



FACULDADE DE ECONOMIA E FINANÇAS IBMEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

PROJETO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROFISSIONALIZANTE EM ECONOMIA

**AVALIAÇÃO DE PROJETO DE
BIOCOMBUSTÍVEL COM FLEXIBILIDADE
OPERACIONAL POR OPÇÕES REAIS.**

RENATA PEDREIRA PEREIRA

ORIENTADOR: FERNANDO NASCIMENTO DE OLIVEIRA

Rio de Janeiro, 30 de Outubro de 2008

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

**“AVALIAÇÃO DE PROJETO DE BIOCOMBUSTÍVEL COM FLEXIBILIDADE
OPERACIONAL POR OPÇÕES REAIS”**

RENATA PEDREIRA PEREIRA

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Profissionalizante em Economia
como requisito parcial para obtenção do
Grau de Mestre em Administração.
Área de Concentração: Finanças e
Controladoria.

ORIENTADOR: FERNANDO NASCIMENTO DE OLIVEIRA

Rio de Janeiro, 30 de Outubro de 2008.

**“AVALIAÇÃO DE PROJETO DE BIOCOMBUSTÍVEL COM FLEXIBILIDADE
OPERACIONAL POR OPÇÕES REAIS”**

RENATA PEDREIRA PEREIRA

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Profissionalizante em Economia
como requisito parcial para obtenção do
Grau de Mestre em Administração.
Área de Concentração: Finanças e
Controladoria

Avaliação:

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. FERNANDO NASCIMENTO DE OLIVEIRA (Orientador)
Instituição: Faculdades IBMEC/RJ

Professor Dr. ROBERTO MARCOS DA SILVA MONTEZANO
Instituição: Faculdades IBMEC/RJ.

Professor Dr. LUIZ EDUARDO TEIXEIRA BRANDÃO
Instituição: Departamento de Administração – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 30 de Outubro de 2008.

332.6711
P436

Pereira, Renata Pedreira.

Avaliação de projeto de biocombustível com flexibilidade operacional por opções reais / Renata Pedreira Pereira - Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2008.

Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia das Faculdades Ibmecc, como requisito parcial necessário para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Finanças & Controladoria.

1. Derivativos financeiros. 2. Finanças - Opções reais – Flexibilidade operacional. 3. Biocombustíveis. – Biodiesel. 4. Finanças – Precificação de opções - Árvore Binomial.

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação ao meu marido, Italo Ricardo Moreira de Azevedo, grande incentivador da minha busca pelo conhecimento; e a todos os pesquisadores, profissionais e estudantes que se empenham em buscar, para a Humanidade, soluções energéticas social e ambientalmente responsáveis.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Italo Ricardo Moreira de Azevedo, por todo incentivo, colaboração e compreensão em todos os momentos ao longo do curso e por fazer minha vida mais feliz.

Aos meus pais, Angela Pedreira Pereira e Pedro Caldas Pereira, por serem tão especiais e por sempre me apoiarem e incentivarem.

Ao meu orientador, Professor Fernando Nascimento de Oliveira, pela confiança e apoio durante todo o curso, em especial no desenvolvimento desta dissertação.

Ao amigo Pedro Caitete Martins, que dedicou boa parte do seu tempo a debater comigo as modelagens e por seu auxílio fundamental com os programas computacionais utilizados na dissertação.

A todos os companheiros de turma e professores pelo apoio e confiança ao longo do curso.

A empresa Saraceni Energia & Logística e aos seus integrantes que colaboraram, apoiaram e proporcionaram este trabalho.

RESUMO

A Argentina, que possui um relevante papel no mercado internacional da soja, avança rapidamente para se tornar um importante país no mercado global de biodiesel. O potencial de exportação é grande, impulsionado pelas metas de introdução dos biocombustíveis na matriz energética de transportes dos países desenvolvidos. O objetivo deste trabalho é avaliar uma planta integrada de 100.000 t/ano de biodiesel no porto de Rosario na Argentina pelo método tradicional de fluxo de caixa descontado e através de técnica de opções reais. O Modelo Geral de Flexibilidade Operacional sem Custos de Trocas, que se utiliza do conceito de árvores binomiais, comprova que a flexibilidade na escolha entre diferentes insumos de processo (etanol ou metanol) tem valor estratégico. Os resultados encontrados demonstraram que investir na solução tecnológica flexível incrementa o valor total do projeto, justificando assim o investimento superior em tal unidade.

Palavras Chave: Opções Reais, Biocombustíveis, Planta de Biodiesel, Árvore Binomial, Modelo Geral de Flexibilidade Operacional sem Custos de Troca.

ABSTRACT

Argentina, which already plays an important role in the international soy market, will likely advance further and become an important global player in the biodiesel industry. Export potential is boosted by developed countries mandates to increase biofuels market share in their road transport energy matrix. The objective of this document is to evaluate a 100.000 ton/year biodiesel integrated plant investment in Rosario Port in Argentina, using both the traditional discounted cash flow method as well as real options approach. The General Model of Flexibility without Switching Costs, using binomial trees, will demonstrate the strategic value of process flexibility, through which different types of feedstock (ethanol or methanol) could be used, depending on the market price conditions. Results demonstrate that the flexible unit increases project total value, justifying the incremental investment required by the particular unit.

Key Words: Real Options, Biofuels, Biodiesel Plant, Binomial Tree, General Model of Operational Flexibility without Switching Costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Histórico dos Preços Nominais do Petróleo, WTI (USD/bbl), 1976 – 2007	10
Figura 2 – Processo de Obtenção do Biodiesel pela Reação de Transesterificação.....	14
Figura 3 – Demanda Mundial de Combustíveis no Setor de Transportes Automotivo em 2005.	15
Figura 4 – Produção de Biocombustíveis em 2005 – Total 20 Mt.	16
Figura 5 – Programas de Utilização de Misturas de Etanol ao Combustível Convencional no Mundo.....	18
Figura 6 – Programas de Utilização de Biodiesel no Mundo.....	18
Figura 7 – Produção Mundial de Biodiesel, Mt.	21
Figura 8 – Marcos Regulatórios para o Programa Brasileiro de Biodiesel.	24
Figura 9 – Evolução da Produção de Soja na Argentina.	25
Figura 10 – Vendas de Diesel na Argentina.	28
Figura 11 – Importações e Exportações de Diesel na Argentina.....	29
Figura 12 – Produção Argentina de Biodiesel – milhões de litros.	30
Figura 13 – Distribuição Geográfica da Capacidade de Produção de Biodiesel na Argentina.	31
Figura 14 – Principais Cidades ao longo do Rio Paraná e Região de Produção de Soja em Santa Fé.	32
Figura 15 – Área de Rosario.....	34
Figura 16 – Localização para a Planta de Biodiesel em TPR.....	36
Figura 17 – Localização para a Planta de Biodiesel em TPR.....	36
Figura 18 – Estratégia de Gestão da Cadeia de Produção.	37
Figura 19 – Benefícios da Integração.	38
Figura 20 – Preços da Soja e seus Produtos na Bolsa de Chicago, Janeiro de 2001 a Outubro de 2007.	43
Figura 21 – Preços da Soja e seus Produtos no Mercado Argentino.....	45
Figura 22 – Histórico de Preços do Etanol Anidro no Estado de São Paulo, Janeiro 200 a Março 2008.....	50
Figura 23 – Sensibilidade do VPL a Mudanças nos Valores das Variáveis.....	59
Figura 24 – Sensibilidade do VPL a Diferentes Taxas de Desconto.....	60
Figura 25 – Quando a Flexibilidade Gerencial é Valiosa.....	63
Figura 26 – Modelagem de Opções Reais com Dividendos.....	65
Figura 27 – Regressão dos Preços do Metanol.....	72
Figura 28 – Regressão dos Preços do Etanol.....	72
Figura 29 – Árvore Binomial do Valor do Projeto com Metanol.....	75
Figura 30 – Árvore Binomial do Valor do Projeto com Etanol.....	75
Figura 31 – Árvore da Flexibilidade de Modo Operacional.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção Européia de Biodiesel em 2006 – Mil Toneladas.....	19
Tabela 2 – Mercado de Soja na Argentina.	26
Tabela 3 – Plantas de Biodiesel na Argentina.	33
Tabela 4 – Investimentos em USD milhão.....	42
Tabela 5 – Itens de Custo/Receitas de Produção de Biodiesel, Produtos (USD/t).....	47
Tabela 6 – Custos Variáveis da Produção de Biodiesel (USD/t).	48
Tabela 7 – Demonstrativo Financeiro do Projeto.....	58
Tabela 8 – Parâmetros da Modelagem de Reversão à Média dos Preços do Etanol e Metanol.	71
Tabela 9 – Parâmetros para a Modelagem das Árvores Binomiais dos Projetos com Etanol e Metanol.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS

AR	Pesos Argentinos
bbl	Barris de Petróleo
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CEL-COPPEAD	Centro de Estudos Logísticos da Escola de Negócios da UFRJ
CPI	<i>Consumer Price Index</i>
EUA	Estados Unidos da América
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
ha	Hectare
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IFQC	<i>International Fuel Quality Center</i>
MME	Ministério das Minas e Energia
Mt	Milhões de toneladas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
t	Toneladas
UE	União Européia
USD	<i>United States Dollar</i>
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>
WTI	<i>West Texas Intermediate</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	MERCADO DE BIODIESEL	13
2.1	o BIODIESEL	13
2.2	PANORAMA DO MERCADO MUNDIAL DE BIODIESEL	15
2.2.1	<i>Panorama Global</i>	<i>15</i>
2.2.2	<i>Panorama Brasileiro</i>	<i>23</i>
2.3	PANORAMA DO MERCADO ARGENTINO DE BIODIESEL.....	25
3	DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO	34
3.1	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO	34
3.2	MODELO DE NEGÓCIOS.....	36
3.3	PRODUTOS GERADOS	39
3.4	INVESTIMENTOS	40
3.5	RECEITAS OPERACIONAIS	42
3.6	CUSTOS OPERACIONAIS.....	47
3.7	ASPECTOS FISCAIS	50
3.8	ANÁLISE DE RISCO DO PROJETO.....	50
4	MODELAGEM E RESULTADOS	54
4.1	AValiação TRADICIONAL – VPL	54
4.1.1	<i>Cálculo do Custo de Capital - k_e</i>	<i>56</i>
4.1.2	<i>Resultados.....</i>	<i>58</i>
4.1.3	<i>Críticas ao Modelo.....</i>	<i>60</i>
4.2	AValiação POR OPÇÕES REAIS	62
4.2.1	<i>Flexibilidade Operacional.....</i>	<i>65</i>
4.2.2	<i>Modelagem e Resultados</i>	<i>69</i>
4.2.3	<i>Críticas ao Modelo</i>	<i>77</i>
5	CONCLUSÃO	79
5.1	OBJETIVO.....	79
5.2	MÉTODOS E RESULTADOS.....	80
5.3	LIMITAÇÕES.....	81
5.4	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	83
5.5	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	APÊNDICE A (PREMISSAS PARA ANÁLISE FINANCEIRA DO PROJETO)	89
	APÊNDICE B (RESULTADOS DAS REGRESSÕES PARA OS PREÇOS DO ETANOL E METANOL)	91
	APÊNDICE C (RESUMO DOS PARÂMETROS DO PROCESSO DE REVERSÃO À MÉDIA)	92

1 INTRODUÇÃO

A idéia de se utilizar óleos vegetais como combustível é tão antiga quanto o próprio motor a diesel. Rudolph Diesel, o inventor do motor que leva seu nome, realizou diversos experimentos com combustíveis alternativos; de carvão pulverizado a óleo de amendoim. Diesel recebeu a patente por sua criação em 1893 e esta veio a tornar-se operacional em 1897. Hoje, tais motores são classificados como motores de compressão por ignição, em oposição aos motores de ciclo Otto (compressão por centelha) que utilizam gasolina como energético. No início do século 20, os motores a diesel foram adaptados para queimar destilados de petróleo, que eram baratos e abundantes na época.

No final do século, no entanto, o custo dos destilados aumentou substancialmente, seguindo sua matéria-prima, e a partir de 1970 surgiu novamente o interesse pelo biodiesel¹. A produção em escala comercial começou na década de 1990.

¹ Biodiesel é um substituto natural para o óleo diesel produzido a partir de fontes renováveis tais como óleos vegetais (soja, canola ou colza, dendê, mamona dentre outros), gorduras animais, óleo de cozinha, resíduos industriais gordurosos e até mesmo algas. Pode ser utilizado em misturas com diesel, como por exemplo, adição de 2% de biodiesel (B2) ou substituí-lo totalmente (100% - B100).

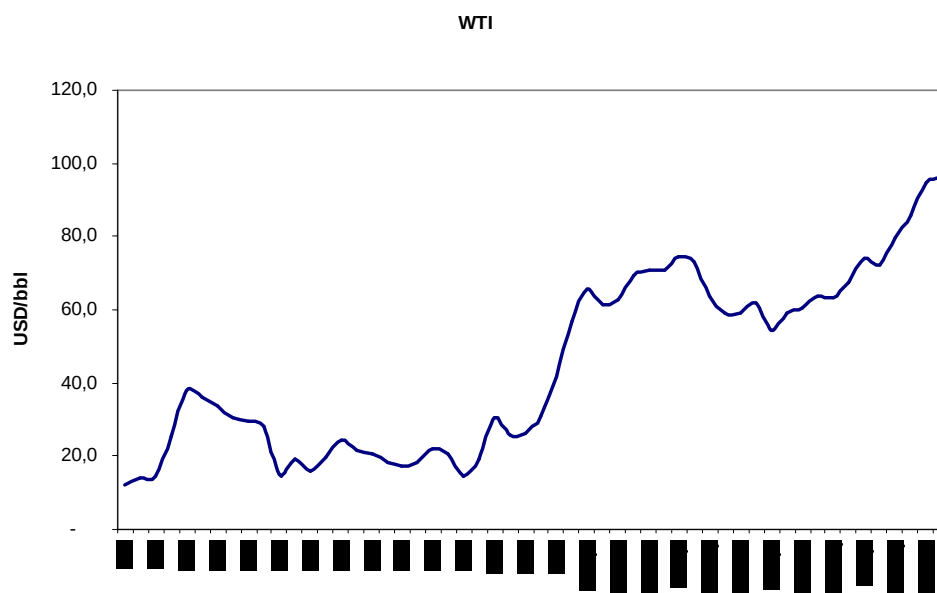


Figura 1 - Histórico dos Preços Nominais do Petróleo, WTI (USD/bbl), 1976 – 2007

Fonte: BP Statistics, EIA.

Em adição à escalada do preço do petróleo, ilustrada pela Figura 1, aumentaram também as preocupações com segurança energética nos principais países/regiões importadores (Estados Unidos, Europa e Japão), uma vez que as reservas de petróleo novas e remanescentes concentram-se em regiões que impõe difíceis condições comerciais à sua exploração por tais países. As grandes multinacionais de petróleo, oriundas das regiões acima citadas, têm acesso cada vez mais reduzido a tais reservas e questões de natureza geopolítica constantemente interferem na atividade de petróleo e gás.

Em consequência, os chamados países desenvolvidos inseriram em suas agendas políticas os biocombustíveis, criando mandatos de utilização mais agressivos, como forma de diversificar sua matriz energética, reduzindo a forte dependência do petróleo oriundo de poucos fornecedores. Preocupações crescentes com as emissões causadas pelos derivados de petróleo contribuíram para fortalecer o interesse por combustíveis alternativos, produzidos de forma

sustentável e renovável. Notadamente, o etanol e o biodiesel são os biocombustíveis mais expressivos no mercado mundial.

Por diversos motivos, sendo um dos principais a disponibilidade de área para plantio que não concorra com produção de alimentos, dificilmente tais países conseguirão atingir suas metas de utilização de renováveis apenas com produção doméstica. Neste contexto, a América Latina, com sua abundância de matérias-primas, de área para plantio e clima favorável, surge como potencial produtor e exportador de tais produtos. Diferente do etanol, cuja produção e uso possuem experiência comprovada no Brasil, o biodiesel ainda é incipiente na região. No entanto, com a abundância de soja, o cenário é extremamente favorável ao seu desenvolvimento e crescimento, em especial no Brasil e Argentina.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a economicidade uma planta de biodiesel a ser construída na Argentina pela metodologia tradicional de avaliação de investimentos (fluxo de caixa descontado) e por técnicas de opções reais, em especial buscando precificar a flexibilidade de operação do projeto. O processo produtivo do biodiesel requer a adição de álcool, que pode ser metanol ou etanol. Enquanto a forma tradicional de avaliação pelo fluxo de caixa descontado aponta para construção da planta com base no metanol, pois o VPL deste é positivo (USD 2,3 milhões) versus o VPL negativo para o projeto que utiliza etanol (-USD 8,3 milhões), uma análise mais robusta, onde as incertezas nos preços futuros são consideradas, demonstra que construir a planta incorporando a flexibilidade na utilização do insumo é mais vantajoso.

A adequação das técnicas de opções reais para a avaliação deste projeto é muito grande. Incertezas e flexibilidade são conceitos inerentes a um projeto de investimento industrial cujas matérias-primas são *commodities*. A avaliação de tais projetos é particularmente difícil, dada

a alta volatilidade dos preços das matérias-primas e produtos. Há ainda que se considerar a natureza irreversível dos mesmos, dado o grande aporte de capital que requerem. Finalmente, estão presentes diversas flexibilidades como construção modular, oportunidade de expansão futura e possibilidade de uso de insumos alternativos no processo produtivo. É hoje consenso que as análises econômicas convencionais, baseadas nos métodos de fluxo de caixa descontado, não conseguem capturar os aspectos estratégicos dos projetos, em especial por ignorar as flexibilidades operacionais. Sendo assim, o projeto de construção de planta de biodiesel é um forte candidato a ser avaliado por técnicas de opções reais, que permitem que tais flexibilidades sejam devidamente precificadas. Os resultados encontrados demonstraram que o método de opções reais utilizado é adequado para avaliar o projeto em questão, mostrando que investir na solução tecnológica flexível adiciona USD 3,45 milhões ao valor presente do projeto, que, deduzido o valor do diferencial de investimento, passa a possuir um VPL expandido de USD 5,33 milhões, justificando assim o investimento superior em tal unidade.

O restante do trabalho está estruturado da seguinte forma. O capítulo 2 apresenta o panorama sobre os mercados mundial e argentino de biodiesel, com ênfase neste último, evidenciando a atratividade do país para investimentos nesta área. O capítulo 3 detalha o projeto proposto, suas características, investimentos necessários, custos e receitas esperadas. É também feita uma breve análise dos riscos envolvidos, demonstrados os fatores críticos para o sucesso, bem como as premissas que serão utilizadas posteriormente nas análises econômicas. O capítulo 4 descreve as metodologias utilizadas para a avaliação pelos diferentes métodos (fluxo de caixa descontado e opções reais) e apresenta os resultados. Finalmente, o capítulo 5 apresenta as principais conclusões do estudo e sugestões de pesquisa futura.

2 MERCADO DE BIODIESEL

2.1 O BIODIESEL

O biodiesel pode ser produzido por diversos processos. O método mais comum de produção é reagir gordura animal ou óleo vegetal com metanol na presença de um catalisador (hidróxido de sódio, uma base conhecida como soda cáustica, ou hidróxido de potássio)², como pode ser observado na Figura 2. Etanol pode ser usado em substituição ao metanol, porém metanol é em geral preferido por ser mais barato e reagir de forma mais eficiente. Os processos de separação e purificação ao final da reação também são mais fáceis, reduzindo os custos de produção e investimentos. No entanto, em especial quando existe facilidade em obter ambos os produtos, pode ser de interesse do produtor construir uma unidade que permita a utilização de ambos os insumos.

² A reação química geral para trabalhar com os dois tipos de álcool é a que se segue: Óleo (1,00 t) + álcool (0,15 t) = biodiesel (1,05 t) + glicerina (0,10 t).

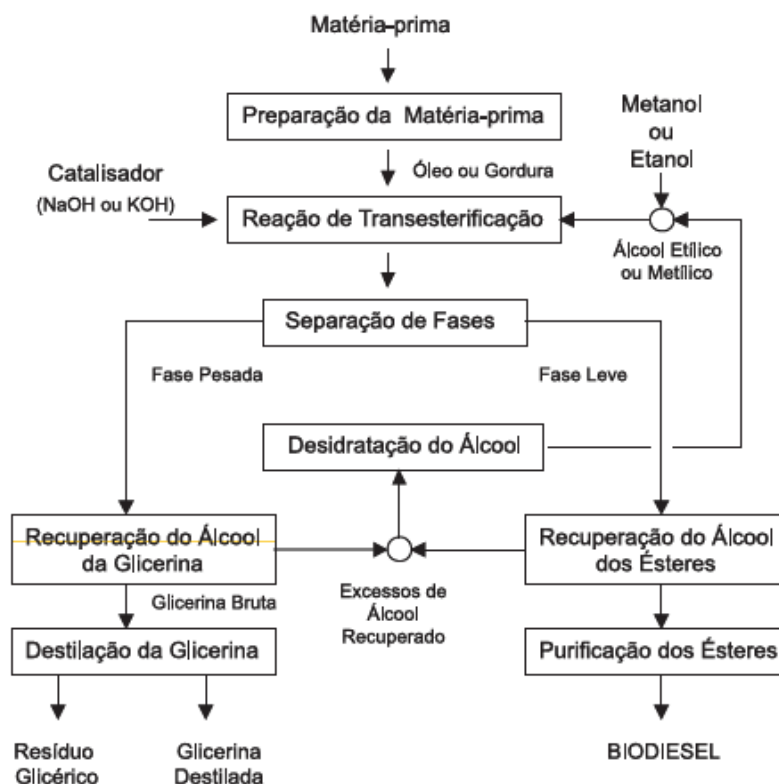


Figura 2 – Processo de Obtenção do Biodiesel pela Reação de Transesterificação.

Fonte: MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

As fontes mais comuns de óleo para produção de biodiesel são óleo de soja, de canola e de palma (dendê). Em menor escala, são utilizadas gorduras recicladas de restaurantes e outros óleos alimentícios. No setor de transporte, pode ser utilizado em misturas³ ou na sua forma pura. Também pode ser usado como combustível de calefação.

Existem vários benefícios que estimulam sua utilização. Dentre os benefícios ambientais, destacam-se a redução das emissões de gases geradores do efeito estufa e ausência de compostos poluentes como enxofre e aromáticos. Vários indicadores demonstram também que as misturas de biodiesel possuem desempenho superior ao diesel puro em motores.

³ As misturas de biodiesel e diesel de petróleo são designadas pela letra “B”, seguida pelo percentual volumétrico de biodiesel na mistura: B20, mistura que contém 20% de biodiesel e 80% de diesel; B100 que é biodiesel puro.

Finalmente, do ponto de vista estratégico garante relativa independência dos combustíveis fósseis.

No entanto, seu custo de produção é em geral elevado e disponibilidade restrita de matérias primas para sua produção ainda limitam sua aplicação comercial em grande escala.

2.2 PANORAMA DO MERCADO MUNDIAL DE BIODIESEL

2.2.1 Panorama Global

Os renováveis ainda respondem por apenas 8% da energia comercializada mundialmente. O setor de transportes automotivos é o que oferece maiores oportunidades para expansão dos biocombustíveis, em substituição aos combustíveis fósseis, que ocupam incontestavelmente a primeira posição entre as fontes disponíveis para esse setor, com 98%. Biodiesel e etanol, as duas formas mais tradicionais de biocombustíveis, contribuem com apenas 1% da demanda total de combustíveis do setor de transportes hoje em dia, como ilustrado na Figura 3 abaixo.

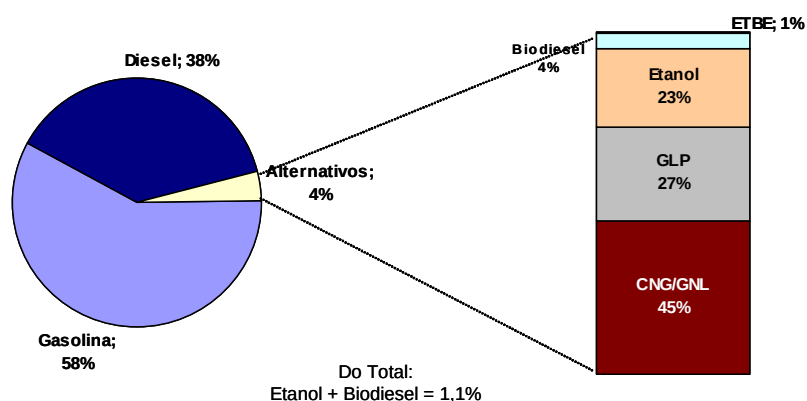


Figura 3 – Demanda Mundial de Combustíveis no Setor de Transportes Automotivo em 2005.

Fonte: Hart's World Refining and Fuels Service 2006.

A produção global de biocombustíveis é ainda pequena, estimada em aproximadamente 20 milhões de toneladas (Mt) por ano. Também é concentrada em poucos países, marcadamente

nos Estados Unidos e no Brasil, que juntos produzem aproximadamente 75% da produção mundial de etanol, e na União Européia (UE)⁴ atualmente a maior produtora de biodiesel (87% da produção mundial). A contribuição de cada país/região para a produção de biocombustíveis está ilustrada na Figura 4.

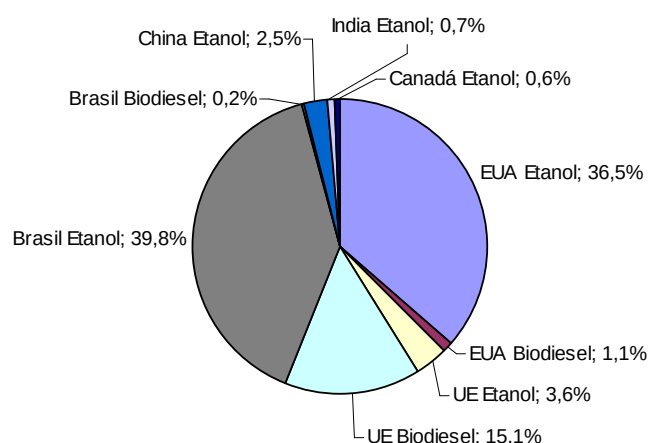


Figura 4 – Produção de Biocombustíveis em 2005 – Total 20 Mt.

Fonte: F.O.Licht, European Bioethanol Fuel Association (eBio); Construção: Saraceni.

A IEA⁵ estima um aumento anual de 6,3% na produção dos biocombustíveis até 2030, que poderia chegar a 8,3% na previsão em um cenário alternativo, onde políticas de mistura e de incentivo à produção seriam prioridade nos países. No cenário-base, a produção mundial atingiria 42 Mt em 2010, 54 Mt em 2015 e 92 Mt em 2030, quando então este energético corresponderia a 4% da demanda de combustíveis no transporte rodoviário. Em ambos os cenários projetados, o mercado norte-americano continuaria sendo o maior do mundo e também o que apresenta maior crescimento, seguido pelo mercado europeu, que ultrapassa o Brasil como segundo maior consumidor de biocombustíveis. Uso e produção em outras regiões do mundo permanecem modestos, com a Malásia potencialmente despontando como

⁴ UE significa os 25 membros da União Européia.

⁵ “World Energy Outlook”, 2006.

importante produtor asiático, com produção baseada no óleo de palma, e China, Índia e Japão com crescimento substancial no consumo.

A insegurança quanto à disponibilidade energética a preços acessíveis no futuro está levando a Europa e os Estados Unidos a incluírem os biocombustíveis em suas agendas política e regulatória, como forma de reduzir a dependência do petróleo, garantindo segurança energética e diversificação de combustíveis e fornecedores, conforme demonstram as Figuras 5 e 6. Em adição, reconhecendo as severas consequências ambientais que a manutenção da crescente trajetória das emissões dos gases geradores do efeito estufa traria, as economias líderes estão considerando políticas e medidas práticas para reduzir as emissões e aumentar o uso de combustíveis alternativos menos nocivos à atmosfera.

Os países da União Européia definiram uma meta de expansão do uso dos biocombustíveis no mercado dos atuais 2% para 5,75% até 2010 e as expectativas são da introdução de um mínimo percentual obrigatório de 10% até 2020⁶. Em paralelo, várias outras iniciativas estão em curso nos principais países europeus para reduzir a dependência do petróleo, que incluem impostos mais pesados sobre a gasolina, padrões mais severos de qualidade dos combustíveis e pesados subsídios agrícolas para a produção de biodiesel.

O atual governo norte-americano anunciou em 2007 o objetivo de reduzir o consumo de gasolina em 20% até 2017, substituindo-a por combustíveis alternativos. Os produtores locais de etanol também desfrutam de proteções comerciais através de subsídios à produção (0,51 USD por galão) e imposto de importação (0,54 USD por galão). Para o biodiesel, não existem estas tarifas.

⁶ IEA.

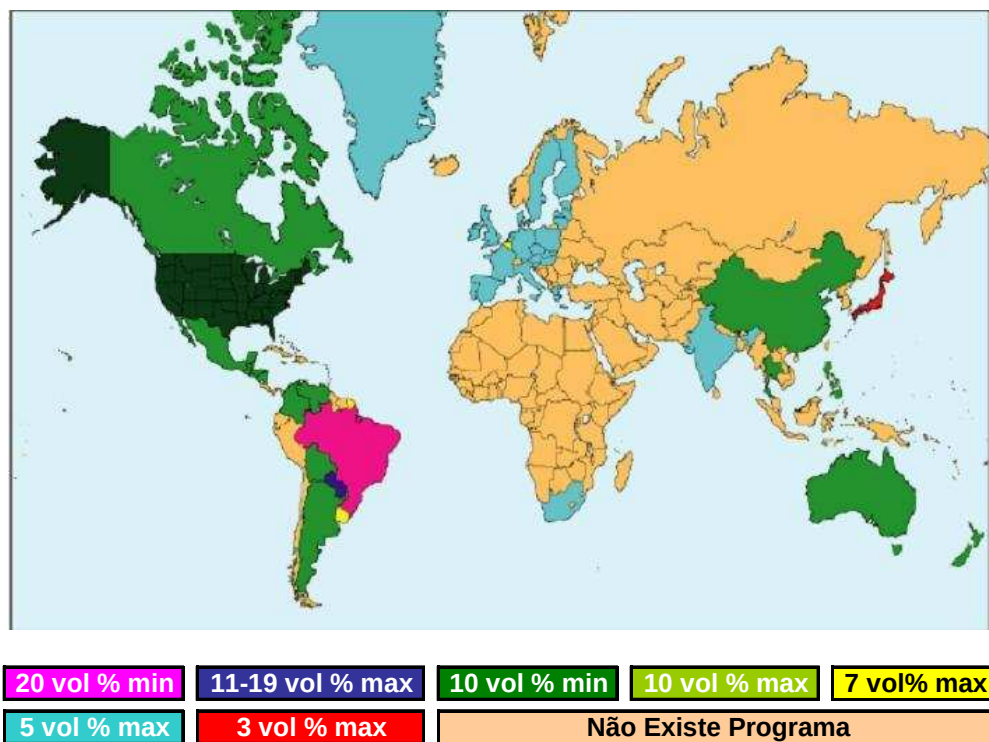


Figura 5 – Programas de Utilização de Misturas de Etanol ao Combustível Convencional no Mundo.

Fonte: IFQC, 2006.

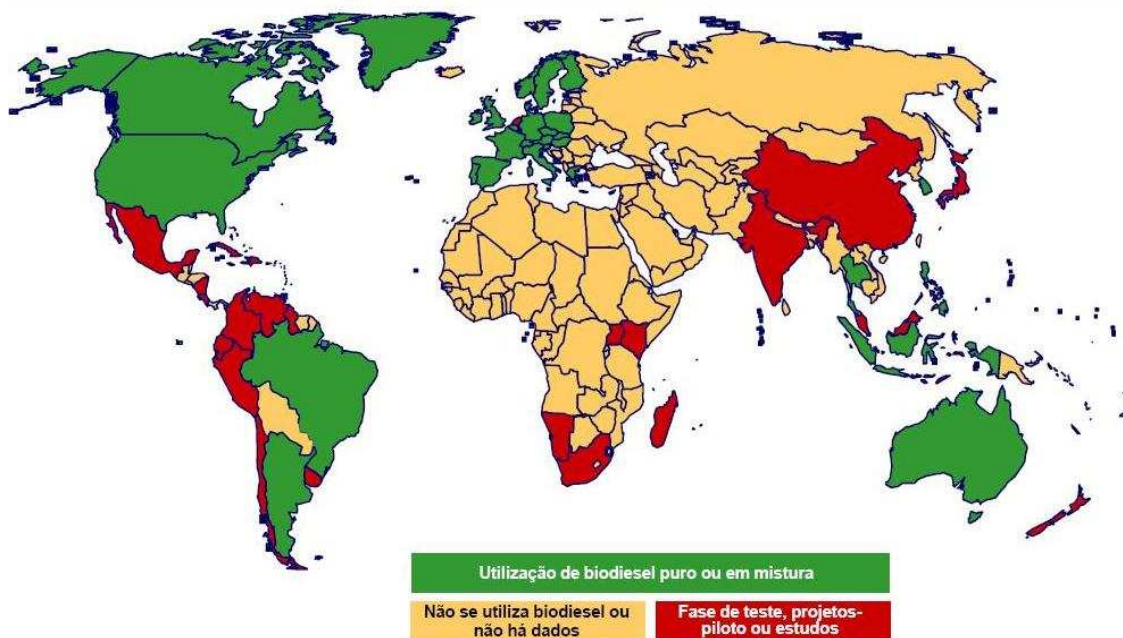


Figura 6 – Programas de Utilização de Biodiesel no Mundo.

Fonte: IFQC, 2006.

A produção mundial de biodiesel vem crescendo rapidamente; com apenas 2,6 milhões de toneladas produzidas em 2005⁷, em 2007 foram produzidas 8,5 milhões de toneladas⁸. A produção e o consumo do biodiesel são fortemente concentrados na União Européia, onde é produzido com sementes oleaginosas, como a colza. A Alemanha e França são os principais produtores. Em outras partes do mundo, a produção utiliza matéria-prima de mais fácil acesso para cada região.

O biodiesel perfaz 84% de todos os biocombustíveis produzidos na União Européia conforme dados de 2006. Somente a Alemanha foi responsável por 62% de todo biodiesel europeu na mesma época, com o restante vindo da França, Itália e Reino Unido, como pode ser observado na Tabela 1. O uso do biodiesel varia consideravelmente entre os países europeus; na Alemanha grande parte do combustível é vendido em sua forma pura (B100), na França é exclusivamente utilizado na mistura de 5% (B5), já na Itália é utilizado como combustível para aquecimento e na mistura B5.

País	Produção Total
Alemanha	2.662
França	743
Itália	447
Reino Unido	192
Austria	123
Polônia	116
Rep. Tcheca	107
Espanha	99
Portugal	91
Outros	310
Total	4.890

Tabela 1 – Produção Européia de Biodiesel em 2006 – Mil Toneladas.

Fonte: European Biodiesel Board; Construção: Saraceni.

⁷ Credit Suisse Research.

⁸ F.O.Licht.

Em 2003, a UE promulgou a chamada “*Biofuels Directive*”, onde afirma que todos os países membros deveriam, até 2010, ter 5,75% de todo conteúdo energético do petróleo e diesel utilizados para transportes originados de recursos renováveis. Apesar da UE ser a maior produtora de biodiesel, é muito difícil que ela consiga atingir esta meta sem uma forte participação de importações, principalmente por causa de restrições territoriais de áreas cultiváveis e devido aos custos crescentes que uma produção nesta escala traria. Além da meta estabelecida, os países membros contam com políticas de tributação de forma a incentivar a produção e comercialização

Os EUA também produzem biodiesel a partir de grãos de soja e colza. Apesar de ser pouco significativo frente ao etanol, sua produção também apresenta grande potencial de crescimento, como indica a quantidade de novas plantas de produção de biodiesel em projeto. Atualmente o país conta com 148 plantas instaladas e existem 101 projetos para novas unidades com previsão de instalação nos próximos anos⁹.

Os países emergentes asiáticos também desenvolvem programas de incentivo à produção e ao consumo. A Malásia atualmente lidera a produção na região, produzindo basicamente biodiesel a partir da palma, devido às suas já relevantes plantações. Sua produção é destinada para suprir as necessidades locais e para exportações para a região, principalmente para a China.

A Índia vem desenvolvendo um programa de biodiesel, avaliado em USD 300 milhões, com o objetivo de reduzir a dependência do petróleo, além de incentivar a agricultura familiar. No curto prazo, os indianos preparam-se para utilizar a mistura obrigatória de 5%, com planos de evoluir até 20% em 2020.

⁹ CEL – COPPEAD.

A tendência é que a demanda global de biodiesel siga uma trajetória ascendente, crescendo das 8,5 Mt em 2007 para 16,7 Mt em 2010, como pode ser visto na Figura 7 que segue.

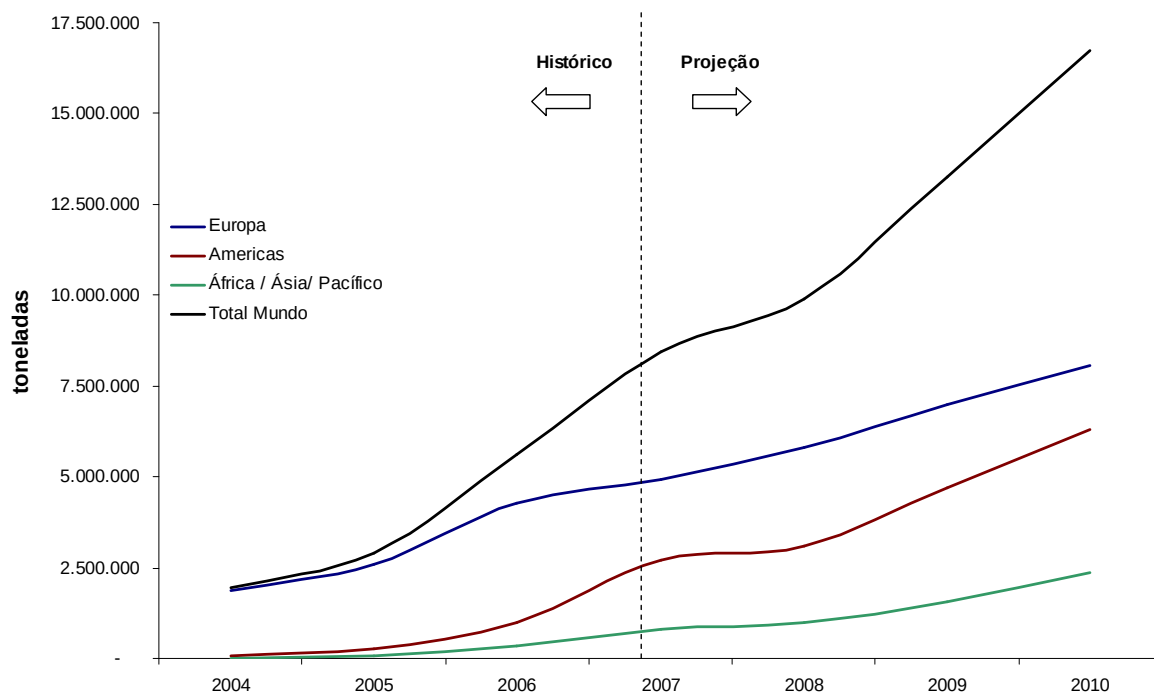


Figura 7 – Produção Mundial de Biodiesel, Mt.

Fonte: FO Licht.

A produção em larga escala de biocombustíveis possui importantes desafios a serem superados. Em primeiro lugar, a necessidade crescente de área cultivada impõe uma forte controvérsia relacionada ao combustível versus comida, em especial nos países europeus. Em adição, o uso de fertilizantes e pesticidas pode cancelar parte significativa do benefício da redução de emissões de CO₂ advinda do setor de transportes. Sem falar nas questões relacionadas à disponibilidade de água e redução da biodiversidade devido ao desmatamento. Análise feita pelo Fundo Monetário Internacional (FMI)¹⁰ no início de 2008 já apontava para preocupações quanto a uma potencial pressão nos preços dos alimentos, em particular sobre o milho, trigo e óleos comestíveis, o que se tornou evidente no decorrer do ano. Para que os

¹⁰ “World Economic Outlook”, Abril de 2007.

Estados Unidos e Europa atinjam suas metas de uso de biocombustíveis estabelecidas para 2017 e 2020 respectivamente, estima-se que os EUA deverão ter que aumentar a produção de milho em 30% e a UE teria que dedicar 18% de suas terras cultiváveis para a produção de biocombustíveis. Parece pouco provável que possam atingir seus objetivos calcados apenas na produção interna.

Os elevados preços do petróleo tornaram os biocombustíveis mais competitivos, mas reduções adicionais de custos são necessárias para que eles possam competir efetivamente com os derivados do petróleo sem subsídios em uma perspectiva global. As tecnologias de produção de etanol especificamente chamadas de “segunda geração”, tais como os processos enzimáticos a partir de uma vasta gama de rejeitos/biomassa celulósicos, seriam a solução para grande parte das dificuldades apontadas. No entanto, ainda não são comercialmente viáveis, requerendo investimentos adicionais em pesquisa e desenvolvimento de forma a melhorar sua competitividade.

Combinado com a demanda crescente por estes combustíveis, este cenário coloca o Brasil, no caso da produção de etanol combustível, e a Argentina, no caso da produção de biodiesel, em posições comerciais muito atrativas como fornecedores globais, devido ao baixo custo de produção (terra e mão de obra), clima favorável e abundância de terra para cultivo das matérias primas. Ainda que seja pouco provável que as economias dominantes pretendam substituir sua dependência do petróleo/Oriente Médio por outro produto/região, existem oportunidades concretas a serem exploradas pelo Brasil e Argentina na esfera global dos biocombustíveis, em especial, no etanol e biodiesel respectivamente.

2.2.2 Panorama Brasileiro

O mercado de biocombustíveis no Brasil ganhou forte impulso com a introdução dos carros com motores chamados *flex fuel* (Flex Fuel Vehicle – FFV). Por permitirem ao automóvel funcionar com qualquer combinação de etanol e gasolina, proporcionam redução de custos e flexibilidade na escolha do combustível, protegendo os consumidores de alguma eventual escassez do etanol. Desde então, a produção e demanda interna por etanol voltaram a crescer rapidamente, impulsionados pelo amadurecimento da indústria, pela retomada na confiança por parte dos consumidores nacionais e pelo potencial de exportação.

O biodiesel, apesar de se encontrar ainda em uma escala menor de produção, despertou atenção especial por parte do Governo Federal. Em 2004, o Governo Brasileiro lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), iniciativa motivada por questões econômicas (redução da dependência do petróleo, oportunidades de exportação, desenvolvimento tecnológico), ambientais (fonte renovável de energia, redução da emissão de gases geradores do efeito estufa) e sociais (desenvolvimento da agricultura familiar, redução de desigualdades regionais, fixação do homem no campo). A regulação foi introduzida com a Lei 11.097/2005, que estabelece o percentual mínimo de adição do biodiesel ao diesel e monitora a introdução deste novo combustível no mercado. Ela define como mandatória a mistura em 2% em 2008 e 5% a partir de 2013, conforme Figura 8. Em julho de 2008, foi introduzido o percentual de 3% de utilização.

Os produtores de biodiesel contam ainda com incentivos, na forma de abatimento de tributos, para adquirirem a matéria-prima de pequenos produtores, de forma a fomentar a agricultura familiar.



Figura 8 – Marcos Regulatórios para o Programa Brasileiro de Biodiesel.

Fonte: MME.

Serão demandados cerca de 850 mil m³ por ano de biodiesel com a introdução da obrigatoriedade em 2008. Até 2012, a depender da taxa de crescimento do mercado do diesel, a demanda por biodiesel pode chegar a 1 bilhão de litros e estima-se que serão necessários cerca de 2,5 bilhões de litros por ano em 2013 quando os 5% forem mandatórios.

É importante observar que existem significativos desafios para o desenvolvimento de um mercado maduro de biodiesel no Brasil. É de fundamental importância para o sucesso do programa que exista confiança no abastecimento por parte dos consumidores (intermediários e finais) e preços competitivos. Ainda não está comprovada a sustentabilidade da produção brasileira, grande parte baseada em óleo de soja ou outros óleos comestíveis de alto valor no mercado internacional. Com cadeias produtivas não integradas, os produtores paralisam a produção sempre que há uma alta demasiada nos preços internacionais de seus insumos, dado que os preços do produto final foram previamente estabelecidos nos leilões de oferta de produto ao mercado. Este modelo não é sustentável no longo prazo e pode levar o Governo a apoiar a concentração de mercado em poucos agentes dominantes, o que criará forte barreira de entrada aos novos investidores.

Este cenário não se observa na Argentina, onde os investimentos privados são crescentes neste segmento.

2.3 PANORAMA DO MERCADO ARGENTINO DE BIODIESEL

A produção argentina de grãos situa-se ao redor de 97,7 milhões de toneladas por ano, das quais a produção de soja foi de 47,5 milhões de toneladas em 2006/07 e estimam-se 48,5 milhões de toneladas para 2007/08 (ver Figura 9). Nas últimas cinco safras a produção de soja apresentou uma taxa de crescimento de 40% e nos últimos dez anos cresceu 160%. A Argentina é o terceiro maior produtor mundial de soja, após o Brasil (60,5 milhões de toneladas) e os Estados Unidos (~ 90 milhões de toneladas).

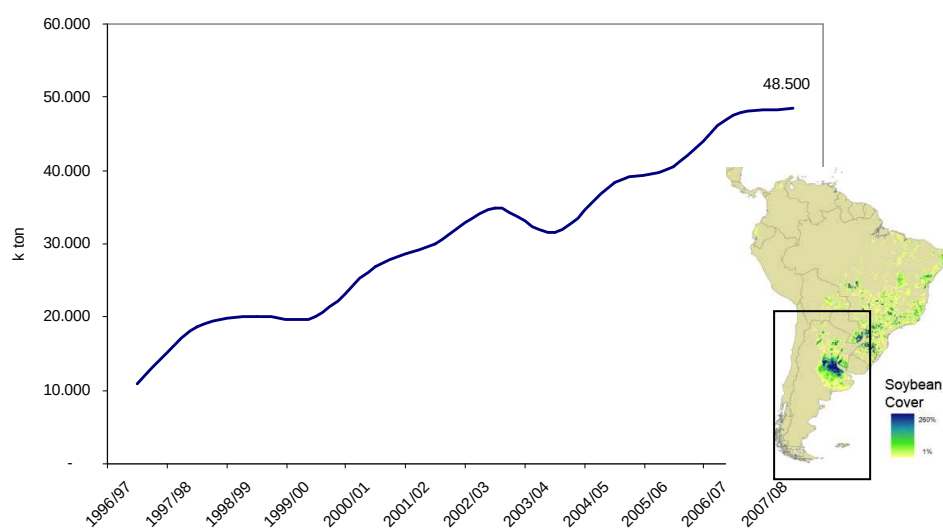


Figura 9 – Evolução da Produção de Soja na Argentina.

Fonte: Bolsa de Comercio de Rosario.

O mercado de exportação de soja é em torno de 11 milhões de toneladas por ano. Os aproximadamente 40 milhões restantes poderiam ser disponibilizados para produção de biodiesel. A capacidade de esmagamento de grãos (*“crushing”*) é de 50 milhões de toneladas, o que resulta em uma capacidade ociosa neste processo de 10 milhões de toneladas. A produção de óleo de soja é de 7,3 milhões de toneladas (2007/08). Os detalhes da produção de soja e seus derivados na Argentina encontram-se na Tabela 2 que segue.

Ano		2008	2007
Dados Gerais			
Área Plantada	(000 ha)	17.000	16.150
Área Colhida	(000 ha)	16.700	15.907
Rendimento	(kg/ha)	2.838	2.986
Grão de Soja (10³ ton)			
	Produção	48.500	47.500
	Importação	2.000	2.000
	Exportação	9.000	9.500
	Processamento	39.500	37.600
Oleo de Soja (10³ ton)			
	Produção	7.110	6.770
	Importação	-	-
	Exportação	6.800	6.500
	Demanda Doméstica	200	160
Proteína Animal (10³ ton)			
	Produção	31.200	29.700
	Importação	-	-
	Exportação	30.800	29.200
	Demanda Doméstica	350	340

Tabela 2 – Mercado de Soja na Argentina.

Fonte: Bolsa de Comercio de Rosario.

A produção de soja é concentrada nas vizinhanças da cidade de Rosário; num raio de 300 km encontram-se 50% a 60% da produção total do país. Ela é também pulverizada; existem cerca de 100 mil produtores, que vendem os grãos para *traders* multinacionais e/ou para grandes grupos nacionais, que por sua vez processam as sementes ou as comercializam diretamente no mercado internacional. Até mesmo os grandes grupos nacionais, com grande concentração de mercado, possuem limitada produção própria, adquirindo o produto de vários pequenos produtores.

O maior gargalo para o aumento da oferta está na originação¹¹ e no transporte do produto para os portos exportadores. Fertilizantes, majoritariamente importados, são objeto de oligopólios dos grandes produtores e *traders*. Soma-se a isso o fato da maior parte da logística interna ser baseada no modal rodoviário, cujos fretes variam de 3,41 USD/t (10 km) a 25,85 USD/t (400

¹¹ Nomenclatura comumente utilizada na indústria agrícola para se referir à primeira geração (produção, plantio) de um produto.

km) podendo chegar a 36,46 USD/t (600 km)¹². Estas elevadas tarifas impõem descontos significativos aos produtores mais longínquos para que o produto seja colocado no pólo de exportação de Rosário, que determina o preço. Transporte hidroviário é raramente utilizado, em grande parte devido ao pouco conhecimento logístico para explorar o modal aquaviário. Este poderia ser muito mais econômico, especialmente para distâncias superiores a 250 km. Para distâncias de 400 km, o frete por barça é estimado em 18 USD/t.

Os contratos de fornecimento são negociados diretamente entre as partes. A Bolsa de Comércio de Rosário (BCR) atua como piso de negócios, concentrador e divulgador de informações. A BCR também disponibiliza para a indústria uma Câmara Arbitral e laboratório para análises químicas. Os contratos também não são padronizados e cláusulas de volume e preço podem variar. A forma mais usual de pagamento é contra-entrega, mas existem também contratos futuros.

O Governo Argentino está criando fortes incentivos ao desenvolvimento de um mercado de biodiesel no país. Recentemente, o Governo aumentou os impostos de exportação de grãos (“retenções”) o que, indiretamente, favorece a produção local de biodiesel (seja para exportação ou mercado doméstico). A tarifa atual sobre a soja é de 35% e sobre o óleo de 32%, enquanto para o biodiesel é de apenas 5%.

Em 2007 foram exportadas 162 mil toneladas de biodiesel e este volume cresce rapidamente. De janeiro a julho de 2008, foram exportadas 240 mil toneladas do produto. A Europa é o principal destino final destas exportações (14%), ainda que quase a totalidade do volume siga via Estados Unidos (86%) para aproveitamento de benefícios fiscais.

¹² Tarifas rodoviárias para grãos válidas para 2007. Fonte: Trade Baires. Taxa de Câmbio: 3.12 AR/USD, média para o ano de 2007 de acordo com Banco Central da República Argentina.

Como já mencionado, a demanda européia para atender aos mandatos locais irá aumentar, criando sólidas oportunidades para os países exportadores.

Em adição, o Governo Argentino promulgou, no ano passado, a Lei 26.093/2006 que criou a obrigatoriedade de adicionar-se 5% de biodiesel no Mercado de diesel no país em 2010. A Lei também define os critérios a serem obedecidos para que possam ser auferidos benefícios fiscais aos investimentos e regula a produção, mistura e distribuição do produto.

O mercado de diesel na Argentina é de 13 milhões de m³ por ano e vem apresentado um forte crescimento nos últimos anos, atingindo a taxa de 7% em 2004 e 2005. As expectativas são para uma taxa de crescimento na demanda por este produto de 4,5% ao ano até 2010, resultando numa demanda de 15 milhões de m³, conforme Figura 10.

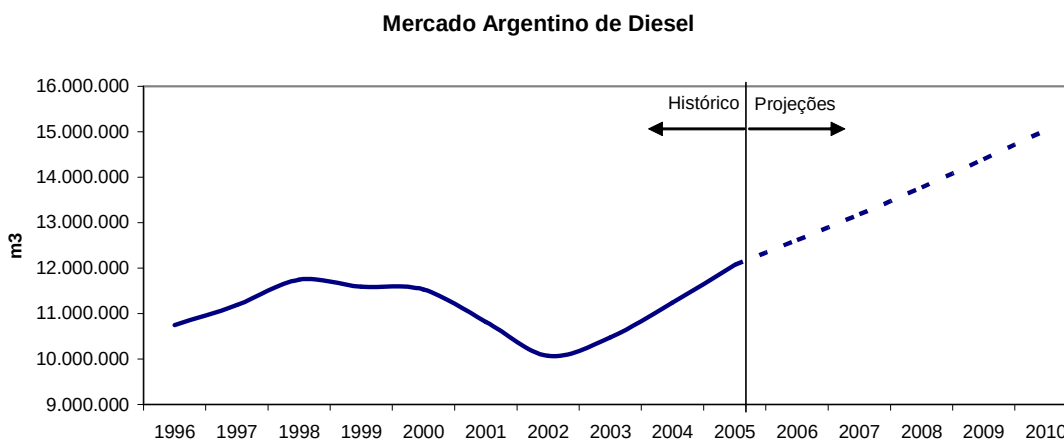


Figura 10 – Vendas de Diesel na Argentina.

Fonte: Secretaria de Energía de Argentina.

Esta forte demanda levou ao limite a capacidade de refino local, fazendo com que o país saia da confortável posição de exportador do produto para ocupar a de importador; em 2005 o volume importado foi de 690 mil m³, como pode ser observado na Figura 11. A situação vem se agravando devido à taxaço que o Governo impôs sobre as exportações de gasolina. Para

evitar excesso de oferta, dado que a produção deste produto é maior que a demanda local, os refinadores estão reduzindo a carga processada, de forma a gerar menos gasolina, o que está reduzindo ainda mais a produção de diesel. Este cenário está contribuindo para o aumento do consumo e preço do biodiesel no mercado doméstico, antes mesmo da entrada em vigor da obrigatoriedade legal.

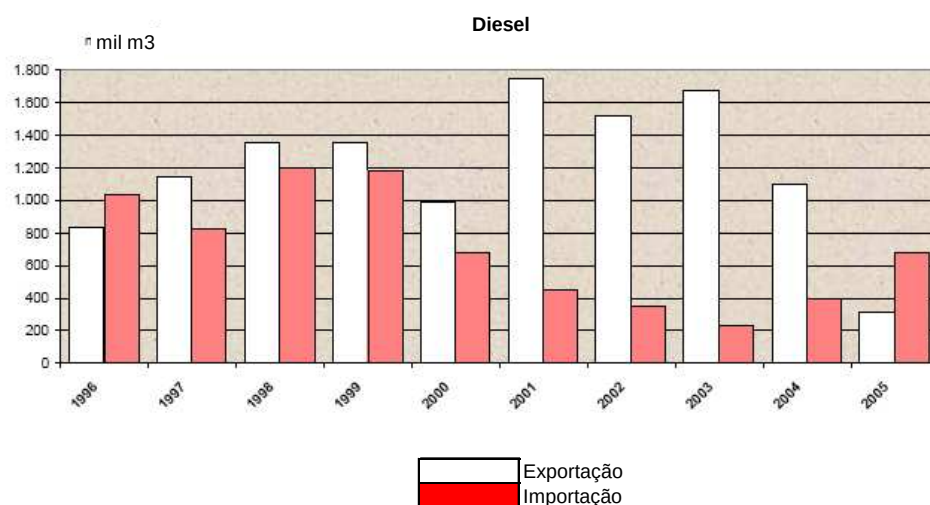


Figura 11 – Importações e Exportações de Diesel na Argentina.

Fonte: Secretaria de Energía de Argentina.

Se as previsões apontadas se materializarem, a meta legal de utilização do biodiesel criará um mercado cativo de 750 milhões de litros de biodiesel em 2010. Esta demanda pode ser ainda maior caso a falta de diesel se agrave no mercado.

A indústria de biodiesel na Argentina é relativamente nova, comparada a outros países; a produção em escala comercial começou em 2006. Não obstante, está experimentando um grande crescimento num curto período de tempo. Em 2007, a produção foi de 390.000 m³, um crescimento de 1.200% em relação aos 30.000 m³ produzidos em 2006. A produção em 2008 pode chegar aos 800.000 m³, o que já ultrapassaria a meta legal de 2010. Histórico e projeções para produção de biodiesel na Argentina estão ilustrados na Figura 12.

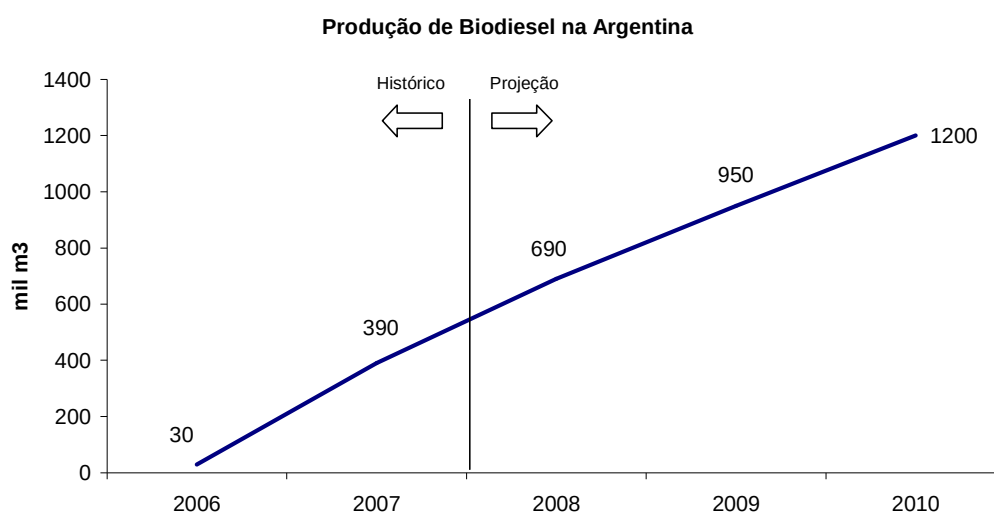


Figura 12 – Produção Argentina de Biodiesel – milhões de litros.

Fonte: Universidad de Buenos Aires.

A capacidade instalada de produção é de 745.156 m³¹³. Com vários projetos em análise e oito em construção, a mesma poderá atingir 2,3 bilhões de litros até 2010.

Existem basicamente duas estratégias de mercado adotadas pelos produtores. As pequenas e médias empresas produzem para consumo próprio, com pequenos volumes exportados. Já as grandes, em geral associações de produtores locais com *traders* multinacionais, concentram-se na exportação, objetivando o mercado europeu. Neste caso, a estratégia operacional baseia-se em aproveitar-se dos baixos custos de produção dos grãos (algumas companhias são importantes produtores locais, como Vincentín e Molinos), permitindo ganhos de escala e também garantias de fornecimento. Para que isso seja possível, a proximidade à produção é fator crucial. Por esta razão, os investimentos estão concentrados em duas províncias: Buenos Aires e Santa Fé, onde grande parte da plantação de soja está localizada, como pode ser observado na Figura 13.

¹³ Mapeamento ao final de 2007.

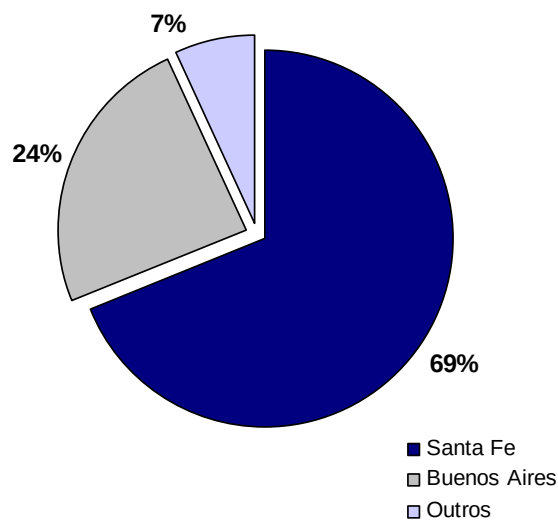


Figura 13 – Distribuição Geográfica da Capacidade de Produção de Biodiesel na Argentina.

Fonte: Universidad de Buenos Aires.

A provincial de Santa Fé tornou-se então o maior centro de produção de biodiesel, devido a sua privilegiada localização próxima às grandes produções e ao corredor de portos exportadores ao longo do Rio Paraná, onde as maiores plantas estão sendo construídas, em sua totalidade baseadas na soja como matéria prima.

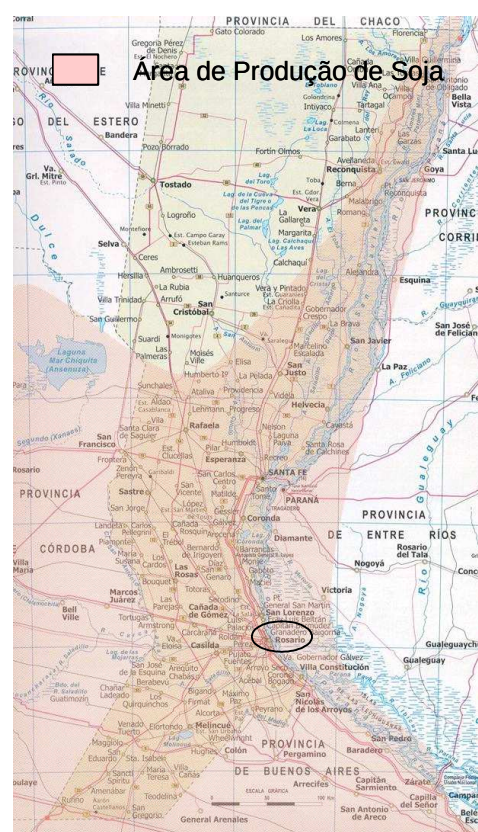


Figura 14 – Principais Cidades ao longo do Rio Paraná e Região de Produção de Soja em Santa Fé.

Fonte: Google Earth e SAGyP.

Produtores associados a grupos/*traders* globais estão investindo em grandes plantas de processo, principalmente no corredor San Lorenzo – Puerto San Martín.

A lista completa das plantas de biodiesel existente e em construção está na Tabela 3 a seguir.

	Capacidade de Produção (m³/ano)	Província
Plantas em Operação		
Vicentín-Glencore	260.000	Santa Fe
AGD-Bunge	230.000	Santa Fe
Vicentín	57.000	Buenos Aires
Soy Energy	32.400	Buenos Aires
Derivados San Luis	30.000	San Luis
Biodiesel S/A	30.000	Santa Fe
Cremer	20.000	
Advanced Organic Materials	15.800	Buenos Aires
Pitey	13.000	San Luis
Recomb	9.000	Santa Fe
Química Nova	9.000	Jujuy
Biofe	6.000	Santa Fe
Sojacor	3.000	Córdoba
Cooperativa de Agricultores do Sul	3.000	Córdoba
Fideicomiso Biodiesel Pilar	3.000	Córdoba
Molyagro	3.000	Córdoba
Alimentan	3.000	Córdoba
Agroindustria Lobulaye	3.000	Córdoba
Biodiesel Colazo	3.000	Córdoba
Establecimiento La Campiña	3.000	Córdoba
Bionerg/Don Mario	1.600	Buenos Aires
AFA	1.460	Santa Fe
Hector Bolzán	1.000	Entre Ríos
Dirección de Vialidad de la Provincia de Entre Ríos	1.000	Entre Ríos
Biocombustibles Tres Ayorros	1.000	Buenos Aires
Gaido	1.000	Córdoba
INTA	600	Mendoza
Biobrik	600	Misiones
Unidad Autónoma de Producción de Biodiesel	480	Entre Ríos
Nameco	120	Buenos Aires
Escola Agropecuária de Tres Arroyos	96	Buenos Aires
Total em Operação	745.156	m3/ano
Em Construção		
Dreyfus	340.000	Santa Fe
Oil Fox	275.000	Buenos Aires
Eunerkian	230.000	Santa Fe
Patagonia Bioenergía	230.000	Santa Fe
Greenlife	170.000	Buenos Aires
Explora	135.000	Santa Fe
Molinos Río de Plata	115.000	Santa Fe
Viluco	82.000	Santiago del Estero
Total em Construção	1.577.000	m3/ano
TOTAL GERAL	2.322.156	m3/ano

Tabela 3 – Plantas de Biodiesel na Argentina.

Fonte: Universidad de Buenos Aires.

Assim, o mercado argentino destaca-se como atrativo país para investimentos em plantas de biodiesel e, portanto, foi selecionado para receber investimento detalhado a seguir.

3 DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO

3.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O projeto consiste na construção de planta de produção de 100.000 t/ano de biodiesel, feito a partir de óleo de soja que também será produzindo no mesmo sistema industrial. A planta será localizada nas dependências do Terminal Puerto Rosario (TPR), uma privilegiada área na província de Santa Fé, na rota da soja Argentina, com fácil acesso ao mercado doméstico e às exportações.



Figura 15 – Área de Rosario.

Fonte: Rosario Port website.

A planta de biodiesel utilizará a tancagem e infra-estrutura de píer existente no terminal, o que reduzirá os aportes de capital. Para tal, serão cobradas pelo TPR ao investidor/operador taxas de armazenagem e movimentação respectivamente.

Por restrições ambientais, a esmagadora não poderá ser instalada na área portuária, mas existe terreno disponível para sua construção a 10 km do porto. Este é conectado ao TPR por ferrovia, por meio da qual poderá ser feita a logística de abastecimento de grãos e retirada de óleo com baixo custo de transporte. O óleo de soja produzido será armazenado juntamente com a planta de esmagamento. O complexo total requer uma área de 10 ha, sendo 5 ha para a planta de biodiesel e 5 ha destinados à produção de óleo de soja.

O biodiesel produzindo pode ser exportado ou vendido no mercado doméstico. O caso de referência assume a totalidade do produto será exportada. A plataforma de enchimento de caminhões, para a venda local, será construída e operada pelo terminal.

O Caso Base de análise será baseado na rota metílica de produção de biodiesel, ou seja, utilizando metanol como insumo do processo. Alternativamente, será analisada a viabilidade do investimento pela rota etílica, que utiliza etanol no processo. Finalmente, utilizando as técnicas oriundas da teoria de opções reais, será analisado o processo no qual ambos os reagentes podem ser utilizados, conforme melhor condição de mercado.



Figura 16 – Localização para a Planta de Biodiesel em TPR.

Fonte: Saraceni.

Figura 16 – Localização para a Planta de Biodiesel em TPR.

Área
Disponível



Figura 17 – Localização para a Planta de Biodiesel em TPR.

Fonte: Saraceni.

Área
Disponível

3.2 MODELO DE NEGÓCIOS

Óleo vegetal é a principal matéria prima para produção de biodiesel e responde por 64%¹⁴ dos custos diretos de produção, quando a planta não está integrada à geração do óleo. Para maior competitividade em custos é necessário que a produção esteja integrada à unidade de geração

¹⁴ Proporção estimada pela COPPE/COPPEAD, baseado na estrutura brasileira de custos de produção.

de óleo (esmagadora). Este investimento adicional em geral se justifica para escalas superiores a 100.000 t/ano de biodiesel. O modelo de negócio está ilustrado abaixo.

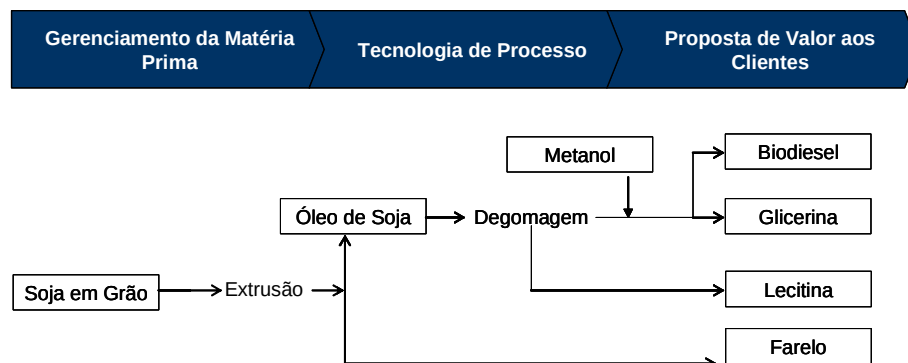


Figura 18 – Estratégia de Gestão da Cadeia de Produção.

Fonte: Saraceni.

A extrusão, também conhecida como esmagamento, é processo no qual o grão é pressionado até liberar seu conteúdo oleoso após ruptura. É utilizado solvente no processo. São gerados o óleo de soja e o farelo de soja, este último é utilizado pra produzir ração animal. O conceito por traz da integração dos processos numa única unidade produtiva envolve a extração de óleo de soja dos grãos, a degomagem¹⁵ do óleo, a produção do biodiesel, a purificação e embarque dos produtos gerados.

Muitos produtores de biodiesel adquirem óleo vegetal no mercado para produzir biodiesel. Desta forma, desperdiçam grande parte do valor existente nos recursos; a diferença de preços entre o óleo de soja e biodiesel é pequena e algumas vezes negativa. O processo integrado aqui proposto é mais vantajoso, pois parte de um produto de baixo valor agregado (grão) e gera múltiplas fontes de receita. Além disso, é um projeto flexível, pois permite que a produção seja orientada de forma a aproveitar as melhores condições de mercado (preços) de cada subproduto.

¹⁵ Processo de purificação do óleo de soja obtido na extração dos grãos.

Este conceito não apenas permite margens atrativas, mas também confere maior sustentabilidade aos lucros operacionais por aproveitar toda a cadeia de valor. Qualquer flutuação de preços dos grãos, no lado do abastecimento da matéria-prima, imediatamente afeta, de forma quase proporcional, os preços dos subprodutos gerados, assegurado a manutenção das margens, pois a correlação entre estes é de 95%¹⁶. Um aumento do preço do grão de soja é refletido num aumento dos preços do farelo, permitindo razoável estabilidade nas margens na produção de biodiesel (Figura 19). No limite, a flexibilidade do processo permite que não se produza biodiesel e se venda o óleo de soja diretamente no mercado. Isto não ocorre com os produtores não-verticalizados que possuem uma matriz de custos e preços não correlacionados (óleo de soja e biodiesel).

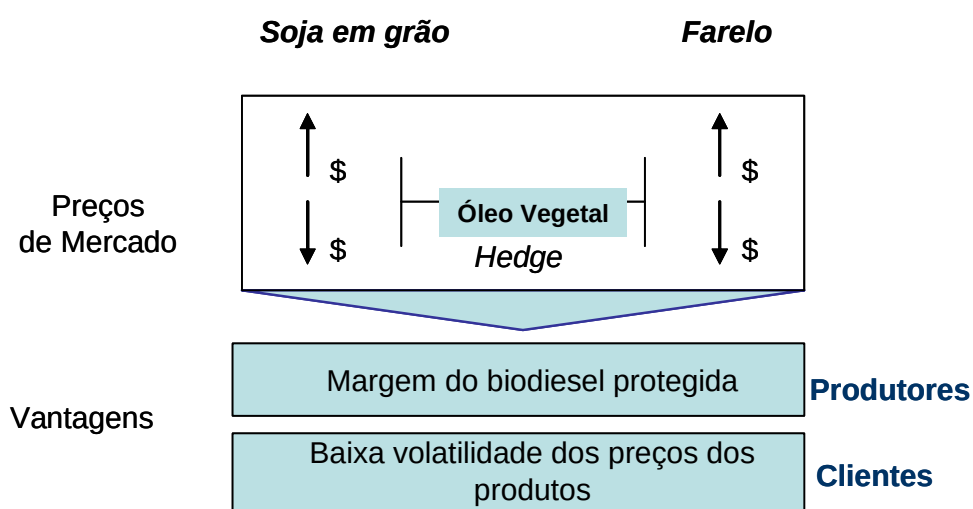


Figura 19 – Benefícios da Integração.

Fonte: Saraceni.

Outro importante fator de diferenciação é a localização do projeto. A Argentina é um dos maiores produtores de soja no mundo, atualmente o terceiro, e possui mão de obra qualificada, estrutura de custos relativamente baixos, abundância de matéria-prima, grande mercado interno potencial, além de não impor barreiras às exportações do biodiesel.

¹⁶ Calculado com base nos preços dos grãos e farelo de soja, Bolsa de Chicago, Janeiro de 2001 a Outubro de 2007.

Devido à alta produtividade da cultura de soja, o país não depende de subsídios agrícolas para sustentar sua produção, o que poderia causar distorções de preços e incertezas de mercado. Esta privilegiada configuração se traduz em atratividade ao capital investidor, que pode alocar seus recursos numa das regiões mais competitivas do mundo para a produção de biodiesel.

3.3 PRODUTOS GERADOS

O principal produto do processo, o biodiesel, pode ser exportado ou vendido no mercado local para as distribuidoras de combustíveis ou consumidores finais. As exportações possuem um incentivo indireto por sobre elas incidirem alíquotas de impostos substancialmente menores (5%) que as que são impostas ao óleo de soja (32%) e aos grãos (35%). O produto pode ser destinado aos Estados Unidos ou Europa, principalmente.

A demanda interna será impulsionada quando da introdução no mercado do B5, mistura obrigatória de 5% de biodiesel ao diesel a partir de 2010. O mercado de diesel é estimado em 15 milhões de m³ naquele ano¹⁷, o que irá gerar um mercado de 750 mil m³ de biodiesel. No entanto, já existe demanda doméstica, devido à escassez de diesel local.

O modelo permite ainda uma estrutura de preços competitiva para os compradores que buscam minimizar a indexação do produto ao mercado de alimentos e ao óleo de soja. Sendo uma *commodity* insipiente no mercado mundial, a precificação do biodiesel não é ainda referenciada de forma transparente em todos os mercados. Os produtores pressionam para que o preço seja baseado na matéria prima enquanto os compradores, em geral distribuidores de combustíveis, preferem indexações com o mercado de petróleo e seus derivados. Como o modelo de produção verticalizado aqui proposto proporciona uma margem relativamente

¹⁷ Fonte: Universidad de Buenos Aires.

constante, o produtor pode fazer uma composição com os mercados de petróleo e soja para criar uma referência de correção dos preços do biodiesel. Assim, ele torna-se mais competitivo frente a outros produtores nas negociações de contratos de fornecimento de longo prazo.

Uma planta de biodiesel integrada converte aproximadamente 82% em peso dos grãos em farelo de soja. Este componente para ração animal pode ser exportado, prioritariamente para Europa, ou vendido para indústria pecuária local ao norte de Rosário, em possíveis contratos casados de compra de grão e venda de farelo.

O processo também produz lecitina, uma substância encontrada no óleo de soja e que possui um amplo espectro de aplicações industriais. Ela é produzida na degomagem do óleo bruto por sua vez produzido na esmagadora. O modelo considera adicionar este produto ao farelo, de forma a aumentar o conteúdo protéico e o valor de mercado deste último.

A glicerina, também conhecido como álcool de açúcar, é um líquido inodoro e incolor, subproduto da geração de biodiesel. Ele é um componente do óleo de soja, que é separado pela ação do metanol ou etanol através da reação química do processo. Possui muitas aplicações nas indústrias farmacêuticas, de alimentos, química e de uso pessoal. O crescimento da produção de biodiesel provavelmente irá acarretar num excesso deste produto no mercado, com conseqüente redução dos preços, criando assim incentivo para que se busque novas aplicações para a glicerina.

3.4 INVESTIMENTOS

O valor do investimento para uma planta típica de 100.000 t/ano de biodiesel no Caso Base na Argentina é de USD 19 milhões, realizado em um ano. Este valor é composto por:

USD 11,00 milhões para unidade de extração (planta completa, que inclui recebimento das sementes e despacho do óleo e farinha produzidos);

USD 4,15 milhões destinados para a seção de produção do biodiesel, que inclui degomagem e refino do óleo bruto, produção e purificação do biodiesel, recuperação do metanol, purificação da glicerina, serviços auxiliares (vapor, água, etc.), tanques intermediários de processo e para dois dias de estoque de segurança de óleo, sistema de combate à incêndio, tratamento de efluentes e sistemas de emergências conforme legislação vigente;

USD 1,25 milhões utilizados para construir a armazenagem de sementes, que inclui secagem e armazenagem em silos verticais e automação completa da unidade;

USD 0,40 milhões para armazenagem de óleo bruto, com capacidade de 5 dias de produção da planta; e

USD 2,25 milhões para despesas gerais (terrenos, edifícios, áreas comuns, administração, etc).

Estas estimativas possuem bom grau de precisão, pois são baseadas em recentes orçamentos realizados pela empresa de Engenharia e Tecnologia que seria a provedora do projeto e equipamentos para a planta. Esta empresa possui diversas plantas em construção no momento e experiência comprovada neste tipo de projeto. No entanto, os valores exatos dependerão do nível de sofisticação desejada e, especialmente, da política de estoque escolhida, que pode impactar no dimensionamento do número de tanques necessários. Trabalha-se aqui com médias usuais da indústria. O projeto é também ambientalmente sustentável, sem geração de efluentes industrial. Num cenário mais otimista, o montante total a ser investido seria USD 17,2 milhões e, num cenário pessimista, USD 20,9 milhões.

Os valores detalhados acima se referem ao caso básico do processo que utiliza metanol na rota produtiva. Para o caso alternativo de se utilizar etanol, ou mesmo ter a flexibilidade de usar ambos, o valor da unidade que gera o biodiesel seria superior (USD 400 mil), devido aos custos adicionais no processo de separação e purificação ao final da produção do biodiesel. O etanol forma um azeótropo com os produtos formados, sendo a separação mais difícil. O etanol é mais solúvel no biodiesel.

Abaixo, segue Tabela comparativa com os valores dos investimentos para as duas alternativas de insumo; etanol e metanol. Para o caso do investimento na unidade flexível, seriam considerados os mesmos valores relativos à planta de etanol.

	Metanol			Etanol		
	Cenários			Cenários		
	Otimista	Base	Pessimista	Otimista	Base	Pessimista
Planta de Biodiesel	3,9	4,15	4,4	4,2	4,5	4,8
Planta de Crushing	10,0	11,00	12,0	10,0	11,0	12,0
Armezenagem Semente	1,0	1,25	1,5	1,0	1,3	1,5
Armezenagem Óleo	0,3	0,40	0,5	0,3	0,4	0,5
Gastos Gerais	2,0	2,25	2,5	2,0	2,3	2,5
TOTAL	17,2	19,05	20,9	17,5	19,4	21,3

Tabela 4 – Investimentos em USD milhão.

Fonte: Saraceni.

Os investimentos seriam realizados em sua totalidade no ano anterior ao início da produção (ano 0). As duas unidades de produção seriam construídas simultaneamente, o prazo total de construção seria de aproximadamente um ano, o montante 100% capital próprio e não estão sendo considerados valores residuais ao final da vida útil do projeto.

3.5 RECEITAS OPERACIONAIS

O mercado de alimentos está experimentando uma acentuada inflação e as expectativas são para manutenção desta tendência, sustentada principalmente pelas contínuas mudanças no

padrão da dieta alimentar dos países em desenvolvimentos, notadamente a China, e pelo forte crescimento da demanda. A produção mundial de biocombustíveis e alguns subsídios que causam distorções no mercado também vêm contribuindo para a escalada dos preços.

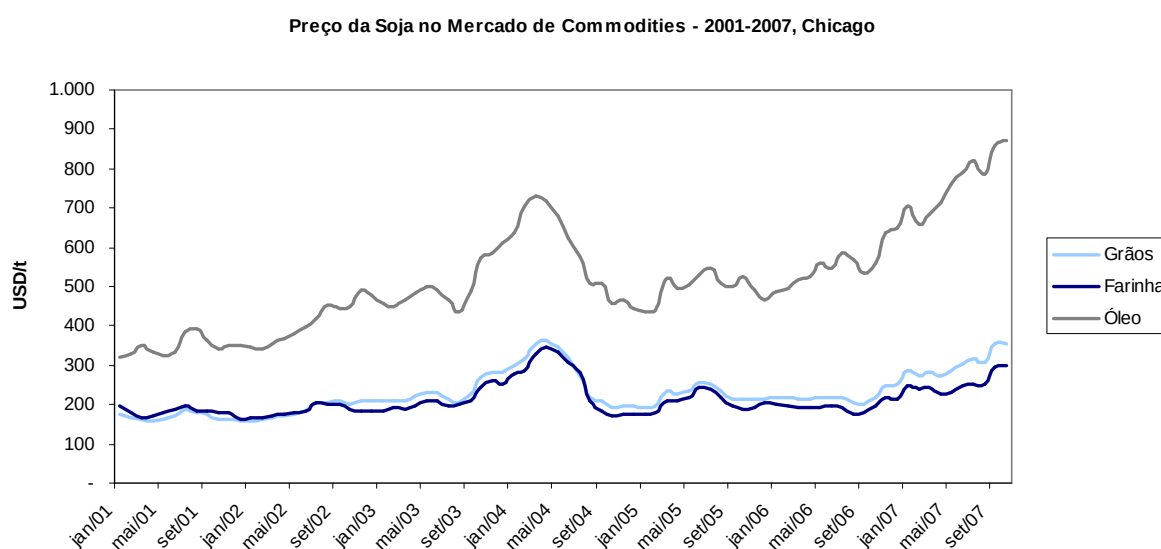


Figura 20 – Preços da Soja e seus Produtos na Bolsa de Chicago, Janeiro de 2001 a Outubro de 2007.

Fonte: ABIOVE, preços na Bolsa de Chicago.

A inflação nos preços dos alimentos é causada principalmente pelo mercado de grãos, especialmente milho e oleaginosas, como a soja. A escalada dos preços da soja e seus produtos pode ser observada na Figura 20.

A demanda por milho cresceu fortemente nos EUA, onde incentivos para a produção e consumo de etanol impulsionaram os preços, com alta recorde esperada para 2007/2008, quando aproximadamente 1/3 do total do milho produzido será destinada à produção de biocombustíveis, pressionando também o preço do milho destinado a outros usos, como consumo humano e animal.

A safra recorde de milho nos EUA possui impacto direto no preço de outros grãos, como a soja. Como o milho possui uma taxa de retorno maior, agricultores migraram para este cultivo, o que acarretou numa redução de 15% na área plantada de soja nos últimos anos neste que é o maior produtor mundial do produto.

Além da redução da oferta na América do Norte, outros fatores estão pressionando os preços da soja, como o crescimento do próprio mercado de biodiesel e, principalmente, o aumento da demanda de alimentos nos países emergentes, em especial a China.

A demanda de soja esperada na China para a safra 2007/2008 é de 34 milhões de toneladas, o que representa um crescimento de aproximadamente 50% desde 2003/2004. Esta demanda deverá ser atendida majoritariamente por importações, projetadas em 19 milhões de toneladas, dado que a produção doméstica vem reduzindo ano a ano desde 2005¹⁸. Uma das principais causas para este aumento da demanda chinesa é o aumento da renda média da população, do fenômeno da urbanização e a decorrente mudança no padrão de preferência de consumo. Em média, um chinês hoje consome cerca de 110% mais carne que há 20 anos, o que demanda mais ração animal, pressionando assim os preços da soja.

O cenário de preços altos também se verifica para o óleo de soja, dado que a produção mundial deve diminuir 6% nos próximos anos, acompanhado de um aumento nas taxas de utilização e aumento do fluxo internacional em 4% ao ano. O mercado emergente asiático é responsável por grande parte deste aumento no comércio internacional, em especial das

¹⁸ Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (“USDA – United States Department of Agriculture”).

importações. A China deverá se posicionar como o maior importador mundial com aproximadamente $\frac{1}{4}$ das compras mundiais¹⁹.

Neste contexto de crescimento da demanda, redução da produção global, baixos níveis de estoques e queda na razão estoque/demanda, os preços internacionais da soja e seus derivados nas próximas safras caminham na mesma direção de alta volatilidade e patamares elevados. No entanto, o crescimento da produção na América do Sul – Brasil, por exemplo, antecipa uma safra recorde em 2007/2008 e a Argentina planeja dobrar sua produção total de grãos até 2010 – pode aliviar a pressão sobre os preços nos próximos anos.

O preço da soja para o mercado interno na região de Rosário atingiu 850 AR/t ao final de 2007 (270 USD/t), como pode ser visto na Figura 21. O preço dos pellets de soja (farinha) para exportação (FOB Rosário) foi em média 277,38 USD/t no último trimestre de 2007 (SIF America S.A. Statistics). O comportamento dos preços médios nos últimos anos para os grãos (mercado interno de Rosário) e pellet de soja (média dos valores FOB nos portos argentinos) são mostrados no gráfico abaixo.

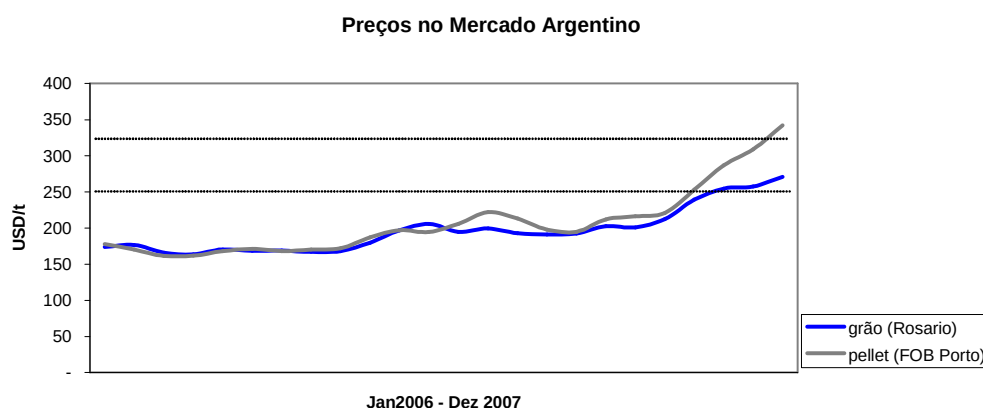


Figura 21 – Preços da Soja e seus Produtos no Mercado Argentino.

Fonte: SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentos – Argentina).

¹⁹ FAO.

Baseado nas estimativas da Bolsa de Comércio de Rosário para 2008 o valor esperado para o preço do grão de soja para a avaliação do Caso Base será de **320 USD/t** e para o preço do farelo de soja o valor de **250 USD/t**.

Para produção de 1 tonelada de óleo de soja são necessários 5,56 t de grãos, dado que o rendimento é de 18%. Com esta quantidade de grãos são produzidos 4,56 t de farelo (rendimento de 82%). Com o processo integrado, o custo da principal matéria prima para produção do biodiesel – óleo de soja bruto – é dado pela diferença entre o custo de aquisição do grão e a receita de venda do farelo. Adicionalmente, com a estratégia de suprimentos definida, será possível obter cerca de 3% de desconto sobre o preço do grão, baseado no repasse de parte do benefício logístico conseguido com a utilização da hidrovia para abastecimento da planta e aquisição do produto de produtores mais longínquos. Este valor está balizado pela empresa de Trading/Navegação que será usada como intermediador nas compras de matéria prima. O custo final do óleo de soja é então **585,56 USD/t²⁰**. É importante perceber a correlação entre os preços de mercado do grão e farelo, mostrada na Figura anterior. É possível perceber que houve um descolamento entre estes preços recentemente, o que se reflete nas avaliações financeiras em premissas conservadoras.

O preço do biodiesel no mercado de Rotterdam situa-se acima de 1.000 USD/t. Os preços verificados no mercado Argentino para o produto exportação perfazem uma média de 760 USD/t segundo valores reportados na mídia especializada (média 2007). A premissa conservadora adotada para o preço do biodiesel no estudo é de **700 USD/t**.

²⁰ Custo de aquisição do grão (com desconto) = $5.56 \text{ t} \times 320 \times 0.97 \text{ USD/t} = 1.724,44 \text{ USD}$. Preço de venda do farelo = $4.56 \text{ t} \times 250 \text{ USD/t} = 1.138,89 \text{ USD}$.

O preço da lecitina será o mesmo preço adotado para o farelo, portanto **250 USD/t**, pois ela será adicionada à ração de forma a aumentar seu valor. Importante notar que não se está assumindo nenhum *premium* no preço do farelo resultado dessa premissa.

É esperado que os preços da glicerina sofram grande desconto em relação aos preços do mercado internacional (~ 800 USD/t), pois o produto não é puro e o excesso no mercado irá reduzir ainda mais o seu valor. O valor esperado para o produto considerado no estudo é de **450 USD/t**.

Vale observar que, para fins de fluxo de caixa, o farelo não entra como fonte de receita, dado que seu valor foi implicitamente considerado na formação do custo do óleo de soja.

Abaixo, na Tabela 5, resumo dos valores esperados (preços nominais) adotados para os itens de receita no horizonte do projeto (10 anos). As premissas de correção anual dos mesmos encontram-se detalhadas no Apêndice A.

Item de Custo/Receita	USD/t
Preço de Aquisição do Grão de Soja	320,00
Custo de Produção do Óleo de Soja	585,56
Preço de Venda do Farelo de Soja	250,00
Preço de Venda do Biodiesel	700,00
Preço de Venda da Lecitina	250,00
Preço de Venda da Glicerina	450,00

Tabela 5 – Itens de Custo/Receitas de Produção de Biodiesel, Produtos (USD/t).

Fonte: Saraceni.

3.6 CUSTOS OPERACIONAIS

Os custos de produção de biodiesel são dados pela seguinte reação²¹:

²¹ Estas proporções já refletem quantidade maior necessária ao ser utilizado o etanol.

$$1 \text{ t óleo} + 0.15 \text{ t álcool (metanol ou etanol)} = 1.05 \text{ t biodiesel} + 0.1 \text{ t glicerina.} \quad (1)$$

O detalhamento dos custos envolvidos para produção de 1 tonelada de biodiesel tendo como ano base 2008 encontra-se na Tabela 6 a seguir (valores nominais):

Item de Custo	USD/t
Óleo de Soja	585,56
Metanol	45,00
Custos Variáveis de Produção	50,46
Armazenagem no TPR	7,25
Frete esmagadora-terminal	34,07
Total Custos Variáveis	722,34

Tabela 6 – Custos Variáveis da Produção de Biodiesel (USD/t).

Fonte: Saraceni.

Os custos fixos anuais foram estimados em USD 100 mil/ano.

O valor para o metanol é baseado na média do ano 2007 dos preços de exportação nos portos argentinos, de acordo com SIF America S.A. Statistics.

Os Custos Variáveis Operacionais (50,46 USD/t) referem-se a despesas com produtos químicos, neutralizantes, manutenção, energia, entre outros. São baseados num escalonamento (80%) do unitário variável para uma planta similar no Brasil, devido ao patamar de custos inferiores na Argentina. No caso de se utilizar etanol, este unitário é cerca de 1% maior, passando então para 50,96 USD/t. Como a diferença é muito pequena, consideraremos o mesmo custo operacional do metanol.

Os Custos Fixos são baseados numa operação de 3 turnos (24 horas por dia de operação em 6 dias por semana), de um típico terminal de derivados no Brasil. Também está sendo escalonado para considerar os menores custos com mão-de-obra na Argentina.

A tarifa de armazenagem no TPR e o frete ferroviário para a logística entre este terminal e a esmagadora são estimativas preliminares e são sujeitos à negociação. Para estimativa do transporte foi utilizada uma *proxy* usando a tarifa rodoviária para 10 km, pois para curtas distâncias os valores de ambos os fretes são similares (o frete ferroviário é econômico para grandes distâncias). A taxa no terminal é baseada em informações locais e na premissa de armazenagem de 100% do biodiesel naquele local (4,5 USD/t) e utilização do píer para 100% do volume para exportação, sendo o restante vendido no mercado doméstico.

Para o caso alternativo de se utilizar etanol ao invés de metanol, o preço de referência será o do mercado brasileiro, mais especificamente o do Estado de São Paulo, cujo histórico está ilustrado na Figura 22. Como este Estado é o maior formador de preços do álcool anidro (etanol), é razoável supor que o preço do produto argentino tenha como referência este mercado e, para que seja competitivo no mercado internacional, deve haver alguma paridade entre os dois mercados latinos. Negligenciando custos de frete e assumindo preços iguais nos dois centros produtores, o preço do anidro utilizado para o caso base será o valor médio esperado para 2008, estimado utilizando bases históricas e dados de mercado.

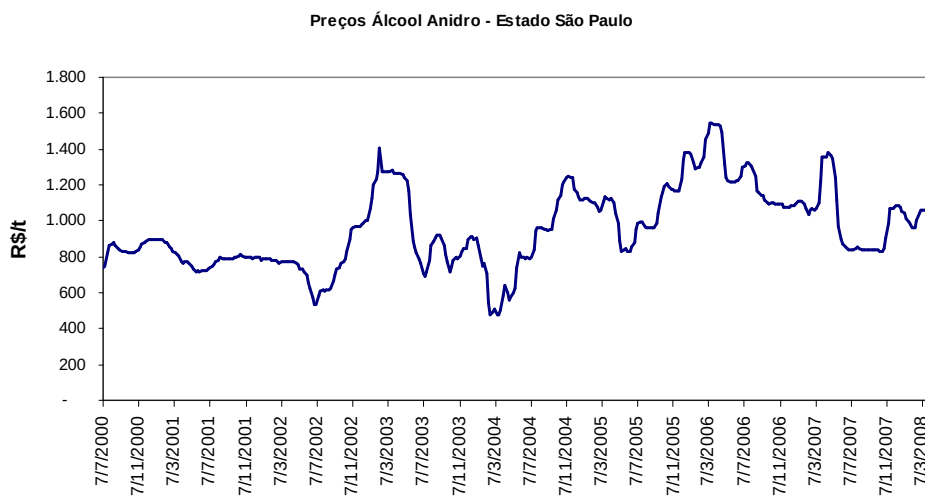


Figura 22 – Histórico de Preços do Etanol Anidro no Estado de São Paulo, Janeiro 200 a Março 2008²².

Fonte: <http://www.cepea.esalq.usp.br/xls/Saasemanal.xls>.

O valor para o etanol é, então, 1.000,00 R\$/t que, com a taxa de câmbio esperada para o ano de 1,65²³, o valor final usado é **618 USD/t**.

3.7 ASPECTOS FISCAIS

O imposto sobre os lucros considerado nas avaliações é de 33%, conforme informações locais.

Para o produto principal, o biodiesel, será considerado o imposto de 5% atualmente existente para o produto destinado à exportação. Por simplificação, não serão considerados os impostos de venda sobre os demais subprodutos, nem demais créditos fiscais permitidos pelo Governo Argentino para projetos de biodiesel.

A título de benefício fiscal, será apenas considerada a depreciação acelerada (estimada em 5 anos) dos investimentos que o Governo Argentino concede de acordo com a lei de promoção de investimentos em bens de capitais para produção de biodiesel já mencionada.

3.8 ANÁLISE DE RISCO DO PROJETO

O projeto possui significativas vantagens competitivas não consideradas na avaliação preliminar, o que confere elevado potencial de melhoria. Otimizações fiscais e incentivos governamentais adicionais, concedidos no nível dos municípios que abrigam os

²² Preço sem frete e sem imposto. Densidade do etanol = 0,79 g/ml.

²³ Itaú Corretora.

investimentos, poderiam ser exploradas na avaliação o que possivelmente beneficiaria a análise.

O investimento poderia ainda ser dividido em duas fases: investimento inicial na planta de produção de biodiesel, menos intensiva em capital, de forma a antecipar receitas, e subsequente investimento na esmagadora para aproveitamento de toda a cadeia de valor. Realizar o investimento em etapas, monitorando o ambiente externo simultaneamente, permite que as informações recentes sejam aproveitadas e incorporadas, podendo a gestão decidir se mantém ou abandona a decisão de prosseguir para a próxima etapa. Esta flexibilidade de aguardar, em linha com o conceito de “esperar pra ver”, sugerido por Trigeorgis (2005), permite que se responda mais eficientemente às mudanças tecnológicas ou aos movimentos dos competidores, limitando perdas decorrentes de condições adversas de mercado. Ou seja, aproveita-se o potencial de alta, mas os riscos de baixa são limitados.

Com aumento do preço do petróleo, não apenas a receita com biodiesel aumenta, seguindo a tendência do aumento no preço do diesel, mas também aumentam os custos de transportes (maior preço do diesel), tornando a logística hidroviária ainda mais vantajosa frente à rodoviária, permitindo que sejam negociados descontos ainda maiores com os produtores de grãos. Além disso, testes de cultivo estão sendo feitos na Argentina de forma a experimentar matérias-primas alternativas para a produção de biodiesel, como, por exemplo, a jatropa (pinhão-manso). Esta oleaginosa é não comestível, portanto menos exposta ao mercado de alimentos, e possui custos menores. A rota de produção pode ser alterada no futuro para utilizar insumos mais competitivos.

Atuando nos mercados de commodities de combustível e ração animal, num cenário de demanda crescente por energéticos renováveis e alimentos, o projeto é considerado robusto, mesmo face à crescente competição advinda de investimentos da concorrência.

O fator chave de sucesso do projeto é a garantia no abastecimento de matéria-prima. Com o crescente número de projetos de grande porte no mercado argentino, que envolvem, em sua maioria, grupos de importantes produtores e *traders*, é altamente desejável que se desenvolva algum tipo de mecanismo que confira segurança ao fornecimento da soja. Discussões preliminares na região mostraram que é pouco provável que pequenos e médios produtores se tornem sócios do investimento, portanto, a confiabilidade no fornecimento será obtida através da negociação de contratos de longo prazo. Estes podem ser instrumentos cruzados, no qual parte do biodiesel e farelo produzidos podem ser comercializados em troca dos grãos.

Foi identificada uma empresa de Trading/Transportes que será parceira do projeto e que possui condições de fornecer a matéria prima com base em contrato de suprimentos para 10 anos, o que é possível devido à sua vantajosa presença na atividade de transporte hidroviário. Com menor custo de transporte, é possível negociar descontos no fornecimento da matéria prima ao adquirir o produto de produtores localizados ao norte de Rosário, repassando parte do benefício de transporte aos mesmos. Este modelo permite descontos entre 2-3% no custo de aquisição da soja (estimativas preliminares) ao mesmo tempo em que atrai o produtor que consegue melhor preço no seu produto. Contratos casados envolvendo soja, farinha e biodiesel podem otimizar ainda mais a logística, se refletindo num custo de produção ainda menor.

Não se pode, porém, negligenciar os inerentes riscos que tais projetos possuem. A exposição ao mercado de alimentos, que está sob fortes pressões inflacionárias, ao imaturo mercado de

biodiesel na Argentina e a possibilidade de que os países compradores europeus criem barreiras às importações configuram importantes riscos de mercado. Os mesmos são mitigados pelo (1) modelo integrado de negócio, (2) pelo interesse político do governo local em desenvolver o mercado e (3) pelo fato de os países europeus não disporem de área suficiente para atender suas metas regulamentares com produção local, respectivamente.

Há também o risco do Governo local aumentar os impostos de exportação sobre o biodiesel ao perceber a menor arrecadação com os grãos e óleos, uma vez que produtores orientam tais produtos à produção de biodiesel para evitar as retenções maiores que incidem sobre eles. A mitigação está na venda local, pois é esperado um mercado doméstico crescente.

Os riscos políticos e regulatórios são percebidos como baixos, dado a continuidade de governo com a última eleição presidencial e ao positivo ambiente institucional aos investimentos neste segmento no país.

4 MODELAGEM E RESULTADOS

4.1 AVALIAÇÃO TRADICIONAL – VPL

Segundo Damodaran (2002), a avaliação por Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é a base de todas as outras formas de avaliação, inclusive a relativa e as que envolvem derivativos. O conceito principal por trás do uso do FCD na avaliação de firmas e projetos é que os fluxos de caixa recebidos em diferentes momentos no tempo possuem valores e riscos diferentes, portanto só podem ser agregados após devidamente ajustados por taxa de desconto que reflita tempo e risco.

Titman e Martin (2008) apontam que as raízes do FCD encontram-se na antiguidade, quando os gregos antigos já utilizavam tais conceitos no cálculo de juros simples e compostos. Há evidências do uso de matemática financeira nos escritos de Leonardo de Piza (também conhecido como Fibonacci) em 1202. No entanto, as aplicações modernas do FCD são

atribuídas ao trabalho seminal de Irving Fisher²⁴ e a popularização do método se deu com as aplicações do FCD na alocação de capital²⁵ apresentadas por Joel Dean.

A abordagem do FCD é a de que o valor de um investimento é determinado pela magnitude dos fluxos de caixa esperados gerados por ele, pela taxa de desconto e o momento no qual eles ocorrem. Ainda segundo Titman e Martin (2008) é um processo em três estágios, conforme quadro abaixo.

Estágios	Ação	Perguntas que se pretende responde
Passo 1	Projetar os fluxos de caixa futuro (valor) e o momento em que ocorrerão.	“O quanto esperamos gerar com esse projeto e quando?”
Passo 2	Estimar a taxa de desconto apropriada ao risco do projeto.	“O quão arriscado são os fluxos de caixa futuros e quanto o investidor espera receber por investimentos de risco similar?”
Passo 3	Descontar o fluxo de caixa.	“Qual o valor que o projeto teria hoje no presente equivalente aos fluxos de caixa esperados no futuro?”

Quadro 1 – Abordagem em Três Estágios para o Fluxo de Caixa Descontado.

Na avaliação por FCD busca-se estimar o valor intrínseco do ativo, baseado nos seus fundamentos e a fórmula geral pode ser descrita como:

$$FCD = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{E(FC_t)}{(1+k)^t} \quad (2)$$

²⁴ Irving Fisher, *The Nature of Income and Capital* (New York: Macmillan, 1906), *The Rate of Interest: Its Nature, Determination and Relation to Economic Phenomena* (New York: Macmillan, 1907), e *The Theory of Interest: As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest it* (New York: Macmillan, 1930).

²⁵ *Capital Budgeting*, New York: Columbia University Press, 1951

Onde $E(FC_t)$ é o valor esperado do fluxo de caixa no período t , k a taxa de desconto que reflete o nível de risco do projeto, t o instante de tempo e n o tempo de vida do ativo. Para cálculo do VPL do projeto tempos que diminuir o valor presente do investimento do FCD.

$$\text{VPL} = \text{FCD} - \text{Valor Presente dos Investimentos} \quad (3)$$

4.1.1 Cálculo do Custo de Capital - k_e

A literatura apresenta várias formas para cálculo do custo do capital, k_e . Em geral, são construídos modelos de equilíbrio que permitem determinar a medida relevante de risco para o ativo e a sua relação com o retorno esperado quando os mercados estão em equilíbrio.

Um dos modelos mais utilizados para este fim é o Capital Asset Pricing Model (CAPM), que, conforme apontado por Elton, Gruber, Brown e Goetzmann (2003), apesar de suas hipóteses restritivas e simplicidade, descreve em geral muito bem os preços no mercado de capitais. Sua forma padrão foi desenvolvida de forma independente por Sharpe, Lintner e Mossin e sua forma mais usual descrita por:

$$E(R_i) = R_F + \beta_i [E(R_M) - R_F] \quad (4)$$

Onde $E(R_i)$ é o valor esperado para o retorno do ativo (custo de capital), R_F é a taxa livre de risco, β_i é o risco sistêmico do ativo, ou seja, o risco que o investimento adiciona ao portfólio de mercado, e $E(R_M)$ é o retorno esperado da carteira de mercado.

Para contemplar a exposição que o ativo/investimento possui ao risco país, que será o caso no presente estudo, Damodaran (2002) propõe a seguinte correção à fórmula do cálculo do custo de capital:

$$E(k_e) = RF + \beta_i [RM - RF + \text{Risco País}] \quad (5)$$

A equação acima assume que o beta, que mede a exposição do ativo ao risco de mercado, também é capaz de medir a exposição ao risco do país. Vale mencionar que tal modelo possui limitações já que é empírico e não está fundamentado em teorias formais.

Esta será a modelagem utilizada adiante no cálculo do custo de capital para avaliação tradicional pelo método de fluxo de caixa descontado. Sendo o investimento realizado na Argentina, não se pode negligenciar o risco país, portanto, para cálculo do WACC utilizou-se o modelo do CAPM ajustado da forma:

$$k_e = \text{taxa livre de risco} + \beta_{\text{alavancado}} (\text{Prêmio de Mercado} + \text{Risco País}) \quad (6)$$

O cálculo dos parâmetros acima foi realizado a partir de dados coletados no site do economista Aswath Damodaran (<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar>).

A Taxa Livre de Risco considerada foi a taxa equivalente ao bônus emitido pelo governo norte-americano (T_{bond}). Foi realizada uma média aritmética para o período de 10 anos (1997-2007) e o valor encontrado foi 6,71%. Para o valor esperado do Prêmio de Mercado, calculou-se a diferença entre o retorno das ações (9,39%) e a média dos mesmos títulos do governo norte-americano anteriormente mencionado, sendo o valor encontrado igual a 2,28%. O valor do risco país Argentina (classificada como B3) é de 6,75%, de acordo com a mesma base de dados.

Como o investimento será integralmente feito com capital próprio, o $\beta_{\text{alavancado}}$ é igual ao $\beta_{\text{desalavancado}}$ que, para empresas de Mercado Emergente de Agricultura-Biotecnologia é igual a 0,93.

Substituindo as variáveis na fórmula do CAPM temos que $k_e = 15,48\%$ (nominal).

4.1.2 Resultados

Com o custo de capital calculado acima, o VPL do projeto em termos reais é de USD 2,3 milhões com as premissas utilizadas. A Taxa Interna de Retorno (TIR), para o qual o VPL é zerado é de 18,38%. Na tabela que segue, está ilustrado o demonstrativo financeiro do projeto.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CAPEX	(19.000.000)	(10.000)	(10.000)	(10.000)	(10.000)	(10.000)
Receita Biodiesel		61.047.000	62.267.940	63.513.299	64.783.565	66.079.236
Receita Glicerina		3.847.500	3.655.125	3.472.369	3.298.750	3.133.813
Receita Lecitina		4.545.000	4.590.450	4.636.355	4.682.718	4.729.545
Custo Materia Prima		(58.896.500)	(59.020.430)	(59.146.839)	(59.275.775)	(59.407.291)
Custos Variáveis		(8.276.159)	(8.293.753)	(8.313.047)	(8.334.062)	(8.356.820)
Custos Fixos		(99.000)	(98.010)	(97.030)	(96.060)	(95.099)
EBITDA		2.157.841	3.091.322	4.055.107	5.049.136	6.073.384

	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
CAPEX	(10.000)	(10.000)	(10.000)	(10.000)	(10.000)	
Receita Biodiesel	67.400.821	68.748.837	70.123.814	71.526.290	72.956.816	668.447.618
Receita Glicerina	2.977.122	2.828.266	2.686.853	2.552.510	2.424.885	30.877.193
Receita Lecitina	4.776.841	4.824.609	4.872.855	4.921.584	4.970.800	47.550.756
Custo Materia Prima	(59.541.437)	(59.678.265)	(59.817.831)	(59.960.187)	(60.105.391)	(594.849.946)
Custos Variáveis	(8.381.342)	(8.407.649)	(8.435.766)	(8.465.715)	(8.497.520)	(83.761.833)
Custos Fixos	(94.148)	(93.207)	(92.274)	(91.352)	(90.438)	(946.617)
EBITDA	7.127.857	8.212.591	9.327.651	10.473.130	11.649.151	67.217.170

Tabela 7 – Demonstrativo Financeiro do Projeto.

É possível analisar a sensibilidade do projeto a variações nas principais variáveis, como preço dos produtos/insumos e CAPEX (Figura 23). Mantendo os demais parâmetros constantes, a barra azul clara no gráfico abaixo mostra o efeito sobre o VPL de premissas mais pessimistas das variáveis testadas enquanto a barra escura mostra os efeitos positivos. Enquanto

incrementos no CAPEX e no custo da soja afetam o VPL negativamente, aumentos nos preços do diesel e farelo beneficiam o empreendimento.

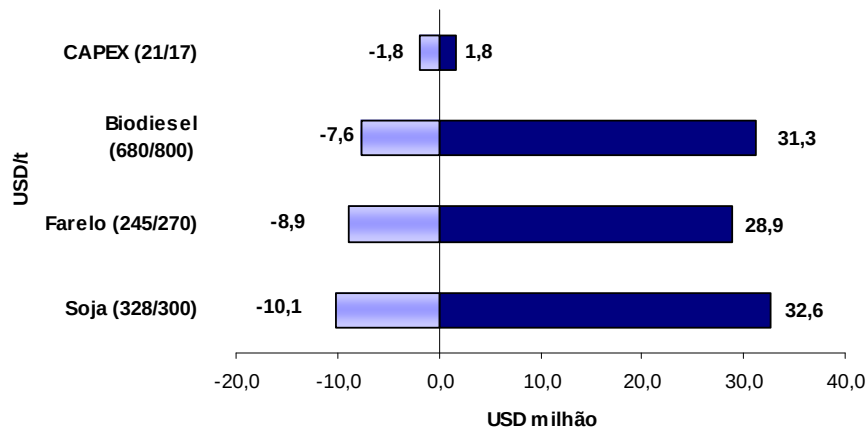


Figura 23 – Sensibilidade do VPL a Mudanças nos Valores das Variáveis.

Obs. Caso Base: Preço do biodiesel = 700 USD/t (sem imposto de exportação de 5%), Preço do Farelo = 250 USD/t, Custo da Soja = 320 USD/t, CAPEX = USD 19 milhões, VPL = USD 2,3 milhões.

No entanto, é importante notar que os preços da soja e farelo possuem forte correlação positiva (95% grão/farelo) e, com o modelo de negócios adotado, um aumento do custo do grão seria compensado pelo efeito positivo na receita do farelo. Por outro lado, os preços do biodiesel também podem ser afetados por altas nos mercados de petróleo e soja. De modo geral, o projeto possui mais potencialidade positivas que negativas.

A sensibilidade do valor do projeto a diferentes taxas de desconto está ilustrada na Figura 24.

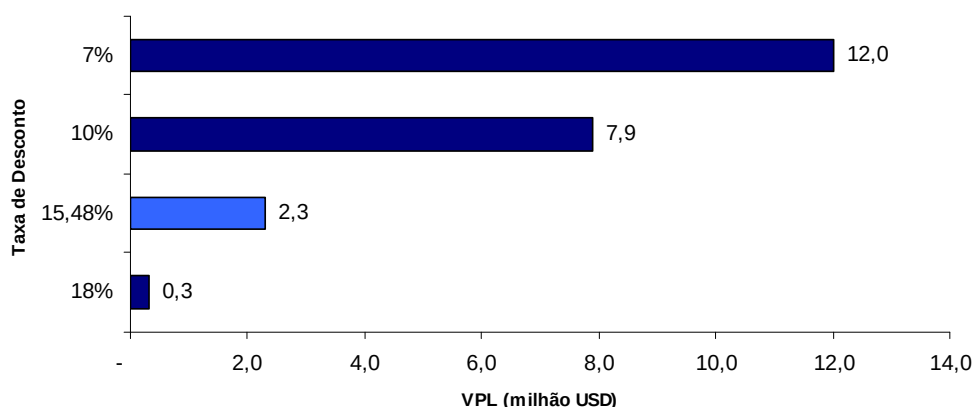


Figura 24 – Sensibilidade do VPL a Diferentes Taxas de Desconto.

Corrigindo as premissas de investimento e preço esperado do insumo, a análise econômica da planta que utiliza etanol, no lugar do metanol, possui VPL negativo (VPL = - USD 8,3 milhões), indicando que a rota metílica seria a mais adequada ao projeto. Este resultado incentiva a análise econômica através de técnicas de opções reais, de forma a melhor capturar o valor da flexibilidade operacional em poder utilizar ambos os insumos, metanol ou etanol, conforme melhor condição de mercado de cada um.

4.1.3 Críticas ao Modelo

Fluxos de caixa descontado são baseados, principalmente, na estimativa do fluxo de caixa futuro e na taxa de desconto. Este método será tão mais preciso quanto melhores forem as estimativas desses parâmetros. Foi originalmente desenvolvido para valorar investimentos financeiros, tais como ações e obrigações das empresas, portanto, para ativos que são passivos em natureza. Em contrapartida, os investimentos em ativos reais são em geral irreversíveis, seu fluxos de caixa são incertos e muitas vezes existem flexibilidades gerenciais que podem afetar tais fluxos. Estes fatores são ignorados pelo FCD tradicional, que assume a hipótese de mercados eficientes.

Damodaran (2002) aponta algumas situações que se afastam das condições ideais para utilização do FCD como única ferramenta de avaliação. São os casos onde a firma encontra-se em estresse financeiro (prejuízo, fluxo de caixa negativo); firmas cíclicas, nas quais os fluxos de caixa seguem os altos e baixos da economia; firmas com ativos não utilizados (potencial subavaliação); firmas detentoras de patentes ou com opções de produtos; firmas em processo de reestruturação ou aquisição e, finalmente, firmas de capital fechado.

Uma importante limitação do FCD, talvez a maior delas, segundo Brandão (2005), é a sua incapacidade de considerar o valor das flexibilidades gerenciais inerentes a vários tipos de projetos. A premissa implícita do FCD de que os resultados dos projetos não seriam afetados por decisões futuras da firma ignora tais flexibilidades. E flexibilidade tem valor, como resume de forma simples Trigeorgis (1996), que aponta que o gerenciamento ativo de projetos, de forma a adaptá-lo às mudanças do mercado, e os conceitos do planejamento estratégico não são capturados adequadamente pelas técnicas do FCD.

Dixit e Pindyck (1995) ponderam que, apesar de fácil aplicação, a regra do VPL está baseada na premissa falsa de que os investimentos são necessariamente reversíveis ou irreversíveis, ignorando o fato de que, na maioria dos casos são irreversíveis, porém passíveis de serem adiados.

Kulatilaka e Marcus (1992) apontam ainda que mesmo um VPL positivo pode não ser condição suficiente para aceitação de um projeto, pois pode ser melhor adiar o investimento de forma a responder às novas informações. Tampouco um VPL positivo é suficiente nos casos de investimentos mutuamente exclusivos. Nos projetos onde existem “opções reais”, ou seja, flexibilidade de expansão, adiamento, abandono, troca de insumos ou produtos, por exemplo, o fluxo de caixa é assimétrico, tornando o convencional FCD vulnerável a erros em

seus resultados. De forma resumida, o FCD irá falhar quando os fluxos de caixa futuros forem condicionais às decisões futuras e estas não possam ser feitas sem que seja feita referência à própria função de avaliação do projeto, consideradas as várias alternativas possíveis.

4.2 AVALIAÇÃO POR OPÇÕES REAIS

O reconhecimento de que o valor de um ativo pode ser maior que o valor presente de um fluxo de caixa esperado no caso do fluxo ser contingencial a um dado evento futuro, ou seja, à existência de uma dada opção, levou ao desenvolvimento das técnicas de precificação de opções. Qualquer ativo pode ser avaliado como uma “opção” desde que o seu retorno (*payoff*) seja função do valor de um ativo subjacente (DAMODARAN, 2002). Quando o ativo subjacente são ações comercializadas em bolsas de valores, a opção é chamada de derivativo²⁶ e várias técnicas de precificação foram desenvolvidas ao longo dos últimos anos, a partir do trabalho seminal de Fischer Black, Myron Scholes e Robert Merton da década de 1970. No caso do ativo subjacente ser um investimento real, são utilizadas técnicas de avaliação por Opções Reais, desenvolvidas a partir das técnicas para as opções financeiras.

Brandão (2005) define Opções Reais como “uma visão de análise de projetos que utiliza conceitos de valoração de opções para avaliar projetos com flexibilidade gerencial”. Oferece uma regra de decisão mais específica e detalhada, ainda que não substitua o método do FCD. O esquema abaixo, proposto por Copeland e Antikarov (2002) ilustra quando tais flexibilidades gerenciais são valiosas.

²⁶ As duas principais bolsas de valores que negociam opções nos Estados Unidos são a International Securities Exchange e a Bolsa de Chicago (Chicago Board Options Exchange – CBOE). No Brasil, é a BM&FBovespa.

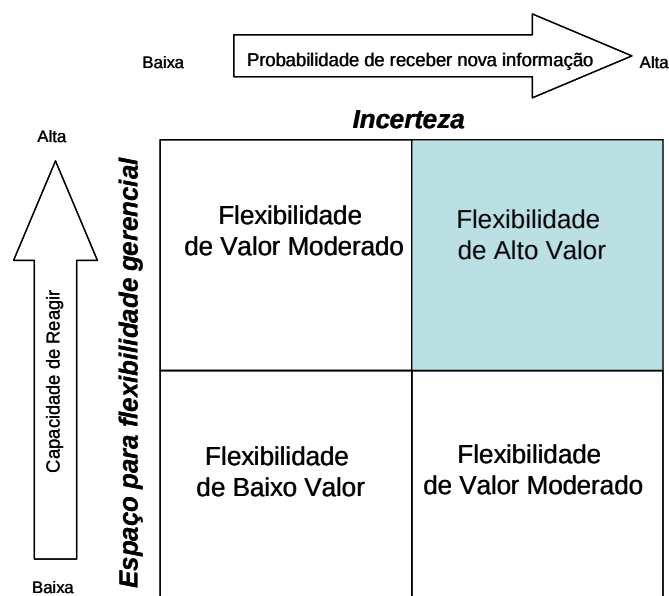


Figura 25 – Quando a Flexibilidade Gerencial é Valiosa.

Copeland e Antikarov (2002) definem Opções Reais como “o direito, mas não a obrigação, de empreender uma ação (por exemplo, diferir, expandir, contrair ou abandonar) a um custo predeterminado que se denomina preço de exercício, por um período preestabelecido – a vida da opção”. Dixit e Pindyck (1995) definem de forma similar, ao afirmarem que “oportunidades são opções – um direito, mas não uma obrigação de realizar uma ação no futuro”. Triantis e Borison (2001) apontam que o grande argumento em favor da teoria de opções reais é que ela pode preencher a grande lacuna que sempre existiu entre estratégia e finanças, a partir da quantificação de opções estratégicas gerenciais.

O arcabouço de Opções Reais adiciona às tradicionais técnicas de avaliação uma perspectiva dinâmica através da incorporação do valor da flexibilidade e das oportunidades de

crescimento em um ambiente incerto (TRIGEORGIS 2004). Assim, o valor do projeto seria dado pela fórmula sugerida por Trigeorgis (2005):

$$\text{VPL Expandido (ou Estratégico)} = \text{VPL Estático (passivo)} + \text{Prêmio ou Valor da Opção Real} \\ (\text{Valor da Flexibilidade ou Valor da Estratégia}). \quad (7)$$

Copeland e Antikarov (2002) apontam que o valor das opções reais depende de seis variáveis, a saber:

- Valor do ativo subjacente sujeito ao risco (o projeto, investimento ou aquisição);
- O preço de exercício (montante monetário investido para exercer a opção);
- Prazo de vencimento da opção;
- Desvio padrão do valor do ativo subjacente sujeito a risco (desvio padrão do projeto);
- Taxa de juros livre de risco ao longo da vida da opção; e
- Dividendos que podem ser pagos pelo ativo subjacente (saídas ou entradas de caixa ao longo de sua vida).

Esta última variável, como explicado por Brandão (2005), é introduzida devido ao fato de que o valor do projeto é afetado pela distribuição dos seus fluxos de caixa gerados, ou dividendos, pois os mesmos são distribuídos aos acionistas ou reinvestidos na empresa. Os valores do projeto em cada período devem ser então reduzidos, conforme Figura 26.

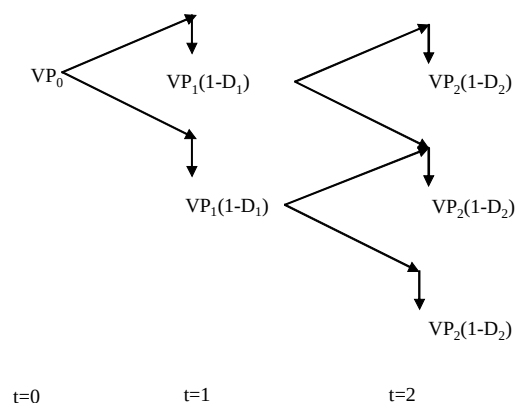


Figura 26 – Modelagem de Opções Reais com Dividendos.

Onde D é a taxa de dividendos obtida através da relação Fluxo de Caixa / Valor do Projeto em cada período.

4.2.1 Flexibilidade Operacional

Conforme apontado por Trigeorgis (2004), quando os preços ou quantidades de matérias-primas (insumos) ou produtos finais são incertos, um processo produtivo (conversão) flexível tem valor. Tal flexibilidade pode ser na escolha dos produtos ou no processo em si. No último caso, os gerentes podem escolher entre distintos produtos quando a firma possui uma ampla linha de produção. Isto ocorre nas indústrias automobilística, de eletrônicos e farmacêutica. Já a flexibilidade no processo é importante nas indústrias de recursos naturais, como mineração, petróleo, geração de eletricidade, indústria química e na escolha do cultivo em plantações. Ela ocorre a partir de diferentes tecnologias de processo, diferentes fontes de suprimentos ou na possibilidade de manter unidades produtivas em distintas localidades. As firmas estarão então dispostas a pagar um prêmio por esta flexibilidade, que será vantajosa desde que os custos de implantação somados aos custos de trocas sejam inferiores ao seu valor.

Kulatilaka e Marcus (1992) detalham que incorporar a abordagem de opções reais na avaliação de projetos com escolhas operacionais é fundamental nas seguintes condições: (1) quando é difícil prever no presente qual será o melhor modelo operacional futuro; (2) quando as incertezas são suficientemente grandes tais que a diferença entre os lucros oriundos dos alternativos modos de operação é substancial; ou (3) quando a estimativa do fluxo de caixa futuro condicionado à decisão ótima é difícil devido à existência de custos de troca entre modos de operação.

Com respeito às aplicações e modelagens, Trigeorgis (2004) aponta o caso clássico de Kemna (1988) que modela uma estação de geração de energia elétrica que possui a flexibilidade de utilizar carvão ou gás como combustível. Esta modelagem é feita a partir dos preços relativos entre estes dois insumos substitutos.

KULATILAKA (1993) realiza uma abordagem similar para a modelagem de uma caldeira industrial de geração de vapor que pode utilizar óleo combustível ou gás natural como combustível. A partir do conceito básico de “modos de operação” (gás ou óleo), as funções custo e lucro do processo são modeladas a partir do preço relativo destes dois produtos, que por sua vez tem sua dinâmica estocástica especificada por um processo de reversão à média. Isto porque, por serem produtos substitutos, a teoria prevê que as forças competitivas tenderão a pressionar ambos os preços para um mesmo ponto de equilíbrio de longo prazo onde consumidores seriam então indiferentes à escolha. A firma então optaria por operar no módulo que maximiza o lucro corrente somado ao valor presente dos lucros futuros deduzidos os custos de troca de modo de operação. A equação de programação dinâmica usada para modelar a função ótima de operação é a de Bellman com a seguinte notação (assumindo que a firma está no instante de tempo t e operando do modo m – gás ou óleo):

$$F(P_t, m, t) = \max_l \{ \Pi(P_t, l, t) - c_{ml} + \rho E_t[F(P_{t+1}, l, t+1)] \} \quad (8)$$

Onde $l: m = 1, \dots, M$; $t = 0, \dots, T$; e $\rho = e^{-r\Delta t}$. Sendo r a taxa de juros livre de risco, $\Pi(P_t, m, t)$ a função de lucro, c_{ml} é o custo de troca do modo l pra m . Se não fossem pelos custos da troca, bastaria escolher, em cada período, o modo de operação que maximizasse a função $\Pi(P_t, m, t)$. A equação acima mostra que, em cada período, a firma deve escolher se muda o modo de operação, denotado por l . Se ela realiza a troca para o modo l , realizará o lucro $\Pi(P_t, l, t)$ e arcará com os custos da troca c_{ml} (que será igual a zero se $l = m$). Chegará então no período seguinte com o valor $f(P_{t+1}, l, t+1)$. Este valor depende do modo de operação escolhido no período l , assim como do valor da variável P_{t+1} no próximo período, ainda desconhecido. Por isso, são tomadas as expectativas (valor esperado) e realizado o desconto no tempo (ρ). A firma então escolhe, em cada período, o modo de operação l que maximiza o valor do projeto.

Na presença de custos de troca significativos, Trigeorgis (2005) ressalta que a flexibilidade de troca entre modos de operação e/ou estratégias pode induzir a um estado de inércia, ou de efeito retardado (“*hysteresis*”). Mesmo que a troca imediata possa ser mais atrativa baseada na análise do fluxo de caixa de curto prazo, não realizar a troca pode ser uma decisão mais otimizada numa perspectiva de longo prazo, devido aos elevados custos de troca ou alta probabilidade de reverter a decisão posteriormente. Exemplos deste efeito em ação incluem: manter uma operação de extração não lucrativa de minério ou de petróleo mesmo com os preços desfavoráveis; a indústria automobilística japonesa ao entrar no mercado norte-americano que experimentou vários anos de perdas; o adiamento da decisão de contratar ou demitir funcionários em indústrias cíclicas nos períodos de alta e baixa respectivamente. Todos estes casos envolvem decisões irreversíveis ou muito custosas que justificam que se

atrase a decisão de troca por um tempo, dado que a volta ao estado anterior é impraticável, ou envolve custosos danos à infra-estrutura, imagem, etc.

Na ausência de custos de troca, Trigeorgis (1996) propõe um modelo geral para flexibilidade de escolha entre modos operacionais. Supondo que exista um processo que possa utilizar a tecnologia A e B, o valor da flexibilidade é a soma das t opções européias (onde t é o número de períodos dos fluxos: ano 0, 1, 2, etc.) de trocar de A para B, denotada por S_t (A->B) em cada período. Para 3 períodos (anos 0, 1 e 2), por exemplo, o valor da flexibilidade é dado por:

$$F(A \rightarrow B) = S_0 (A \rightarrow B) + S_1 (A \rightarrow B) + S_2 (A \rightarrow B) \quad (9)$$

Num primeiro passo, as árvores para cada tecnologia são construídas isoladamente, com os valores de alta e baixa em cada período. Posteriormente, a árvore binomial para o cálculo do valor da flexibilidade é construída a partir da diferença entre os fluxos de caixa de A e B em cada período, onde c é o fluxo de caixa incremental pro trocar de A para B, no período t e estado s :

$$c_t^s(A \rightarrow B) \equiv \max(c_t^s(B) - c_t^s(A), 0) \quad (10)$$

Calcula-se então, para o mesmo exemplo de 3 períodos, os valores de S_0 , S_1 e S_2 , isoladamente, a partir da árvore binomial construída com os fluxos incrementais de A para B em cada nó da árvore. Para trazer para valor presente os valores de S_1 e S_2 , utiliza-se a probabilidade neutra risco e a taxa de juros livre de risco. O sistema flexível F será preferível ao sistema com tecnologia A sempre que o investimento adicional de adquirir F ao invés de A for menor que o valor da flexibilidade, isto é:

$$I(F) - I(A) < F(A \rightarrow B) \quad (11)$$

E o valor total do sistema flexível será dado então por:

$$E(F) = PV(A) + F(A \rightarrow B) \quad (12)$$

Esta será a modelagem utilizada a seguir.

4.2.2 Modelagem e Resultados

Os preços das commodities de uma forma geral tendem a estar relacionados com o custo marginal de produção de longo prazo, como apontado por Brandão (2000). Isto significa que, no curto prazo os preços podem subir ou descer aleatoriamente, mas no longo prazo tendem a voltar para o custo marginal de produção (que também podem mudar de patamar no longo prazo). Processos desta natureza são chamados de Processos de Reversão à Média e os preços do etanol e metanol devem seguir este processo²⁷.

A forma mais simples para a equação diferencial estocástica que define este processo, também conhecida como processo de Ornstein-Uhlenbeck, ou processo de reversão à média aritmético, descrito em Brandão (2000) e dada por:

$$dx = \eta(\bar{x} - x)dt + \sigma dz \quad (13)$$

²⁷ Encontra-se também, na literatura, o processo de modelagem de reversão à média com saltos.

onde dz é um incremento de *Wiener*, η é a velocidade de reversão e $\bar{x}$ é o nível normal de x (o nível para o qual x tende a reverter, ou valor esperado de longo prazo). Podemos estimar os parâmetros da equação acima usando as informações de tempo discreto através da regressão:

$$x_t - x_{t-1} = a + bx_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Calculamos então $\bar{x} = -a/b$, $\eta = -\ln(1+b)$ e $\sigma = \sigma_e \sqrt{\frac{\ln(1+b)}{(1+b)^2 - 1}}$ onde σ_e é o erro padrão da regressão.

A Variância do processo é dada por:

$$Var(x_t) = \frac{\sigma^2}{2\eta} (1 - e^{-2\eta(t-t_0)}) \quad (15)$$

Os preços do etanol e metanol foram modelados segundo o processo de reversão à média descrito acima. No entanto, em nossa modelagem, $x = \ln(P)$, onde P é o preço da *commoditie*, conforme sugerido por Pinto et al. (2007). É extremamente conveniente usar-se o logaritmo dos preços porque em geral estes obedecem a uma distribuição log-normal e sendo $x = \ln(P)$, P não pode ser um número negativo.

Para metanol, temos uma série mensal de preços entre os meses de janeiro de 2002 até abril de 2008, extraídas do sistema de estatística de exportação da Argentina SIF América S.A. de acesso restrito²⁸. Os preços do etanol foram obtidos pela CEPEA/ESALQ (<http://www.cepea.esalq.usp.br/xls/Saasemanal.xls>) e referem-se às médias semanais dos

²⁸ Os dados foram gentilmente cedidos pela empresa de Trading/Navegação argentina que seria um dos fornecedores do projeto.

preços do álcool anidro praticados no Estado de São Paulo, livre de impostos e frete, de 7 de julho de 2000 até 20 de março de 2008. Todos os preços, em USD/t, foram corrigidos pela inflação americana (índice CPI), publicado pelo Federal Reserve Bank (<http://research.stlouisfed.org/>) de forma a inflacioná-los para a mesma base da última observação de cada série.

Fazendo a regressão sugerida na equação (14), os parâmetros encontrados foram:

	Metanol	Etanol
Valor Esperado de Longo Prazo (USD/t)	343,57	455,89
Volatilidade Anual - σ	22,13%	22,44%
Coefficiente de Reversão à Média Anual - η	4,8946	0,4845

Tabela 8 – Parâmetros da Modelagem de Reversão à Média dos Preços do Etanol e Metanol.

Importante notar que as séries do metanol são mensais, enquanto as do etanol, semanais. Portanto, os valores encontrados para a volatilidade (σ) a partir da regressão foram multiplicados por $(12)^{1/2}$ e $(52)^{1/2}$ e os do coeficiente de reversão a média (η) por 12 e 52 para serem obtidos os valores destes parâmetros anualizados.

O alto valor encontrado para a velocidade de reversão à média do metanol evidencia que os preços deste insumo voltam rapidamente à média, ou seja, tendem a se aproximar do valor médio da série. No entanto, não está descartada a hipótese de que os preços de ambos os insumos obedecem ao processo de reversão à média, pois a hipótese nula de que os coeficientes da regressão sejam zero foi fortemente descartada como pode ser comprovado pela estatística t e o p-valor²⁹. Os resultados destas regressões podem ser encontrados no Apêndice B e os gráficos nas Figuras 27 e 28 que seguem.

²⁹ A hipótese de heterocedasticidade, presença de raiz unitária foram rejeitadas. Há evidência de auto-correlação serial no caso do etanol, motivo pelo qual foi feita a correção pela matriz de Newey-West.

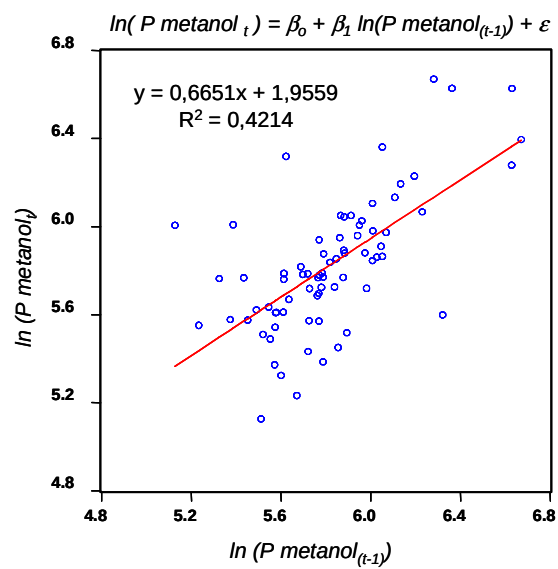


Figura 27 – Regressão dos Preços do Metanol.

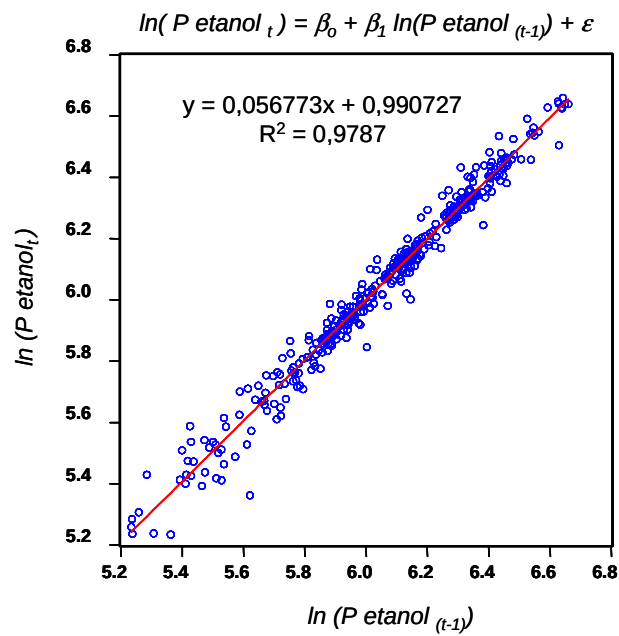


Figura 28 – Regressão dos Preços do Etanol.

Com os parâmetros encontrados, as variâncias do metanol e etanol foram calculadas e os resultados foram: Variância (metanol) = 0,049 e Variância (etanol) = 0,032. Conseqüentemente, os desvios padrão foram: Desvio Padrão (metanol) = 22,13% e Desvio Padrão (etanol) = 17,96%.

O cálculo da volatilidade dos projetos, de metanol e etanol, foi realizado a partir do programa @Risk que realiza uma simulação de Monte Carlo, conforme Copeland e Antikarov (2002)³⁰. Para tal, foram utilizados os valores encontrados anteriormente, médias de longo prazo e os desvios padrão, para o metanol e etanol. A variável de previsão de interesse é definida por:

$$z = \ln\left(\frac{VP_1 + FCF_1}{VP_0}\right) \quad (16)$$

Este valor é calculado mantendo-se constante o valor de VP_0 (valor presente dos fluxos de caixa do projeto em $t=0$) do projeto e inserindo-se variáveis no valor presente do período 1 (VP_1) somado ao fluxo de caixa do período 1 (FCF_1) no numerador, onde

$$VP_1 = \sum_{t=2}^{10} \frac{FCF_t}{(1+WACC)^{t-1}} \quad (17)$$

O programa realiza sorteios aleatórios para a variável de interesse (preço do insumo), a partir da distribuição definida anteriormente, e, após mil iterações, é calculado o retorno médio do projeto para o intervalo de $t=0$ a $t=1$. Esta distribuição dos retornos é assumida constante ao

³⁰ Importante notar que existem, na literatura, críticas à metodologia de cálculo da volatilidade proposta por Copeland e Antikarov (2002) e aqui utilizada. Tais análises apontam para um possível viés de alta no valor encontrado com esta metodologia. Para maiores detalhes, consultar Brandão (2005) e Godinho (2006).

longo do projeto e a partir dela obtém-se então o desvio padrão das variações percentuais do valor do projeto (desvio padrão anual).

Ao encontrarmos o desvio padrão do projeto, podemos calcular os parâmetros u e d para montagem da árvore binomial do metanol e etanol. Para pequenos valores de Δt , temos que:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (18)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = 1/u \quad (19)$$

$$p = \frac{(1 + R_f) - d}{u - d} \quad (20)$$

onde R_f é a taxa livre de risco.

Os resultados encontrados foram, então:

	Metanol	Etanol
Desvio Padrão do Projeto	14,58%	20,44%
$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$	1,16	1,23
$d = 1/u$	0,86	0,82

Tabela 9 – Parâmetros para a Modelagem das Árvore Binomiais dos Projetos com Etanol e Metanol.

As árvores binomiais para o projeto com metanol (Figura 29) e etanol (Figura 30) foram então montadas a partir destes parâmetros, lembrando que em cada instante t foi deduzido o pagamento dos dividendos gerados no período anterior, calculados a partir da razão Fluxo de Caixa Livre/Valor Presente do Projeto, em cada instante t .

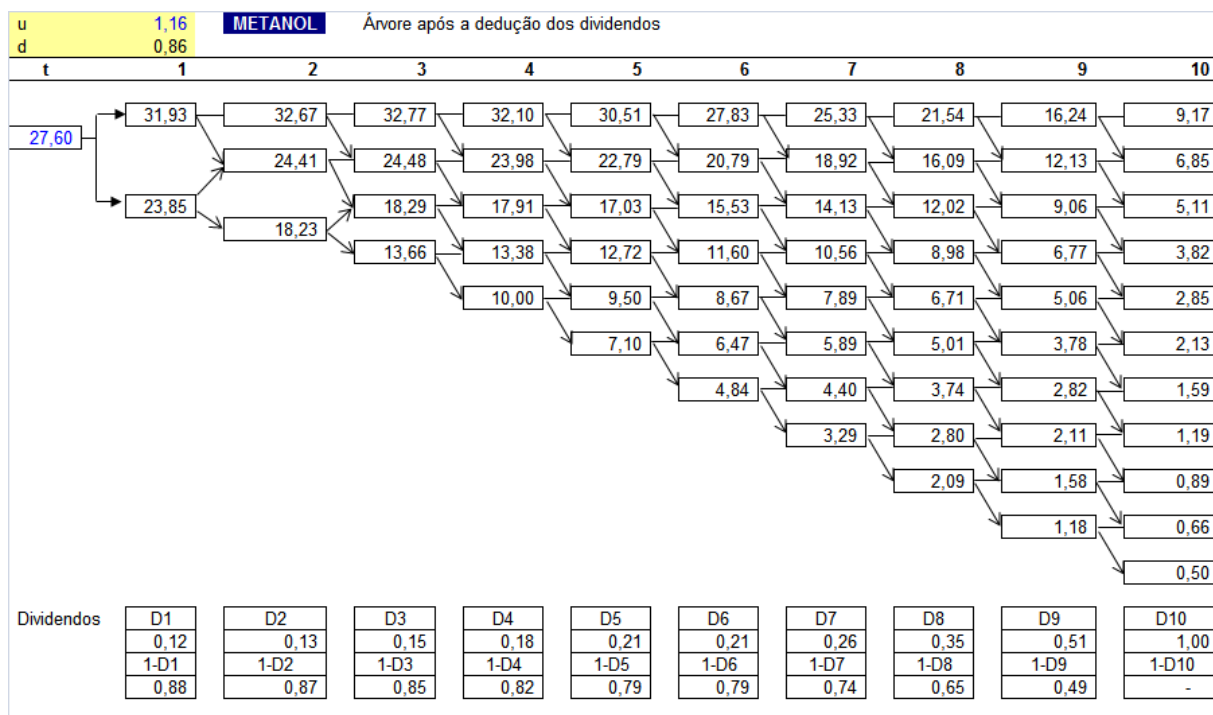


Figura 29 – Árvore Binomial do Valor do Projeto com Metanol.

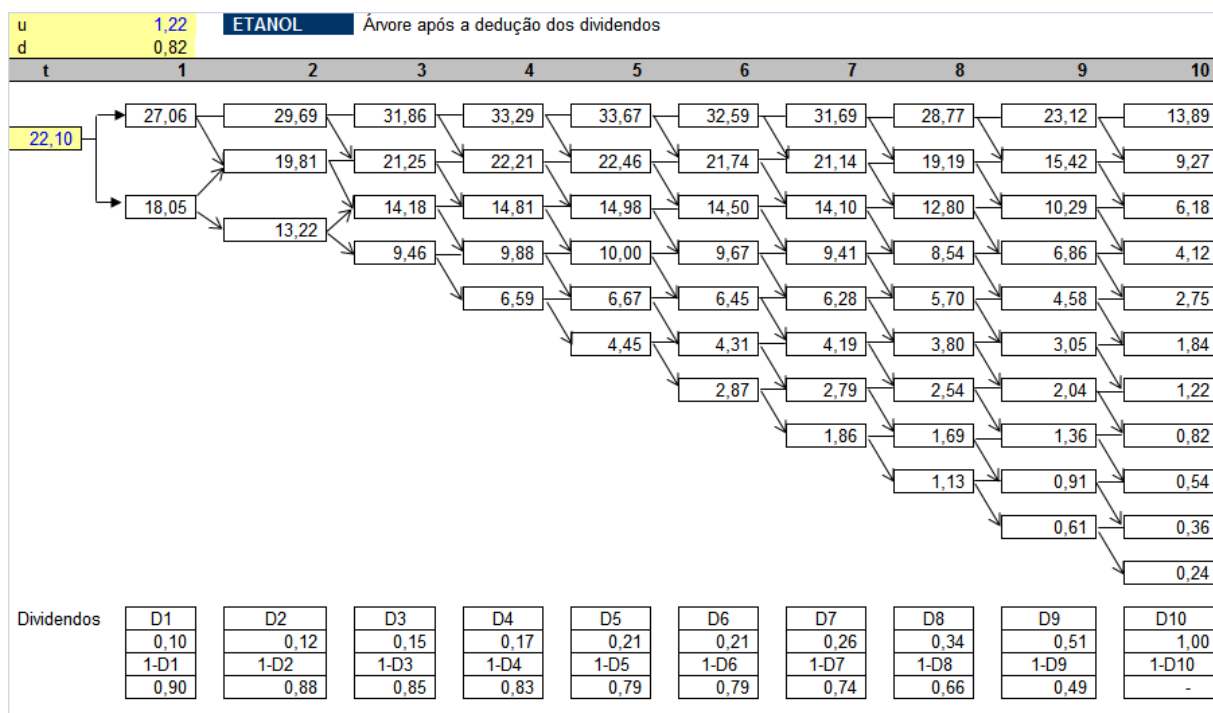


Figura 30 – Árvore Binomial do Valor do Projeto com Etanol.

Com os dados das duas árvores binomiais, a árvore para cálculo da flexibilidade foi criada (Figura 31), conforme modelo geral para flexibilidade de escolha entre modos operacionais

(TRIGEORGIS 2006). Em cada tempo t , é escolhido o valor máximo entre zero e a diferença de cada fluxo de caixa entre a opção nova e a antiga, conforme equação (10), partindo do caso base metanol que é o mais vantajoso em t_0 . Assim, a troca só é feita caso o incremento de fluxo de caixa seja positivo. O valor de cada opção de troca (S) em cada instante de tempo t é então calculado e trazido para o valor presente com a probabilidade neutra-risco.

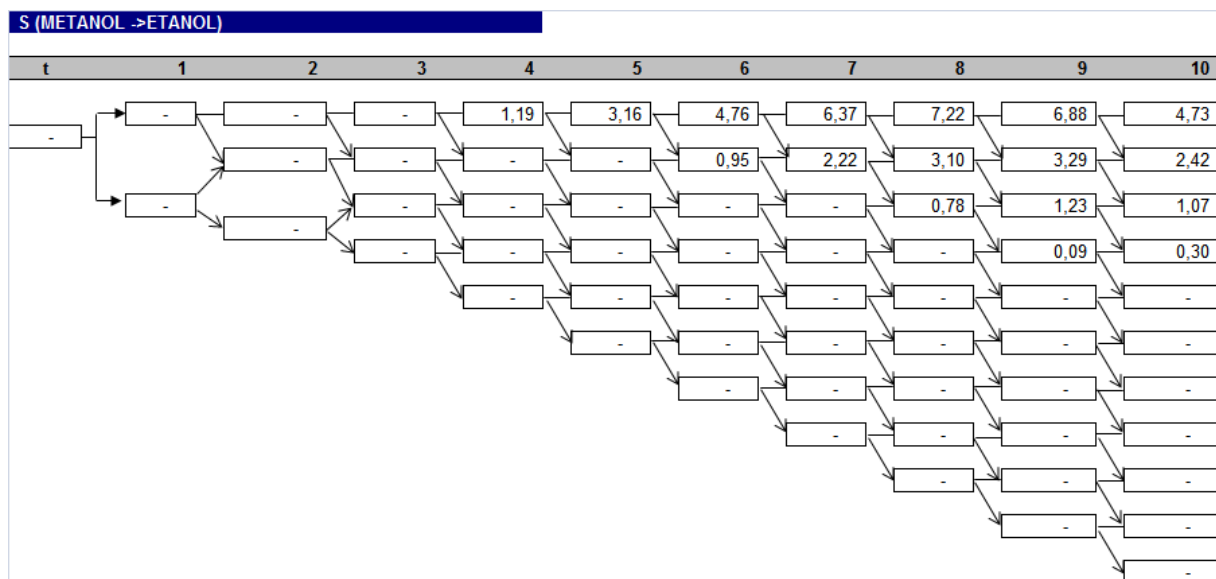


Figura 31 – Árvore da Flexibilidade de Modo Operacional.

A probabilidade neutra-risco calculada com a taxa livre de risco utilizada no Item 5.11 (6,71%) foi 0,69. Com ela, foram trazidos para valores presente cada opção S em cada tempo t e assim S_0 , S_1 , até S_{10} foram calculados conforme sugere a metodologia. Os valores para S_0 , S_1 , S_2 e S_3 foram iguais à zero. Mas os valores presentes dos demais períodos são: $S_4 = 0,21$; $S_5 = 0,36$; $S_6 = 0,55$; $S_7 = 0,65$; $S_8 = 0,71$; $S_9 = 0,60$; e $S_{10} = 0,37$ (valores em USD milhões).

Assim, o valor da flexibilidade total F ($A \rightarrow B$), que é a soma dos valores S em cada t , é igual à USD 3,45 milhões. O acréscimo de investimento necessário para adquirir a unidade flexível é de USD 400 mil, que é menor que o valor da opção. O resultado aponta para investimento no projeto flexível. O valor total do projeto (VPL expandido) é então USD 5,33 milhões, que é a

soma do VP do projeto base com metanol (USD 2,3 milhões) somado ao valor da flexibilidade de se investir em um equipamento que permite a troca do modo operacional (USD 3,45 milhões), deduzido o diferencial de investimento (USD 400 mil).

A recomendação é, portanto, para a adoção do sistema flexível, já que o investimento adicional para tal é inferior ao valor da flexibilidade.

4.2.3 Críticas ao Modelo

As técnicas de avaliação por opção, seja de ativos financeiros ou reais, serão tão mais limitadas quanto mais de longo prazo forem as opções e menos comercializáveis forem os ativos (DAMODARAN 2002). Quando estes não são negociados no mercado financeiro, o valor do ativo subjacente e da variância devem ser estimados. Ainda que existam várias técnicas para tal estimativa, os resultados provenientes destas avaliações estão mais sujeitos a erros de estimativa que no caso onde os ativos são líquidos. Assim, opções de ativos reais são mais difíceis de serem avaliadas dado que não existem referências de mercado disponíveis para o ativo subjacente.

Como apontado por Brandão (2005), o uso de Opções Financeiras cresceu vertiginosamente a partir do trabalho de Black, Scholes e Merton em 1973, mas o mesmo não se observou para as Opções Reais. Isto porque a modelagem matemática para o cálculo das opções reais é mais complexa, o que acaba por inibir sua plena aceitação nas empresas e limitar seu uso. Além da complexidade técnica, Mills (2005) adiciona que a falta de consenso entre os analistas também é uma barreira para a plena aceitação da abordagem pelos executivos e investidores.

Avanços recentes permitem resolver muitas das limitações dos cálculos de opções reais, mas as ferramentas requerem uso intensivo de computadores para solucionar de forma automática

os complexos modelos matemáticos. Para contornar o problema da matemática complexa, Amram e Howe (2002) sugerem que faz mais sentido focar nos conceitos chaves e nas questões estratégicas que surgem da análise por opções que nos detalhes numéricos das técnicas. Manter a simplicidade nos cálculos e desenvolver o caso de estudo de forma robusta, demonstrando como e onde as opções estratégicas ou de flexibilidade podem ser inseridas deve ser o objetivo principal.

5 CONCLUSÃO

5.1 OBJETIVO

Os investimentos em unidades industriais requerem, em geral, vultosos aportes de capital e são, na maioria dos casos, irreversíveis. Uma planta de produção de biocombustíveis utiliza insumos e gera produtos cujos preços são muito voláteis, portanto as incertezas nas estimativas dos fluxos de caixa dos projetos e da taxa de desconto são grandes. Soma-se a isso, a existência de muitas flexibilidades que podem ser incorporadas ao empreendimento, inclusive a escolha da melhor tecnologia de produção. Todos estes fatores fazem com que estes investimentos sejam fortes candidatos a serem avaliados por técnicas de opções reais.

A metodologia de cálculo tradicional, o fluxo de caixa descontado, não apreça corretamente os projetos na presença de incertezas, irreversibilidade e flexibilidades. Estas, quando ignoradas, podem subestimar o valor dos projetos, o que pode impactar diretamente a competitividade de uma empresa no mercado. Portanto, é fundamental adotar uma

metodologia que considere adequadamente as flexibilidades gerenciais para apoiar os tomadores de decisão em suas avaliações estratégicas e de investimentos.

O objetivo do presente trabalho, portanto, foi o de avaliar um projeto de investimento em uma planta de produção de biodiesel na Argentina através da técnica tradicional de fluxo de caixa descontado (FCD) e por técnica de opção real. Esta avaliou a flexibilidade operacional entre utilizar dois insumos de processo diferentes pra produção do produto final, o etanol e o metanol, sendo o caso base o uso do metanol. Buscou-se quantificar o valor da opção de, a partir de um investimento adicional, se construir uma unidade flexível, onde ambos os insumos pudessem ser utilizados, conforme melhor condição de mercado.

5.2 MÉTODOS E RESULTADOS

As pesquisas e referências bibliográficas apresentadas neste trabalho mostram que a metodologia de opções reais é adequada para avaliação de projetos com flexibilidade gerencial. Portanto, o modelo geral para flexibilidade de escolha entre modos operacionais proposto por Trigeorgis (1996) é perfeitamente aplicado à avaliação da planta de biodiesel com flexibilidade operacional aqui apresentada, além de ser simples e objetivo. O modelo de opções reais utilizado foi realizado nas seguintes etapas:

- I. Modelagem das variáveis de interesse (logaritmo dos preços do metanol e etanol) pelo Processo de Reversão à Média, de forma a encontrar os valores esperados de longo prazo e a volatilidade de cada série de preços;
- II. Com os valores acima e utilizando o programa @Risk e a simulação de Monte Carlo proposta por Copeland e Antikarov (2002) foram calculadas as volatilidades de cada projeto, o que utiliza metanol e o que utiliza etanol;
- III. A partir dos valores das volatilidades dos projetos, foram calculados os parâmetros (u, d) para montagem da árvore binomial;

- IV. Foram construídas duas árvores binomiais, uma para cada projeto (metanol e etanol);
- V. Constrói-se então uma terceira árvore (árvore da flexibilidade) onde, em cada instante de tempo, escolhemos o maior valor entre aquele do modo A de operação (metanol – Caso Base) ou o valor de B-A (valor do etanol-valor do metanol);
- VI. Utilizando a probabilidade neutra-risco, trazemos a valor presente os valores encontrados na árvore da flexibilidade em cada instante de tempo. Desta forma, encontra-se o valor total da flexibilidade do projeto, que será a soma dos valores presentes de cada instante t trazidos a valor presente.

A avaliação tradicional pelo FCD resultou em um VPL de USD 2,3 milhões para o Caso Base que utiliza metanol como insumo de processo. Para o caso do investimento na unidade de etanol, o valor encontrado foi negativo, igual a - USD 8,3 milhões.

A análise pela técnica de opção real adotada indicou que a opção pelo modo flexível de operação, optando-se por utilizar etanol ou metanol, tem valor igual a USD 3,45 milhões. Este supera substancialmente os investimentos adicionais necessários para adoção desta opção, estimados em USD 400 mil. Portanto, a recomendação é para a adoção da unidade flexível.

O VPL expandido do projeto é então USD 5,33 milhões.

5.3 LIMITAÇÕES

As técnicas de avaliação financeiras, sejam as tradicionais e também as técnicas de opções reais, possuem limitações tanto teóricas como nas modelagens utilizadas.

Em adição às limitações teóricas sugeridas pela literatura e anteriormente apontadas para as técnicas utilizadas neste trabalho, podem ser observadas também algumas simplificações nas modelagens utilizadas.

No caso da avaliação FCD, uma importante limitação foi o cálculo da taxa de desconto utilizada, que foi baseada na fórmula empírica de Damodaran. O índice de avaliação de risco país também possui inerentes simplificações e não necessariamente reflete o risco país para o projeto em questão.

Uma importante limitação da avaliação por opções reais realizada encontra-se no processo de reversão à média. A modelagem utilizada busca, na própria amostra de dados, o valor médio esperado de longo prazo. Ainda que a intuição econômica justifique que os preços do etanol e metanol obedeçam a um processo de reversão à média, é muito provável que o valor de longo prazo seja superior aos dados amostrais, devido aos novos elevados patamares de custos de produção atuais não capturados pela série histórica. Os altos preços do petróleo, a despeito de possíveis excessos especulativos observados no mercado atual, e novos perfis de demanda mundial de alimentos contribuem para definição de novo patamar de custo de produção dos insumos aqui modelados. A alta volatilidade do mercado atual dificulta a identificação precisa deste novo patamar.

Outra limitação da modelagem foi a não consideração dos custos de troca. Por serem relativamente pequenos, cerca de 1% de acréscimo no custo variável ao se empregar o etanol, estes foram desconsiderados por simplificação.

Finalmente, o próprio modelo utilizado (TRIGEORGIS 1996) pode ser considerado simples quando comparado a outros modelos de apreçamento de opções reais existentes na literatura, em especial aqueles que buscam modelar e otimizar funções lucros ou custos. No entanto, é de fácil aplicação e bastante intuitivo, o que facilita a interpretação e decisão gerencial.

5.4 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

A análise gerencial dos resultados encontrados é extremamente importante antes da tomada de decisão. Muitas vezes, algumas considerações estratégicas não são devidamente capturadas pelos modelos matemáticos teóricos devido às suas inerentes limitações. Nestes casos, a decisão gerencial pela adoção ou não de um projeto ocorre a despeito dos resultados das análises financeiras.

No caso em questão, o resultado da avaliação por opções reais conferiu maior atratividade ao projeto, que, pelo FCD tradicional, apenas era interessante se fosse usado metanol como insumo. No entanto, o adicional do investimento para dispor da flexibilidade é pequeno comparado ao montante total. Se investíssemos o montante maior requerido para construir a unidade flexível e seguissemos utilizando apenas metanol como insumo, ainda assim o NPV do Caso Base avaliado pelo FCD seria positivo. A avaliação por opções reais apenas adiciona o valor estratégico da flexibilidade não capturado pela metodologia tradicional ao caso base. Muitas vezes, num portfólio de investimentos possíveis, este valor adicional pode fazer muita diferença na priorização de um empreendimento dentro de uma carteira de possíveis projetos e com limitação de CAPEX.

Mesmo observando todas as limitações existentes nas metodologias empregadas, a decisão final será pela unidade flexível, por se entender que a opção de mudar o modo de operação, caso as condições de mercado sejam atrativas para tal, tem valor.

5.5 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Como sugestão para futuras pesquisas poder-se-ia buscar novos modelos para modelagem de reversão à média que apontem para valores de longo prazo fora da amostra e, principalmente,

superiores a esta, levando em consideração novas condições de mercado. Sensibilidades utilizando a modelagem de reversão à média com saltos também poderiam ser realizadas.

No que tange à modelagem de opções, sugere-se para futuras pesquisas combinar outras opções com o caso base, como a de adiamento.

Outra sugestão para trabalhos futuros seria utilizar a técnica de opções reais para avaliar a flexibilidade na geração dos produtos, como por exemplo, a flexibilidade entre produzir biodiesel ou comercializar diretamente o produto intermediário óleo de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. de L. (2007). **“Carro Flex Fuel: Uma Avaliação por Opções Reais”**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Administração. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC).

AMRAM, M., KULATILAKA, N. (1999). **“Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World”**. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts.

AMRAM, M., KULATILAKA, N. (1999). **“Uncertainty: The Rules for Strategy”**, In: Journal of Business Strategy, pp. 25-29, May-June.

AMRAM, M., HOWE, K.M., (2002). **“Capturing the Value of Flexibility”**. In: Strategic Finance, pp 10-13, December.

BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO - **Anuario Estadístico 2006**.

Bolsa de Comercio de Rosario - **Informativo Semanal** 14/12/07.

BRANDÃO, L. (2000). **“Investment Under Uncertainty, Dixit & Pindyck, An Instructor’s Manual”**. Disponível em <http://www.puc-rio.br/marco.ind/zip/dp_disclaimer-chapters2_3.zip>. Data de acesso: 10 de junho de 2008.

BRANDÃO, L., DYER, J., HAHN, W. (2005) **“Using Binomial Decision Trees to Solve Real-Option Valuation Problems”**. In: Decision Analysis, v. 2, nº. 2, pp. 69-88. Junho.

BRANDÃO, L., DYER, J., HAHN, W. (2005) **“Response to Comments on Brandão et al. (2005)”**. In: Decision Analysis, v. 2, nº. 2, pp. 103-109. Junho.

BREALEY, R.A., MYERS, S.C., ALLEN, F. (2006). **“Principles of Corporate Finance”**. McGraw-Hill/Irwin. New York.

BRENNAN, M., SCHWARTZ, E., (1985). **“Evaluating Natural Resources Investments”**. In: Journal of Business, vol. 85, no. 2, pp 135-157.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/xls/Saasemanal.xls>>. Data de acesso: 31 de março de 2008.

COPELAND, T, KEENAN, P. (1998). **“Making Real Options Real”**. In: The McKinsey Quarterly, no.3, pp. 129-141.

COPELAND, T, ANTIKAROV, V. (2002). **“Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos”**. Editora Campus. Rio de Janeiro.

CPI Index. Disponível em <http://research.stlouisfed.org/>. Data de acesso: 20 de maio de 2008.

DIXIT, A., PINDYCK, R., (1994). **“Investment Under Uncertainty”**. Princeton University Press. Princeton, New York.

DIXIT, A., PINDYCK, R., (1995). **“The Option Approach to Capital Investment”**. In: Harvard Business Review, May-June, pp. 105-115.

DAMODARAN, A. (2002). **“Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset”**. John Wiley Sons, Inc. New York.

DAMODARAN, A. Disponível em: <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>>. Data de acesso: 11 de abril de 2008.

ELTON, E.J., GRUBER, M.J., BROWN, S.J., GOETZMANN, W.N. (2003). **“Modern Portfolio Theory and Investment Analysis”**. John Wiley & Sons, 6th Ed. New Jersey.

GODINHO, P. (2006) **“Monte Carlo Estimation of Project Volatility for Real Option Analysis”**. In: Journal of Applied Finance, 16, 1, pp. 15. Spring.

HULL, J. (1998). **“Opções Futuros e Outros Derivativos”**. Bolsa de Mercadorias e Futuros, 3ª Edição. São Paulo.

KEMNA, A. (1993). **“Case Studies on Real Options”**. In: Financial Management, pp. 259-270. Autumn.

KESTER, W. (1984). **“Today’s Option for Tomorrow’s Growth”**. In: Harvard Business Review, March-April, pp. 153-160.

KULATILAKA, N., MARCUS A.J (1992), **“Project Valuation Under Uncertainty: When Does DCF Fail?”** In: Journal of Applied Corporate Finance, vol. 5.3, pp. 92-100. Winter.

KULATILAKA, N. (1993), **“The Value of Flexibility: The Case of a Dual-Fuel Industrial Steam Boiler”**. In: Financial Management 22, pp. 271-280. Autumn.

KULATILAKA, N. (1993): **“The Value o Flexibility: A General Model of Real Options”**. In: Real Options in Capital Investments: New Contributions. L. Trigeorgis , Praeger, Nova York.

KULATILAKA, N., KOGUT, B., (2001). **“Capabilities as Real Options”**. In: Organization Science, vol. 12, no. 6, pp. 744-758. November-December.

LIN, T., SHIH, T., (2005). **“Applying Real Options and The Maximum NPV Rule to Market Entry/Exit Strategies”**. In: Asia-Pacific Journal of Operational Research, vol. 22, no. 1, pp 71-83.

MILLS, R. (2005), **“Real Options”**. In: Henley Manager Update, vol. 17, no. 2, pp. 1-11. Autumn.

- MARGRABE, W. (1978). **"The Value of an Option to Exchange one Asset for Another"**. In: The Journal of Finance, vol. 33, no. 1, pp 177-186. March.
- MASSOTTI, M. B. (2007). **"Uso de Opções Reais para Precificação das garantias de contratos; o caso do expresso aeroporto"**. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissionalizante em Administração. Rio de Janeiro: Faculdades IBMEC.
- MCDONALD, R., SIEGEL, D., (1986). **"The Value of Waiting to Invest"**. In: The Quarterly Journal of Economics, pp 707-727. November.
- MCDONALD, R., SIEGEL, D., (1985). **"Investment and the Valuation of Firms When There is an Option to Shut Down"**. In: International Economics Review, vol. 26, no. 2, pp 331-349. June.
- NG, F., BJORNSSON, H., (2004). **"Using Real Option and Decision Analysis to Evaluate Investments in the Architecture, Construction and Engineering Industry"**. In: Construction Management and Economics, 22, pp. 471-482. June.
- PINTO, C. B., BRANDÃO, L., HAHN, W. (2007). **"Options to Switch Among Sugar and Ethanol"**; In: 11th Annual International Conference on Real Options: Theory Meets Practice. Haas Business School, University of California at Berkeley; June 7-9, Berkeley, California.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS (SAGPyA). Disponível em <<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>>. Data de acesso: 15 de janeiro de 2008.
- SCHVARZER, J., TAVOSNANSKA, A. (2007). **"Biocombustibles: expansión de una industria naciente y posibilidades para Argentina"**. Documento de Trabajo no.13, Centro de Estudios de la Situación y Perspectivas de la Argentina (CESPA), Universidad de Buenos Aires. Dezembro.
- SIF AMÉRICA S.A. Data de acesso: 15 de maio de 2008.
- SHARPE, W.F. (1964) **"Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk"**. In: Journal of Finance, v. 19, n^o. 3, pp. 425-442. September.
- TITMAN, S., MAETIN, J.D. (2008) **"Valuation: The Art and Science of Corporate Investment Decisions"**. Pearson Education, Inc. United States.
- TRIAANTIS, A., BORISON, A. (2001). **"Real Option: State of the Practice"**. In: Journal of Applied Corporate Finance, vol. 14, no. 2, Summer.
- TRIGEORGIS, L. (1996) **"Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation"**. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts; London, England.
- TRIGEORGIS, L., SMIT, H.T.J. (2004) **"Strategic Investment: Real Options and Games"**. Princeton University Press. New Jersey.
- TRIGEORGIS, L. (2005). **"Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications in Flexible/Modular Decision Making"**. In: The Engineering Economics, 50, pp. 25-53.

WOOLDRIDGE, J., M., (2003). **“Introductory Econometrics: A Modern Approach, 2e”**. South-Western, Thompson Learning. Ohio, USA.

APÊNDICE A (PREMISSAS PARA ANÁLISE FINANCEIRA DO PROJETO)

O cenário de preços e custos considerados considera valores nominais estimados para o ano de 2008.

O nível de utilização da planta considerado é de 90% (do tempo ao ano) e será considerado um CAPEX anual de USD 10.000 à título de troca de equipamentos, ativos fixos, etc.

O custo de produção do óleo é mantido constante baseado na premissa de que o mercado atual, sob o qual estão baseados os custos do grão e farelo, está desbalanceado considerando os dados históricos em favor do grão (mais alto que o farelo). Portanto, a não-correção adotada sugere um ajuste futuro, onde as receitas com o farelo aumentarão.

Os custos do metanol (e etanol) e a tarifa ferroviária crescem 2% ao ano, para refletir inflação e altas no mercado de petróleo.

Os custos operacionais variáveis e os custos fixos decrescem 1% ao ano, como resultado de ganhos de eficiência no processo e metas gestão proativa dos custos (excelência operacional).

Já a tarifa de armazenagem no terminal é mantida constante por premissa de negociação.

As receitas com biodiesel incluem um aumento conservador anual de 2%, de forma a refletir aumento nos preços resultado de inflação e altas nos mercado de petróleo de soja.

As receitas com a glicerina decrescem 5% ao ano, devido ao excesso deste produto no mercado acompanhando o crescimento da produção de biodiesel na Argentina e as receitas com a lecitina (cujo valor está ancorado no preço do farelo) aumentam 1% ao ano.

Em geral, os preços para os grãos e farelo são considerados conservadores comparados ao mercado atual, o que confere uma confortável margem de segurança ao projeto.

APÊNDICE B (RESULTADOS DAS REGRESSÕES PARA OS PREÇOS DO ETANOL E METANOL)

Dependent Variable: LN_ANIDRO

Method: Least Squares

Date: 06/19/08 Time: 10:12

Sample (adjusted): 7/14/2000 3/21/2008

Included observations: 402 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.056773	0.044381	1.279236	0.2016
LN_ANIDRO(-1)	0.990727	0.007304	135.6329	0.0000
R-squared	0.978719	Mean dependent var		6.068933
Adjusted R-squared	0.978666	S.D. dependent var		0.299910
S.E. of regression	0.043805	Akaike info criterion		-3.413159
Sum squared resid	0.767564	Schwarz criterion		-3.393276
Log likelihood	688.0449	F-statistic		18396.29
Durbin-Watson stat	1.023712	Prob(F-statistic)		0.000000

Dependent Variable: LNMET

Method: Least Squares

Date: 06/19/08 Time: 10:05

Sample (adjusted): 2002M02 2008M04

Included observations: 75 after adjustments

Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=3)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.955852	0.723145	2.704647	0.0085
LNMET(-1)	0.665059	0.126332	5.264375	0.0000
R-squared	0.421431	Mean dependent var		5.825797
Adjusted R-squared	0.413506	S.D. dependent var		0.305234
S.E. of regression	0.233757	Akaike info criterion		-0.042767
Sum squared resid	3.988881	Schwarz criterion		0.019033
Log likelihood	3.603761	F-statistic		53.17344
Durbin-Watson stat	2.238873	Prob(F-statistic)		0.000000

APÊNDICE C (RESUMO DOS PARÂMETROS DO PROCESSO DE REVERSÃO À MÉDIA)

Equações:

$$x_t - x_{t-1} = a + bx_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{ou} \quad x_t = a + x_{t-1}(1+b), \text{ onde } x = \ln(\text{preço})$$

	Anidro		Metanol	
Parâmetros da Regressão	erro padrão	0,043805	erro padrão	0,233757
	beta0 (a)	0,056773	beta0 (a)	1,955852
	beta1 (1+b)	0,990727	beta1 (1+b)	0,665059
Parâmetros do Processo de Reversão à Média	b	-0,00927	b	-0,334941
	x médio	6,122249	x médio	5,839393
	η	0,009317	η	0,407879
	σ	0,031119	σ	0,199908
Parâmetros Anualizados	σ	22,44%	σ	69,25%
	η	0,4845	η	4,8946
	t	52	t	12
Parâmetros para Cálculo da Volatilidade do Projeto	Variância dos Preços	0,032	Variância dos Preços	0,049
	Desvio Padrão dos Preços (%)	17,96%	Desvio Padrão dos Preços (%)	22,13%
	Média (USD/t)	455,89	Média (USD/t)	343,57
	Desvio Padrão (USD/t)	81,87	Desvio Padrão (USD/t)	76,04

$$\bar{x} = -a/b, \quad \eta = -\ln(1+b), \quad \sigma = \sigma_e \sqrt{\frac{\ln(1+b)}{(1+b)^2 - 1}} e \quad \text{Var}(x_t) = \frac{\sigma^2}{2\eta} (1 - e^{-2\eta(t-t_0)})$$

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](#)