.

Aos membros da Comissão examinadora, Professor Leonardo Lima e Professor Marcus Quintella, pela disponibilidade e interesse.

Ao Seiji, pela troca de idéias e por toda a ajuda que me ofereceu durante esses últimos meses. Serei sempre grata por todo o amor, paciência, companheirismo e apoio que sempre demonstrou.

Resumo

Lopes, Ana Carolina Kanemaru; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. **Uma Aplicação da Teoria das Opções Reais ao Caso do Trem de Alta Velocidade Rio-Campinas**. Rio de Janeiro, 2010, 80p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O projeto do Trem de Alta Velocidade Rio-Campinas (TAV) está previsto para ser licitado em 2010 como uma concessão com 40 anos de prazo. O projeto tem um investimento total estimado em R\$34,6 bilhões, dos quais R\$7 bilhões serão provenientes de capital próprio. Entretanto, por se tratar de uma ferrovia pioneira, o projeto apresenta elevada incerteza quanto ao seu tráfego futuro, o que pode comprometer a sua viabilidade econômica e desestimular a participação do investidor privado. Apesar do VPL do projeto para o acionista ser positivo em R\$49 milhões, estima-se que há uma probabilidade de 50,8% do mesmo ser negativo, o que representa um risco significativo para o investidor privado. Uma forma de aumentar a atratividade do projeto é o uso de uma garantia governamental de tráfego mínimo, estabelecendo um piso de demanda para cada ano de acordo com um percentual da demanda projetada dentro do arcabouço jurídico de uma Parceria Público Privada (PPP). Neste trabalho é aplicada a metodologia de Opções Reais para valorar o projeto assumindo uma garantia governamental. Mostra-se que a incorporação de uma garantia de 60% da demanda reduz o risco de perda do investidor de 50,8% para 33,2%, contribuindo para a viabilidade econômica e financeira do TAV, e que níveis mais elevados de garantia têm impacto maior e também custo maior para o governo.

Palavras-chave

Opções Reais; Investimento em Infraestrutura; Flexibilidade Gerencial; Garantias de Tráfego Mínimo; Análise de Investimentos.

Abstract

Lopes, Ana Carolina Kanemaru; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira (Advisor). **An Application of Real Options Theory to the High Speed Rail between Rio de Janeiro and Campinas.** Rio de Janeiro, 2010, 80p. MSc. Dissertation – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The high speed rail between Rio de Janeiro and Campinas will be auctioned in 2010 as a concession for a 40 year period. The project has an estimated total investment of R\$34.6bi, of which R\$7bi consists of private equity. However, being a greenfield railway, the project presents high uncertainty regarding future traffic, possibly compromising its economic feasibility and discouraging the private sector's participation. Although the NPV of the project for the stakeholder is a positive R\$49mi, it is estimated that there is a 50.8% probability of it being negative, which represents a significant risk for the private investor. One way to increase the project's attractiveness is through minimum revenue government guarantees, where a demand floor for each year is established according to a percentage of projected demand within the legal framework of a Public-Private Partnership (PPP). This dissertation applies Real Options Theory to value the project assuming such government guarantee. It is shown that a 60% guarantee reduces the risk of investor loss from 50.8% to 33.2%, contributing to the economic and financial feasibility of the project. Furthermore, increasing levels of guarantees have a higher impact on risk and also imply higher costs for the government.

Keywords

Real Options; Infrastructure Investment; Management Flexibility; Minimum Traffic Guarantees; Investment Analysis.

Sumário

1	Introdução	12
1.1.	Objetivo do estudo	13
1.2.	Estrutura da dissertação	14
2	Revisão da Literatura	15
2.1.	Método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD)	15
2.1.1.	Taxa ajustada ao risco	16
2.1.2.	Limitações do FCD tradicional	16
2.2.	Teoria das Opções Reais	17
2.2.1.	Modelo de Black & Scholes	19
2.2.2.	Árvore Binomial	22
2.2.3.	Simulações de Monte Carlo	24
2.3.	Método das opções reais aplicado a projetos de infra-estrutura	25
3	Projeto do Trem de Alta Velocidade Rio – SP	28
3.1.	Histórico	29
3.2.	Área de Interesse do TAV	30
3.3.	Oferta e demanda de transporte no corredor Rio-Campinas	31
3.4.	Características do projeto	33
3.4.1.	Investimento e depreciação	35
3.4.2.	Custos operacionais	36
3.4.3.	Plano financeiro	37
3.4.4.	Participação pública	37
3.4.5.	Demanda	38
3.4.6.	Receita	39
3.4.7.	Barreira limite ao tráfego	40
4	Concessões e Parcerias Público-Privadas	42
5	Modelo Teórico	45
5.1.	Modelagem determinística	45

5.2. Processo estocástico do tráfego	46
5.3. Processo neutro ao risco e prêmio de risco	47
5.4. Valorando as garantias	50
6 Aplicação do modelo proposto ao caso do TAV	52
6.1. Modelo financeiro	52
6.2. Análise de Risco	54
6.3. Mitigação do risco de demanda	56
6.3.1. Piso de tráfego	56
6.3.2. Teto de tráfego	58
6.4. Solução	59
6.4.1. Fluxo de caixa determinístico	59
6.4.2. Modelagem do tráfego de passageiros	59
6.4.3. Fluxo de caixa dinâmico	60
6.4.4. Processo neutro ao risco	61
6.4.5. Valoração das garantias	62
7 Conclusão	68
7.1. Principais resultados	68
7.2. Limitações da metodologia	70
8 Referências Bibliográficas	72
9 Apêndice	75
9.1. Fluxo de caixa do projeto base	76

Lista de Figuras

Figura 1 - Traçado Referencial do TAV	34
Figura 2 - Demanda projetada para o período de 2016 a 2050	39
Figura 3 - Variação anual do PIB da região sudeste (1985 – 2007)	55
Figura 4 - Distribuição do Valor Presente Líquido do Projeto Base	61
Figura 5 - Relação entre o VPL do projeto base e o nível de garantia	64
Figura 6 - Distribuição de probabilidades do VPL com piso de 60%	64
Figura 7 - Distribuição de probabilidades do VPL com piso de 80%	65
Figura 8 - Distribuição de probabilidades para piso de 60%	66
Figura 9 - Distribuição de probabilidades para piso de 80%	66

Lista de Tabelas

Tabela 1 - População na área de influência do TAV	31
Tabela 2 - Demanda de Transporte em 2008 no eixo Rio-Campinas	32
Tabela 3 - Investimentos em R\$ mil	35
Tabela 4 - Depreciação	36
Tabela 5 - Liberação de financiamentos em R\$ mil	37
Tabela 6 - Receitas não tarifárias em R\$ mil.	40
Tabela 7 - Capacidade máxima anual em nº de passageiros	40
Tabela 8 - Fluxo de Caixa do Acionista	53
Tabela 9 - Dados do projeto	54
Tabela 10 - VP do projeto com diversos níveis de garantia	63