Ricardo Brandão Ferreira

**Tratamento de Resíduos Sólidos:
Valoração por Opções Reais**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Rio de Janeiro
Novembro de 2010

Ricardo Brandão Ferreira

**Tratamento de Resíduos Sólidos:
Valoração por Opções Reais**

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. Roberto Marcos da Silva Montezano

IBMEC

Prof^a. Mônica Herz

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 30 de novembro de 2010

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

Ricardo Brandão Ferreira

Graduou-se em Ciências Econômicas pela UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) em 1995, concluiu a Pós-graduação em Finanças pelo IBMEC em 2001 e o Mestrado em Administração de Empresas pela PUC-Rio em 2010. Atuou na área de Investimentos de instituições financeiras multinacionais. Consultor na área de Planejamento Financeiro, seus interesses de pesquisa estão relacionados à avaliação econômica de projetos e planejamento estratégico.

Ficha Catalográfica

Ferreira, Ricardo Brandão

Tratamento de resíduos sólidos: valoração por opções reais / Ricardo Brandão Ferreira ; orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. – 2010.

88 f. ; 30 cm

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

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Opções reais. 3. Resíduos sólidos. 4. Licitação. I. Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Aos meus pais e irmãs.

Agradecimentos

A Deus pela força, principalmente, nas horas mais difíceis.

Ao meu orientador Prof. Luiz Eduardo T. Brandão pela habilidade em transmitir seu conhecimento em Opções Reais, despertando o meu interesse pelo assunto e, orientação neste estudo.

Aos meus pais e irmãs que sempre me apoiaram na decisão de fazer o mestrado e, principalmente ao meu pai que, com grande experiência na área de resíduos sólidos, sempre esteve à disposição para enriquecer as discussões, além de contribuir com o levantamento dos dados, fundamental, para o desenvolvimento deste estudo.

Aos professores que participaram da Comissão examinadora.

A todos os professores e funcionários do Departamento pelos ensinamentos e ajuda.

Aos meus colegas da PUC-Rio.

A todos os familiares e amigos que de uma forma ou de outra me estimularam ou me ajudaram.

A todos que disponibilizaram informações e aos estudiosos e profissionais que me inspiraram a fazer o mestrado.

Resumo

Ferreira, Ricardo Brandão; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. **Tratamento de Resíduos Sólidos: Valoração por Opções Reais**. Rio de Janeiro, 2010. 88p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os serviços inerentes à Limpeza Pública no Brasil são de responsabilidade municipal. Para tanto, as prefeituras podem licitar a operação destes serviços à iniciativa privada. Essa dissertação propõe a utilização da metodologia das opções reais para valorar um projeto de tratamento de resíduos sólidos para o Município de Niterói, considerando que existem diversas flexibilidades gerenciais e significativas incertezas em relação ao volume de resíduos a serem tratados. Dado que pelas regras do edital número 02/2008, o vencedor seria a empresa que apresentasse o menor preço para os serviços, a estratégia adotada foi valorar o projeto considerando o valor presente líquido do projeto base (aterro sanitário) igual a zero com a possibilidade de adicionar a segregação e comercialização de recicláveis e a implantação de uma usina de geração de energia ao longo da vida útil da concessão. Tal estratégia resultou num valor presente líquido de R\$1.642.000.

Palavras-chave

Resíduos sólidos; opções reais; licitação

Abstract

Ferreira, Ricardo Brandão; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira (Advisor). **Solid Waste Management: Valuation by Theory of Real Options**. Rio de Janeiro, 2010. 88p. MSc. Dissertation – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Public waste management services in Brazil are the responsibility of city municipalities, which may contract out the operation of these services to private enterprises. Within this work, the economic feasibility of a solid waste treatment project in the municipality of Niterói is analyzed in accordance with the rules established by the bid document n 02/2008. A real options approach was used for the analysis considering that there are many managerial flexibilities and significant uncertainties about the volume of waste to be treated. The bid rules award the contract to the lowest bidder, so the strategy used was to value the project considering the net present value of the base project (landfill) as equal to zero, and to consider the option of adding recycling facilities and the implementation of a power generation plant throughout the period of the concession. The result of this strategy was a net present value of R\$1.642.000.

Keywords

Solid waste; real options; bidding

Sumário

1	Introdução	13
1.1	O problema	14
1.2	Objetivos	15
1.3	Estrutura da dissertação	16
2	Referencial teórico	17
2.1	Conceitos sobre investimentos produtivos	17
2.2	Histórico dos estudos de valoração de projetos	18
2.3	Fluxo de caixa descontado: importância e limitações	20
2.4	Opções financeiras	22
2.5	Volatilidade	23
2.6	Modelo Black-Sholes-Merton	24
2.7	Movimento Geométrico Browniano	26
2.8	Opções reais	27
2.9	Análise da árvore de decisão	30
2.10	Modelo binomial	32
2.11	Limitações	34
3	Resíduos Sólidos	35
3.1	Definição	35
3.2	Classificação dos resíduos	35
3.3	Atividades gerenciais ligadas aos RSU	37
3.3.1	Acondicionamento	37
3.3.2	Coleta	38
3.3.3	Estação de transferência ou de transbordo	39
3.3.4	Estação de transferência ou de transbordo	39
3.4	A importância do setor de resíduos sólidos	42
3.5	O setor no Brasil e em Niterói	43
3.5.1	O cenário brasileiro	45
3.5.2	Niterói	48

4 O projeto	50
4.1 O objeto de estudo	50
4.2 Projeto base	51
4.2.1 Histórico	51
4.2.2 Localização e disponibilidade	52
4.2.3 Descrição do empreendimento	52
4.2.4 Tecnologias adotadas	54
4.3 Fontes de receitas acessórias	54
4.3.1 Energia elétrica por resíduos sólidos	54
4.3.2 Produtos recicláveis	55
4.4 Metodologia de avaliação	56
4.5 Fluxos de caixa descontado (FCD)	57
4.5.1 Custo de Capital	57
4.5.2 FCD da adequação do Morro do Céu e da operação do ASN	57
4.5.3 FCD da geração de energia elétrica	62
4.5.4 FCD dos reciclados	69
4.6 Aplicação da metodologia de opções reais	71
4.6.1 Determinação da volatilidade	72
4.6.2 Outras premissas	73
4.6.3 Avaliação do projeto por opções reais	73
4.6.4 Modelagem do ativo base	74
4.6.5 Modelagem do projeto com uma opção	76
4.6.6 Modelagem do projeto com duas opções	80
5 Conclusões	84
6 Referências Bibliográficas	87

Lista de figuras

Figura 1 - Árvore de Decisão	31
Figura 2 - Árvore Binomial	33
Figura 3 - Destino Final dos RSS Coletados pelos Municípios em 2009	48
Figura 4 - Modelo Binomial do Projeto Base	75
Figura 5 - Definição do Nó da Árvore	75
Figura 6 - Árvore Binomial do Projeto Base	76
Figura 7 - Modelagem com Uma Opção	78
Figura 8 - Árvore de Decisão com a Opção Energia	79
Figura 9 - Probabilidade dos Exercícios da Opção Energia	79
Figura 10 - Modelagem com Duas Opções	80
Figura 11 - Árvore de Decisão com Opções Energia e Reciclados	81
Figura 12 - Probabilidades nos Exercícios das Opções Energia e Reciclados	82
Figura 13 - Análise de Sensibilidade (Vol.)	82
Figura 14 - Análise de Sensibilidade (Custo de Investimento EE)	83
Figura 15 - Análise de Sensibilidade (Custo de Investimento RC)	83

Lista de tabelas

Tabela 1 - Diferenças entre Ativos Financeiros e Ativos Reais	29
Tabela 2 - Destinação Final dos RSU (milhões ton.)	46
Tabela 3 - FCD do Projeto Base (valores divididos por 1.000)	59
Tabela 4 - Geração e Venda de Energia: FCD até o 1o ano	64
Tabela 5 - Geração e Venda de Energia: FCD (valores divididos por 1.000)	65
Tabela 6 - Gás de Aterro Recuperável: 1o ano do MC	66
Tabela 7 - Investimentos (valores divididos por 1.000)	68
Tabela 8 - FCD dos Reciclados (valores divididos por 1.000)	69
Tabela 9 - Custos Operacionais	70
Tabela 10 - Investimentos	71
Tabela 11 - Taxas de Dividendos	74

Lista de abreviaturas

ASN – Aterro Sanitário de Niterói

CLIN – Companhia de Limpeza de Niterói

FCD – Fluxo de Caixa Descontado

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

MC – Aterro controlado do Morro do Céu

RSS – Resíduos de Serviços de Saúde

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos