



Mariana de Lemos Alves

**Carro *Flex Fuel*: Uma Avaliação por
Opções Reais**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Rio de Janeiro, 12 de março de 2007



Mariana de Lemos Alves

**Carro *Flex Fuel*: Uma Avaliação por
Opções Reais**

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

Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof. Marco Antonio Guimarães Dias

Departamento de Engenharia Industrial– PUC-Rio

Prof. Fernando Nascimento de Oliveira

Departamento de Administração – FGV-Rio

Prof. João Pontes Nogueira

Vice-Decano de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 12 de março de 2007

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

Mariana Alves

Graduou-se em Ciências Econômicas pela UFRJ em 2003 e concluiu o mestrado em Administração de Empresas pela PUC RIO em 2007. Atuou nas áreas de planejamento estratégico e Avaliação Econômica de Projetos de Marketing em empresas multinacionais de grande porte. Seus interesses de pesquisa estão relacionados à avaliação de projetos de investimento, avaliação de desempenho corporativo e planejamento estratégico.

Ficha Catalográfica

Alves, Mariana de Lemos

Carro flex fuel: uma avaliação por opções reais / Mariana de Lemos Alves ; orientador: Luís Eduardo Teixeira Brandão. – 2007.

94 f. : il. ; 30 cm

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

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Finanças. 3. Opções reais. 4. Carro flex fuel. 5. Modelo de simulação com fluxos de caixa dinâmicos. I. Brandão, Luis Eduardo Texeira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

Aos meus pais.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Luiz Brandão pela orientação e todo apoio neste trabalho.

Ao Bruno Garrofé por todo apoio, troca de idéias, opinião, ajuda em diversas ocasiões.

A minha família por toda compreensão e apoio em todos os momentos e decisões da minha vida.

Resumo

Alves, Mariana De Lemos.; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. **Carro Flex Fuel: Uma Avaliação por Opções Reais**. Rio de Janeiro, 2007. 94p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A tecnologia *flex fuel* foi desenvolvida pelo centro de pesquisas da Bosch do Brasil e lançado comercialmente no país em 2003. O conceito desse automóvel originou-se da possibilidade do carro utilizar como combustível álcool, gasolina ou qualquer proporção de mistura entre os dois em um mesmo tanque de combustível. Essa flexibilidade na escolha do combustível do carro *flex fuel* e a existência de incerteza com relação ao preço do álcool e da gasolina, agregam valor ao automóvel, pois o consumidor pode escolher o combustível mais barato toda vez que abastece o veículo. Este trabalho busca valorar essa vantagem do carro *flex fuel* em relação ao automóvel movido apenas à gasolina através da avaliação por Opções Reais, utilizando o Método de Simulação com Fluxos de Caixa Dinâmicos, e comparar as vantagens da Simulação de Monte Carlo em relação ao modelo de Árvore de Decisão Quadrinomial. Os resultados indicam que a opção inerente ao carro *flex fuel* é relevante para a decisão de adquirir um veículo *flex fuel* e pode representar de 5% a 10% do seu valor.

Palavras-chave

Finanças; Opções Reais; Carro *Flex Fuel*; Modelo por Simulação com Fluxos de Caixa Dinâmicos

Abstract

Alves, Mariana De Lemos.; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. ***Flex Fuel Car: A Real Option Valuation***. Rio de Janeiro, 2007. 94p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The flex fuel car technology was developed by the Bosch Research Center in Brazil, and the first model was launched in the market in 2003. The concept of flex fuel automobile derived from the possibility of using ethanol, gas or any proportion of this mixture in a fuel tank. The fuel flexibility and its price volatility add value to the vehicle because the consumer has the option to choose the cheapest fuel each time he needs it. We perform the valuation of the flex fuel automobile using Real Options Approach to Dynamic Cash Flow Simulation. The results show that the value of the flex fuel option is significant and can represent from 5% to 10% of the price of the automobile. We also compare this method to the quadrinomial decision tree model and show that while both provide similar results, the simulation method is simpler and less computationally intensive.

Keywords

Finance; Real Options; Flex Fuel Car; Dynamic Cash flow Simulation Model

Sumário

1 Introdução	12
1.1. O Problema	15
1.2. Objetivo	16
1.3. Relevância do Estudo	17
1.4. Histórico do Carro <i>Flex Fuel</i>	17
1.5. Estrutura da Dissertação	20
2 Referencial Teórico	22
2.1. A Teoria das Opções Reais	23
2.1.1. Histórico	23
2.1.2. Opções Financeiras	24
2.1.3. Volatilidade	25
2.1.4. O Modelo Black-Scholes-Merton	28
2.1.5. Movimento Geométrico Browniano	30
2.1.6. Opções Reais	31
2.2. Método 1: Árvore Quadrinomial	34
2.2.1. Modelo Binomial Simples	35
2.2.2. Árvore Binomial Múltipla	42
2.2.3. Modelo Quadrinomial	44
2.3. Método 2: Simulação	47
3 Comparação entre os Métodos	49
3.1. Modelo da Árvore Quadrinomial	50
3.2. Modelo de Simulação com Fluxos de Caixa Dinâmicos	53
3.3. Comparação dos Modelos	54
4 Aplicação ao Carro <i>Flex Fuel</i>	58
4.1. Introdução	58
4.2. Opção <i>Flex Fuel</i>	59

4.3. Premissas	60
4.4. Modelo Financeiro	61
4.5. Preço dos Combustíveis	62
4.6. Série de Inflação	63
4.7. Preços dos Combustíveis Deflacionados	66
4.8. Volatilidade dos Preços dos Combustíveis	67
4.9. Solução	69
5 Conclusões e Recomendações	75
5.1. Conclusões	75
5.2. Limitações Metodológicas	76
5.3. Sugestões para Trabalhos Futuros	77
6 Referências Bibliográficas	79

Lista de figuras

Figura I - Produção Acumulada por tipo de Combustível.....	13
Figura II – Comportamento do Preço de uma Ação	35
Figura III – Comportamento do Preço de uma Opção	36
Figura IV – Avaliação Neutra ao Risco.....	38
Figura V – Exemplo I Modelo Binomial.....	40
Figura VI – Exemplo II Modelo Binomial	40
Figura VII – Modelo Binomial com Três Períodos.....	42
Figura VIII – Preço da Ação no Modelo Binomial com Três Períodos	43
Figura IX – Árvore Quadrinomial com dois períodos.....	46
Figura X – Custo do Combustível com o Carro <i>Flex Fuel</i>	52
Figura XI – Valor da Opção <i>Flex Fuel</i> Variando a Volatilidade do Álcool	73
Figura XII – Valor da Opção <i>Flex Fuel</i> Variando a Volatilidade da Gasolina	73
Figura XIII – Valor da Opção <i>Flex Fuel</i> Variando o Consumo de Combustível..	74

Lista de tabelas

Tabela I – Comparativo entre Opções Reais e Financeiras	33
Tabela II – Probabilidade Neutra ao Risco	51
Tabela III – VP do Custo com Combustível usando Árvore Quadrinomial	55
Tabela IV – VP do Custo com Combustível usando Simulação	56
Tabela V – VP do Custo com Combustível: Árvore Quadrinomial x Simulação	56
Tabela VI – Produção por Combustível - 2000/2005	58
Tabela VII – Participação da Produção por Combustível - 2000/2005	58
Tabela VIII – Vendas Internas no Atacado por Combustível - 2000/2005	59
Tabela IX – %Vendas Internas no Atacado por Combustível - 2000/2005	59
Tabela X – Relação Preço Álcool x Gasolina	61
Tabela XI – Parâmetros adotados na avaliação	62
Tabela XII – Preços dos Combustíveis: Álcool e Gasolina	63
Tabela XIII – Volatilidade do Preço do Álcool	68
Tabela XIV – Volatilidade do Preço da Gasolina	69
Tabela XV – Gasto com Combustível no Fluxo Dinâmico Gasolina	72
Tabela XVI – Gasto com Combustível no Fluxo Dinâmico Álcool e Gasolina	72
Tabela XVII – Indicadores de Inflação Nacionais	89
Tabela XVIII – IGP-M: Número Índice Mensal e Acumulado	90
Tabela XIX – Valor do Álcool a Preços de Outubro de 2006	91
Tabela XX – Valor da Gasolina a Preços de Outubro de 2006	92
Tabela XXI – Variação Percentual do Álcool a Preços de Outubro de 2006	93
Tabela XXII – Variação Percentual da Gasolina a Preços de Outubro de 2006	94