

SÉRGIO PARENTE VIEIRA DA ROCHA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-
FINANCEIRA DE USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DE
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Recife
2008

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

SÉRGIO PARENTE VIEIRA DA ROCHA

MODELO DE AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE USINAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Monografia submetida ao Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural, Universidade Federal de Pernambuco para obtenção de grau de Especialista em Engenharia.

Área de Concentração:

Engenharia de Campo – Construção e Montagem

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo de Andrade Pacheco Filho

Recife
2008

DEDICATÓRIA

“Esta monografia é dedicada à minha família”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua presença estimulante.

Aos meus pais, Paulo e Hélia, pelos incentivos e acreditarem nos meus objetivos.

A Danielle, pelo companheirismo e apoio em diversos momentos.

Ao Professor José Geraldo pela confiança, direcionamentos e atitude positiva.

Aos membros da banca pelos comentários e sugestões que certamente contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

Aos engenheiros James Correia de Melo e Jorge Santos, que gentilmente disponibilizaram as informações utilizadas no estudo de caso e sugestões.

Aos colegas do curso, pelos quais tenho grande apreço e admiração.

Valeu!

RESUMO

Neste trabalho é desenvolvida uma metodologia para avaliação da viabilidade econômico-financeira de unidades fabris de produção de biodiesel de pequeno e médio porte que utilizem o processo de transesterificação alcalina de óleos vegetais. A modelagem permite analisar várias possibilidades de configuração de projetos na condição de rota metilica ou etilica, variando o tipo de catalisador e neutralizador, além de outras variáveis operacionais e econômicas, podendo simular diferentes formas de financiamento, uso de Selo Social, depreciação dos equipamentos, nível de Capital de Giro, preço dos insumos, entre outros. São também considerados os investimentos pertinentes à operação da planta, com aquisição de terreno, construção civil e aquisição e instalação dos equipamentos.

O modelo desenvolvido é baseado na metodologia de análise de fluxo de caixa descontado e permite avaliar o empreendimento além dos critérios clássicos baseados em VPL, TIR e *Payback* Descontado. Possibilita uma análise complementar do risco do empreendimento através das análises baseadas em cenários, análise de sensibilidade, ponto de equilíbrio e análise probabilística do risco utilizando o método de Simulação Monte Carlo.

Como forma de validar o modelo desenvolvido foram analisados dois casos reais de plantas de produção de biodiesel, atualmente em operação. No primeiro caso, uma usina de médio porte situada no município de São José do Egito-PE, e no segundo caso, a unidade piloto de produção e pesquisa de tecnologias de fabricação de biodiesel, em Caetés-PE. Os resultados demonstram a viabilidade dos empreendimentos com probabilidades superiores a 75% de sucesso e permitiram avaliar a composição dos custos empregados na produção de cada caso, destacando a matéria-prima como responsável por mais de 70% dos custos totais de fabricação. Permitiu identificar os níveis de produção ideais, a sensibilidade frente às variações dos fatores de produção e verificar os benefícios econômicos obtidos com o uso do Selo Social, além da viabilidade da rota etilica produção, principalmente quando se possui o Selo Social.

Palavras-chave: *Biodiesel. Viabilidade Econômico-Financeira. Fluxo de Caixa Descontado. Análise de Risco. Simulação Monte Carlo. Custos da produção.*

ABSTRACT

At this work is developed a methodology for assessing economic valuation of small and medium size biodiesel production units that use the manufacture method of biodiesel based on alkaline transesterification of vegetable oils. The model allows different possibilities of projects configuration on the methyl and ethyl routes, varying the type of catalyst and neutralizer, including different operational and economic variables, different financing sources, the use of “Selo Combustível Social” certification, equipment depreciation, working capital level and inputs prices and others characteristics. Are too also considered relevant investments like land purchase, construction building costs including install and equipment acquisition.

The developed model was based the methodology of analysis Discounted Cash Flow. In addition to the basics criteria analysis for the economic valuation, based on NPV, IRR and Discounted Payback criterions is showed an additional risk analysis of the enterprise based on scenarios, sensitivity analysis, break-even point and probabilistic risk analysis based on Monte Carlo Simulation method.

To validate the developed methodology, two operational real biodiesel production plants were analyzed. In the first case, a medium sized plant, situated on “São José do Egito” city, PE, Brazil, and the second case the research production plant technologies of biodiesel manufacture, situated on Caetés, PE, Brazil. The results demonstrate the feasibility of enterprisers with above 75% success probability and allowed evaluate the production costs, highlighting the feedstock at principal component of total final production costs, with above 70%. Allows identify goals production levels, the sensibility toward production issues variations and verify the economic advantages obtained with the use of “Selo Combustível Social” certification, and the feasibility of ethyl route, mainly with “Selo Combustível Social” certification.

Keywords: *Biodiesel. Economic Valuation. Discounted Cash Flow. Risk Analysis. Monte Carlo Simulation. Production Costs Evaluation.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Reação de Transesterificação - Fonte: Melo (2007)	12
Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do biodiesel - Fonte: Parente (2003)	12
Figura 3 - Fluxo de caixa convencional	23
Figura 4 - Fluxo de caixa detalhado	24
Figura 5 - Resultados dos Leilões de Biodiesel. Fonte: Anp (2008c)	43
Figura 6 - (E) Unidade Piloto de Biodiesel de Caetés e (D) visão geral dos equipamentos para o processo de produção de biodiesel. Fonte: Melo (2007) .	55
Figura 7 - Tela inicial com resumo dos dados de entrada do Caso 2.....	59
Figura 8 - Perfil do VPL - Caso 1	61
Figura 9 - Perfil do VPL - Caso 2.....	61
Figura 10 - Perfil do Valor Presente Líquido (VPL) - Caso 1	63
Figura 11 - Perfil do Valor Presente Líquido (VPL) - Caso 2.....	64
Figura 12 – Sensibilidade do VPL em função da variação da estimativa - Caso1.....	66
Figura 13 - Impacto no VPL pela variação das estimativas entre -10% e +10% - Caso 1	66
Figura 14 - Sensibilidade do VPL em função da variação da estimativa – Caso2.....	67
Figura 15 – Impacto no VPL pela variação das estimativas entre -10% e +10% - Caso 2.....	67
Figura 16 - Ponte de Equilíbrio – Cenário Mais Provável - Caso 1	69
Figura 17 - Ponte de Equilíbrio - Cenário Otimista - Caso 1.....	69
Figura 18 - Ponte de Equilíbrio - Cenário Mais Provável - Caso 2	69
Figura 19 - Ponte de Equilíbrio - Cenário Otimista - Caso 2.....	69
Figura 20 - Histograma da SMC - Caso 1	72
Figura 21 - Convergência da Simulação Monte Carlo – Caso 1.....	72

Figura 22 - Comportamento da Taxa de Desconto pela SMC - Caso 1	72
Figura 23 - Histograma da SMC - Caso 2	73
Figura 24 - Convergência da SMC – Caso 2.....	73
Figura 25 - Comportamento da Taxa de Desconto pela SMC - Caso 2	73
Figura 26 – Custos Variáveis – Caso 1	75
Figura 27 – Custos Variáveis – Caso 2	75
Figura 28 – Custos Fixos – Caso 1	75
Figura 29 – Custos Fixos – Caso 2	75
Figura 30 - Composição do preço de venda de venda do biodiesel – Caso 1	76
Figura 31 - Composição do preço de venda de venda do biodiesel – Caso 2	76
Figura 32 - Formação do preço do biodiesel.....	77
Figura 33 – Formação do preço do biodiesel para cada caso simulado	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens de metanol e etanol na produção de biodiesel	16
Tabela 2 - Parâmetros tecnológicos de entrada do modelo	35
Tabela 3 – Parâmetros operacionais de entrada.....	35
Tabela 4 - Quantidades de insumos e produtos obtidos por batelada padrão- Rota Metílica.....	36
Tabela 5 - Quantidades de insumos e produtos obtidos por batelada padrão - Rota Etílica	36
Tabela 6 - Incidência de PIS/CONFINS sobre os produtores de biodiesel.....	39
Tabela 7 – Forma de Financiamento praticada pelo BNDES	41
Tabela 8 – Custo de capital de terceiros - k_B	41
Tabela 9 – Preço médios dos leilões de Biodiesel	43
Tabela 10 - Custos Fixos Operacionais Anuais (período de 8 horas/ 25 dias do mês)	44
Tabela 11 - Exigência de mão-de-obra de acordo com o porte para um turno de 8 horas/dia	45
Tabela 12 – Fator de consumo e recuperação do álcool	47
Tabela 13 – Características operacionais originais dos casos em análise.....	55
Tabela 14 – Investimento Inicial apurado	56
Tabela 15 – Estimativa de valor das obras civis.....	57
Tabela 16 – Estimativa de valor dos equipamentos	57
Tabela 17 – Estrutura de Capital.....	57
Tabela 18 – Fatores que influenciam a tributação – PIS/COFINS e Formas de custo de financiamento junto ao BNDES.....	58
Tabela 19 – parâmetros de cálculo da Taxa Mínima de Atratividade - TMA	58

Tabela 20 – Cotação do óleo de Algodão na região de produção para cada caso. ...	60
Tabela 21 – Cotação de preço dos principais insumos utilizados na fabricação do biodiesel.....	60
Tabela 22 – Preço de venda dos principais produtos.....	60
Tabela 23 – Produtividade anual estimada para um nível de operação de 90%.....	60
Tabela 24 - Critérios de avaliação.....	61
Tabela 25 – Fator de Variação –FV - utilizado para determinação dos cenários, por produto.....	62
Tabela 26 – Cenário do preço do óleo de Algodão para cada caso.....	62
Tabela 27 – Valores dos cenários elaborados para ambos os casos	62
Tabela 28 - Critérios de avaliação - Caso 1	63
Tabela 29 - Critérios de avaliação - Caso 2	64
Tabela 30 – Pontos de Reversão - Caso 1.....	66
Tabela 31 – Pontos de Reversão - Caso 2.....	67
Tabela 32 - Ponto de equilíbrio de produção de biodiesel- Caso 1	68
Tabela 33 - Ponto de equilíbrio de produção de biodiesel - Caso 2	68
Tabela 34 - Modelagem SMC das variáveis do modelo	70
Tabela 35 - Medidas estatísticas obtidas pela SMC.....	71
Tabela 36 – Custo Variável médio por cada litro de Biodiesel	75
Tabela 37 – Custo Fixo médio por cada litro de Biodiesel.....	76
Tabela 38 - Composição dos custos totais de fabricação	76
Tabela 39 - Roteiro de Simulações	77
Tabela 40 – Cotação dos preços dos insumos utilizados na simulação.....	78
Tabela 41 - Resultados das simulações.....	78
Tabela 42 - Análise de Sensibilidade - Pontos de reversão	78
Tabela 43 - Ponto de Equilíbrio	79

Tabela 44 - Fatores de Variação utilizados na simulação	79
Tabela 45 - Medidas estatísticas obtidas pela SMC.....	79
Tabela 46 – Composição dos custos totais médios de fabricação para cada caso simulado.....	80
Tabela 47 - Tabela de Ross-Heidecke	96
Tabela 48 - Densidades dos óleos e biodiesel obtido a partir de diferentes fontes...	97
Tabela 49 - Densidade diversas.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VPL	Valor Presente Líquido
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TMT	Tempo Máximo Tolerável
TIR	Taxa Interna de Retorno
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FCO	Fluxo de Caixa Operacional
FC	Fluxo de Caixa
VR	Valor Residual
CF	Custo Fixo
CV	Custo Variável
Desp	Despesas
Dep	Depreciação
LLO	Lucro Líquido Operacional
SMC	Simulação Monte Carlo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Síntese Histórica	4
1.2 Motivação	6
1.3 Objetivos do Trabalho.....	8
1.3.1 Objetivos Gerais.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
2 CONCEITOS BÁSICOS, FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 Introdução	9
2.2 Caracterização do Processo de Fabricação do Biodiesel	10
2.2.1 Processo de Transesterificação.....	11
2.2.2 Matéria-Prima.....	13
2.2.3 Glicerina	17
2.3 Métodos de Avaliação de Viabilidade Econômica	18
2.3.1 Critério de Valor Presente Líquido (VPL).....	18
2.3.2 Critério da Taxa Interna de Retorno (TIR)	19
2.3.3 <i>Payback</i> Descontado (PD).....	20
2.4 Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	21
2.4.1 Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC)	22
2.5 Fluxo de Caixa Descontado (FCD).....	22
2.5.1 Fluxo de Caixa Operacional (FCO).....	24
2.5.2 Custos Fixos (CF)	25
2.5.3 Custos Variáveis (CV).....	25
2.5.4 Despesas (Desp)	25
2.5.5 Valor Residual (VR)	26

2.5.6	Investimento Inicial (I)	26
2.5.7	Capital de Giro (CG)	26
2.6	Análise do Risco.....	27
2.6.1	Ponto de Equilíbrio	27
2.6.2	Análise de Sensibilidade	30
2.6.3	Análise de cenários	31
2.6.4	Simulação Monte Carlo (SMC)	31
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	Introdução.....	34
3.2	Dimensionamento do projeto da planta de produção de biodiesel	34
3.3	Tributação do biodiesel	38
3.3.1	Selo Combustível Social	39
3.4	Cálculo da Taxa Mínima de Atratividade.....	40
3.5	Estimativas do modelo de Fluxo de Caixa Descontado.....	42
3.5.1	Receitas	42
3.5.2	Custos Fixos.....	44
3.5.3	Custos Variáveis	45
3.5.4	Despesas	48
3.5.5	Investimento Inicial (I)	48
3.5.6	Prazo de análise	50
3.5.7	Crescimento esperado	51
3.5.8	Valor Residual	52
3.5.9	Capital de Giro	53
4	RESULTADOS	54
4.1	Introdução	54
4.2	Caracterização do estudo.....	54

4.3	Projeções Econômico-Financeiras.....	60
4.3.1	Avaliação determinística da Viabilidade, através dos critérios	61
4.4	Análise do Risco.....	62
4.4.1	Análise de Cenários	62
4.4.2	Análise de Sensibilidade	65
4.4.3	Análise do Ponto de Equilíbrio	68
4.4.4	Análise de Simulação Monte Carlo	70
4.5	Análise dos Resultados	74
4.5.1	Simulações.....	77
5	CONCLUSÕES, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	81
5.1	Conclusões e Comentários	81
5.2	Sugestões de trabalhos futuros	82
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
	ANEXO A – TABELA DE ROSS-HEIDECKE.....	96
	ANEXO B – TABELA DE DENSIDADES	97
	ANEXO C – FLUXOS DE CAIXA PROJETADOS.....	98

1. INTRODUÇÃO

Impulsionado pelas causas ambientais e econômicas, o mundo promove uma busca desenfreada por fontes de energia alternativas, aliado ao uso racional e preservação dos recursos naturais. Não apenas motivado pelos altos índices de crescimento da demanda, mas também pelo desencadeamento de uma consciência de desenvolvimento econômico aliado ao desenvolvimento social e distribuição de renda, os governos de todo o mundo buscam alternativas de investimento em fontes energéticas que aproveitem o potencial natural, sem degradá-lo ou que sejam conflitantes com outras fontes de subsistência e renda.

Neste sentido, os biocombustíveis (etanol ou biodiesel, por exemplo), vêm despontando como alternativas que integram a busca por oferta energética, aliada ao desenvolvimento econômico e social, respeito ao meio-ambiente e gerando divisas a governos carentes de fontes primárias de energia, porém abundantes de campos agriculturáveis e mão-de-obra, como Índia, China ou Brasil.

O biodiesel é um combustível obtido a partir de fonte renováveis proveniente de óleos vegetais, *in natura* ou residuais, ou gordura animal, em geral, através dos processos químicos de transesterificação e catálise térmica, respectivamente. Possui característica físico-química semelhantes ao óleo diesel o que permite utilizar o mesmo conceito de máquinas diesel.

De acordo com Silva (2005), dentre as vantagens do biodiesel comparadas ao diesel, cabe ressaltar as seguintes:

- O biodiesel é isento de enxofre e compostos aromáticos, o que promove uma combustão mais limpa e sem formação de SO₂ (gás que provoca a formação da chuva ácida) e de outros compostos cancerígenos (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos).
- O biodiesel possui maior ponto de fulgor (temperatura mínima na qual a mistura combustível-ar torna-se inflamável), o que significa que o biodiesel não é inflamável nas condições normais de

transporte, manuseio e armazenamento, proporcionando uma maior segurança em sua utilização;

- A composição química homogênea e a presença de oxigênio (teor médio em torno de 11%) no biodiesel contribuem para uma combustão mais completa e eficiente em relação ao diesel mineral, o que implica numa diminuição nos principais resíduos – material particulado (66%), hidrocarbonetos (45%) e monóxido de carbono, CO (47%);
- O biodiesel possui um alto número de cetano (em torno de 56, ou seja, 18% maior do que o diesel mineral), o que confere elevado poder de auto-ignição e de combustão, aspecto que se reflete de modo especial na partida “a frio”, no ruído do motor e no gradiente de pressão nos motores diesel;
- O biodiesel possui uma viscosidade apropriada para queima nos motores diesel, aspecto que se reflete no mecanismo de atomização do jato de combustível (sistema de injeção) no processo de combustão;
- O biodiesel é biodegradável, não tóxico e possui uma excelente capacidade lubrificante, proporcionando uma maior vida útil aos equipamentos dos motores diesel nas quais for empregado.

As desvantagens do biodiesel perante o diesel mineral:

- Menor estabilidade oxidativa, decorrente das ligações insaturadas existentes nas cadeias carbônicas provenientes dos ácidos graxos, fato que pode comprometer a armazenagem e utilização do biocombustível, porém pode ser superada pela utilização de aditivos que melhorem a conservação do biodiesel;
- Um maior ponto de névoa, ou seja, uma maior temperatura inicial de cristalização do óleo, propriedade que está relacionada à fluidez do óleo e implica negativamente no bom funcionamento do filtro de óleo, bem como do sistema de alimentação do motor quando o mesmo é acionado sob baixas temperaturas. Esse inconveniente pode ser amenizado realizando-se um pré-

aquecimento do óleo, e alternativamente, pelo uso de aditivos e da mistura biodiesel/diesel mineral.

- A combustão do biodiesel produz uma maior emissão de gases nitrogenados (NO_x), que são responsáveis por provocar o fenômeno da chuva ácida e da destruição da camada de ozônio na atmosfera. Wang, Lyons *et al.* (2000) sugeriram que o aumento na emissão de NO_x (em torno de 11,60%) em relação às emissões do diesel mineral) estaria relacionado à estrutura moleculares (comprimento da cadeia carbônica, quantidade de insaturações e de oxigênio presentes na molécula) dos ésteres que forma o biodiesel e ao aumento da pressão e da temperatura da câmara de combustão no momento da ignição no motor diesel.
- Um menor poder calorífico do biodiesel, ou seja, uma menor quantidade de energia desenvolvida por unidade de massa pelo biodiesel quando ele é queimado. Entretanto, essa desvantagem frente ao diesel mineral é bastante pequena na ordem de 5% e como o biodiesel possui uma combustão mais completa, o consumo específico será equivalente ao do diesel mineral.

A utilização da mistura Biodiesel/Diesel em substituição ao uso de um combustível 100% diesel traz os benefícios das propriedades do biodiesel, descritos acima. National Renewable Energy Laboratory (2001) descreve que ocorre um aumento da lubrificidade proporcionada pelo biodiesel quando misturado ao óleo diesel proveniente do petróleo, promovendo uma redução no desgaste e quebra de componentes do motor, aumentando sua vida útil. Ocorre também uma melhora na limpeza do sistema de combustível, o que pode levar ao entupimento do filtro de combustível, durante as primeiras semanas de uso após a troca de combustível. O mesmo autor ressalta também a possibilidade de problemas com o sistema de combustível devido a problemas de corrosão dos selos de vedação, principalmente em veículos antigos, causado principalmente pela propriedade solvente que o biodiesel possui.

Ferrari, Scabio *et al.* (2004) constata redução no consumo em misturas até B20 comparado ao diesel, em testes realizados em geradores de energia

elétrica, contudo com o teor de biodiesel acima dos 20% ocorreu um aumento do consumo do combustível, devido provavelmente ao aumento da viscosidade associada ao maior teor de biodiesel.

Da Silva (2003) *apud* Camargos (2005) realizaram testes com motor de ônibus em bancada com misturas de 5 a 30% de biodiesel de girassol. Não foram observadas reduções no desempenho do motor, mas houve uma pequena redução no valor do torque.

1.1 Síntese Histórica

A idéia de usar óleo vegetal como combustível é tão antiga quanto a máquina a diesel. Rudolph Diesel, o inventor da máquina batizada com seu nome, realizou experimentos originalmente para obtenção desse combustível a partir de óleo de amendoim. No entanto, no começo do século XX, a máquina a diesel foi adaptada para trabalhar com o combustível derivado do petróleo, o qual era barato e abundante. Ao final do século XX, nos anos 70, entretanto, devido aos choques nos preços do petróleo (1973 – primeiro choque do petróleo – crise mundial provocada pelo embargo ao fornecimento de petróleo aos Estados Unidos e às potências européias; 1979 – segundo choque do petróleo – causado pela revolução iraniana) o preço do petróleo cresceu e da mesma forma cresceu o interesse na produção do biodiesel. A partir do início da década de 90, devido à pressão dos ambientalistas, foi iniciada a produção comercial do biodiesel nos Estados Unidos (Melo, 2007).

No Brasil, as primeiras experiências utilizando óleos vegetais com a finalidade de produção de energia foram realizadas nas décadas de 20. Ressaltem-se os trabalhos feitos no Instituto Nacional de Tecnologia (INT) na década de 20. A série de ensaios feitos pelo INT utilizou diversos óleos e misturas tais como algodão, mamona, babaçu, concluído favoravelmente pelo uso destas oleaginosas (Barros, 2005). Na década de 70, a dependência do petróleo externo representava 80% do petróleo utilizado no Brasil, após o primeiro choque do petróleo em 1973 houve a retomada de investimentos na pesquisa de jazidas petrolíferas e a busca por fontes alternativas, o que favoreceram a introdução do álcool combustível na matriz energética brasileira em 1975 através da criação do Programa Nacional do Álcool, o Proálcool.

Em 1980, a Resolução nº 7, do Conselho Nacional de Energia, instituiu o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Proóleo). Entre outros objetivos, pretendia substituir óleo diesel por óleos vegetais em mistura de até 30% em volume, incentivar a pesquisa tecnológica para promover a produção de óleos vegetais nas diferentes regiões do país e buscar a total substituição do óleo diesel por óleos vegetais. Neste período, o país produzia cerca de 15% do petróleo consumido e os preços internacionais eram os mais elevados de toda a história, resultantes do segundo choque do petróleo (Biodieselbr, 2008b).

No início dos anos 80 surgiu o Programa Nacional de Alternativas Energéticas Renováveis de Origem Vegetal com algumas linhas de ação relacionadas aos óleos vegetais combustíveis, que levaram ao Programa de Óleos Vegetais - OVEG, voltado especificamente para a comprovação técnica do uso dos óleos vegetais em motores ciclo Diesel. Porém, os altos custos e aspectos técnicos de aplicação impediram o desenvolvimento do Programa (Biodieselbr, 2008b).

No início dos anos 80, como resultado dessa primeira fase do biodiesel no Brasil, a empresa cearense Produtora de Sistemas Energéticos (Proerg) obteve a primeira patente brasileira de biodiesel, e tinha capacidade de produzir 200 litros por hora de biodiesel (Parente, 2006).

A preocupação com o efeito estufa, as guerras no Oriente Médio, afetando diretamente alguns dos principais países produtores de petróleo, e as questões ligadas ao declínio da produção de petróleo, foram os principais fatores a imprimir avanços sem precedentes à produção e uso do biodiesel (Melo, 2007).

O governo voltou a se interessar pelo biodiesel quando sua produção e consumo passaram a crescer na Europa, principalmente na Alemanha; também vislumbrou uma forma de fortalecer a agricultura familiar e assim melhorar a inclusão social, um problema muito sério no Brasil (Leite e Leal, 2007). No Brasil, o lançamento do Programa Nacional de Produção do Biodiesel (PNPB),

através da Lei N°11.097 de 13 de janeiro de 2005¹, determinou a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, determinando, a partir de Janeiro de 2008, a mistura mínima obrigatória de 2%, em volume, de adição de biodiesel ao óleo diesel (denominada B2²). E a partir de 2013 a mistura mínima B5. Através da resolução CNPE N°2 de 13 de março de 2008³, o percentual mínimo de mistura B3 foi antecipado para vigorar a partir de julho de 2008. Isto representa um acréscimo de cerca de 190 milhões de litros no ano de 2008, segundo Biodieselbr (2008a).

1.2 Motivação

Atualmente, as discussões sobre o futuro da indústria de produção de biodiesel no Brasil estão focadas nos problemas de abastecimento de matéria-prima e a possível concorrência desse novo mercado com outros produtos que usam as oleaginosas como constituintes básicos ou como alimentos. Casos como o da Brasil Ecodiesel (até em tão maior produtor de biodiesel do país), que entrou em processo de reestruturação financeira, após arcar com grandes prejuízos⁴; fábricas operando abaixo da capacidade devido à falta de matéria-prima, além de problemas com o atual sistema oficial de compras, realizado pela ANP. Tais fatos confrontam com a crescente demanda pelo produto e crescentes incentivos de financiamento para construção de usinas de biodiesel pelo governo⁵ e anúncio de construção de novas plantas⁶.

É fato o atual desequilíbrio em que a cadeia produtiva do setor se encontra. Sobre isso, Mota (2008) cita algumas as possíveis causas:

- A capacidade instalada de produção de biodiesel. Atualmente, superior ao B3 e que já atinge a meta do B5;

¹ Lei N°11.097 de 13 de Janeiro de 2005 - Brasil (2005b)

² Mistura óleo diesel/biodiesel – BX – combustível comercial composto de (100-X)% em volume de óleo diesel, conforme especificação da ANP, e X% em volume do biodiesel, que deverá atender à regulamentação vigente, Brasil (2008d).

³ Resolução N°2 de 13 de Março de 2008 – DOU 14.3.2008 - Brasil (2008e)

⁴ Cruz (2008) e Efe (2008a)

⁵ Rosas (2008)

⁶ Agência Brasil (2008b); Riveras (2008).

- A produção de óleos vegetais e seus preços. Crescimentos extraordinários dos preços, sobretudo quando se considera que a matéria-prima contribui em quase 70% dos custos de produção;
- Óleos vegetais são commodities e tiveram seus preços majorados no mercado internacional.
- Desequilíbrio quantitativo (volumes e preços) e qualitativo.
 - com pouco incremento na produção de Óleos vegetais oriundos da agricultura familiar (mamona e pinhão-manso);
 - com pouco incremento na produção de Cultivos com maior incidência de mão-de-obra (babaçu, coco da baia, dendê etc.);
- Soja representa 90% da produção atual de óleos no Brasil;
- Pouco crescimento e evolução das usinas de extração de óleos vegetais.

A decisão sobre o investimento em uma unidade produção de biodiesel deve ponderar diversos fatores, principalmente os relacionados ao mercado consumidor, aos custos para aquisição e manutenção do empreendimento e, principalmente, as expectativas de retorno do investidor.

Um mercado ainda em desenvolvimento e em estruturação, como o do biodiesel, demanda não só ferramentas que apoiem a decisão sob o ponto de vista econômico-financeiro puramente, mas também que permitam o investidor analisar o projeto sobre diversos aspectos, construindo cenários e variando parâmetros, permitindo identificar, por exemplo, as metas de produção para o empreendimento atingir o retorno esperado, ou quais são as variações máximas do preço dos insumos que não interferem na rentabilidade do empreendimento. Em fim, para tomar a decisão o investidor precisa ter disponível qual a máxima lucratividade esperada e a real dimensão do risco a ser assumido.

Essa monografia visa atender essa demanda do investidor através do desenvolvimento de um modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira de usinas de várias capacidades de produção, com diversos parâmetros operacionais, de tecnologia ou de investimento, que podem ser

ajustados e modelados de acordo com a especificidade que um projeto de construção de uma planta produtora de biodiesel exige. Fornecendo ao usuário do modelo, diversas formas de análise baseadas na identificação e quantificação do risco do empreendimento.

1.3 Objetivos do Trabalho

1.3.1 Objetivos Gerais

Desenvolver um simulador para avaliar a viabilidade econômica da implantação de usinas de produção de biodiesel sob diversos aspectos e cenários de investimento e tecnologia a fim de obter um panorama dos custos e retornos envolvidos neste tipo de empreendimento no Brasil.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revisão bibliográfica sobre Biodiesel, tecnologias de processo e fontes alternativas de matéria-prima;
- Revisão bibliográfica sobre Estudo de Viabilidade Econômica;
- Caracterização dos tipos de processo produtivos, capacidade, infraestrutura, investimentos necessários e de mão-de-obra para implantação de uma usina de produção de biodiesel;
- Desenvolvimento de aplicativo em Microsoft Excel para realizar simulações de cenários técnicos econômicos;
- Validação do aplicativo desenvolvido em dois casos reais de usinas de produção de biodiesel, através de entrevista com especialista gestor da unidade fabril;
- Avaliação econômica do estudo de caso, projeção de estimativas de faturamento e retorno sobre o investimento;
- Criação de cenários e análise de risco, considerando alternativa de investimento e analisando viabilidade do empreendimento para diferentes matérias-primas e características de operação.

2 CONCEITOS BÁSICOS, FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução

Neste capítulo serão abordados os métodos de fabricação de biodiesel aplicados atualmente na indústria, com maior ênfase no processo de transesterificação alcalina utilizando óleo de origem vegetal. Serão descritas as principais etapas de produção e insumos básicos necessários. Tais conceitos são importantes para caracterizar o processo e direcionar o desenvolvimento do objetivo maior desse trabalho, que é avaliar a viabilidade econômico-financeira deste tipo de empreendimento no Brasil.

Dentre os métodos de avaliação de empresas, os métodos baseados em Fluxo de Caixa Descontado (FDC) têm sido os mais recomendados por diferentes autores. Assaf Neto (2007) ressalta o reconhecimento desse método no mercado, devido ao seu maior rigor técnico e conceitual, o que o torna o mais indicado para avaliação econômica de empresas. Póvoa (2007), afirma que dentre todos os instrumentos de precificação de ativos o FCD é o mais completo. Fernández (2007) descreve os métodos baseados em FCD como os únicos que podem ser classificados como “conceitualmente corretos”.

Por essa razão foi escolhida a metodologia de FCD como ferramenta principal de apoio ao estudo. Para tanto, serão discutidas as premissas necessárias para elaboração de fluxo de caixa projetado e as dificuldades de se elaborar um fluxo de caixa em uma situação de incerteza. Visando minimizar a incerteza associada à metodologia empregada e assim auxiliar o processo de decisão, serão abordados os métodos de análise de risco, como o baseado em criação de cenários; análise de sensibilidade do impacto dos principais parâmetros componentes do fluxo de caixa, que são sujeitos à incerteza; análise do ponto de equilíbrio e análise probabilística do risco utilizando o método de simulação Monte Carlo.

2.2 Caracterização do Processo de Fabricação do Biodiesel

De acordo com Khalil (2006), dentre as formas empregadas para produção do biodiesel, destacam-se os seguintes processos:

- Processos Químicos: Transesterificação alcalina e Esterificação ácida;
- Processos Bioquímicos: Transesterificação enzimática;
- Processos Termoquímicos: Craqueamento termocatalítico e Hidrocraqueamento.

Vários métodos são utilizados para a conversão dos óleos vegetais em biodiesel, entre eles o óleo original (*in natura* ou misturado com o diesel) e o óleo modificado (craqueamento catalítico e transesterificação catalisada). Devido à característica de elevada viscosidade, o emprego de óleo vegetal em motores de combustão interna não apresenta bons resultados na sua forma original, tanto *in natura* quanto em mistura com o diesel mineral. Além disso, o problema de volatilidade baixa ocasiona a combustão incompleta e formam-se depósitos no bico injetor dos motores diesel (Schuchardt et al., 1998).

O craqueamento catalítico ou térmico refere-se ao processo que provoca a quebra de moléculas por aquecimento a altas temperaturas, na ausência de ar ou oxigênio, formando uma mistura de compostos químicos com propriedades muito semelhantes às do diesel de petróleo. Porém, a remoção do oxigênio do processo reduz os benefícios provenientes de um combustível oxigenado, diminuindo suas vantagens ambientais e geralmente produzindo um combustível mais próximo da gasolina que do diesel. Assim, pela nomenclatura internacional, o combustível produzido pelo craqueamento térmico não é considerado biodiesel, apesar de ser um biocombustível semelhante ao óleo diesel (Holanda, 2004). Além disso, como observa Lima, Soares *et al.* (2004) *apud* Melo (2007), pode não ser viável devido a grande quantidade de energia consumida na conversão das cadeias alquílicas dos triglicerídeos em hidrocarbonetos lineares.

O processo de transesterificação enzimática tem despertado a atenção dos produtores de biodiesel por ser um processo que permite uma fácil separação da mistura éster-glicerol, obtendo um biodiesel com alta pureza e com recuperação do

catalisador. No entanto, apresenta altos custos e trata-se de uma tecnologia ainda em desenvolvimento.

Atualmente, a melhor alternativa de conversão dos óleos vegetais em ésteres alquílicos (biodiesel) é o processo de transesterificação, tendo como vantagens o alto rendimento de conversão do óleo em ésteres, a redução drástica da viscosidade do óleo e a produção de glicerina como co-produto de alto valor comercial (Melo, 2007).

2.2.1 Processo de Transesterificação

Os óleos vegetais – assim como as gorduras animais – são triglicérides, ou seja, uma combinação com três ácidos graxos. Na sua forma pura, a estrutura molecular impede que sejam usados em motores a diesel de combustão convencional. A solução é substituir o triglicerídeo por um álcool alifático: isso transforma o óleo vegetal altamente viscoso em um biodiesel com excelentes características de fluidez. E tudo isso o que é preciso é uma simples reação química: a transesterificação (Evonik, 2005).

A transesterificação consiste na reação química de triglicerídeos (óleos e gorduras vegetais ou animais, em que os ácidos graxos formam ésteres com o glicerol) com álcoois (metanol ou etanol), na presença de um catalisador (ácido, base ou enzimático), resultando na substituição do grupo éster do glicerol pelo grupo do etanol ou metanol (Plano Nacional De Agroenergia, 2005).

A transesterificação ocorre em uma seqüência de três subreações consecutivas e reversíveis, com di e monoglicerídeos como intermediários, e as proporções estequiométricas são três moles de álcool por mol de triglicerídeo, óleo vegetal. Entretanto, algum excesso de álcool é necessário para aumentar o rendimento da conversão e permitir a posterior separação dos ésteres do glicerol (Schuchardt, Sercheli *et al.*, 1998).

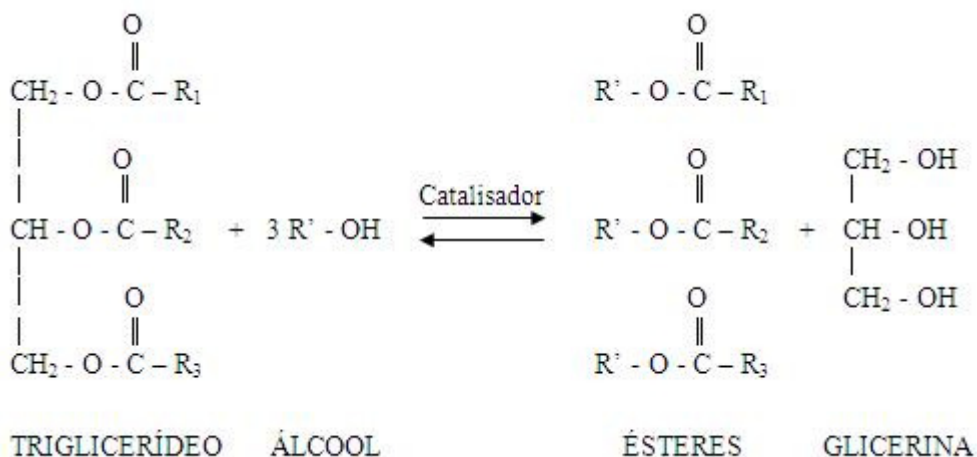


Figura 1 - Reação de Transesterificação - Fonte: Melo (2007)

Na Figura 1, R1, R2 e R3 são cadeias longas de hidrocarbonetos, chamadas às vezes de cadeias do ácido graxo, e R' é uma cadeia de hidrocarboneto de um álcool simples como metanol ou etanol.

O processo produção do biodiesel pelo processo de transesterificação alcalina pode ser representado através do fluxograma da Figura 2.

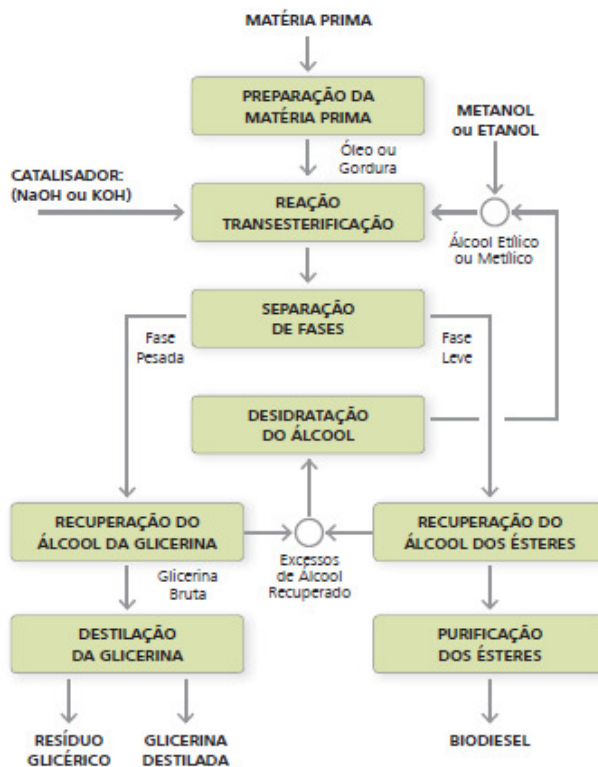


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do biodiesel - Fonte: Parente (2003)

De acordo com Gerpen (2005) *apud* Melo (2007) para ocorrer a reação de transesterificação, o álcool, o catalisador, e o óleo são combinados em um reator e agitados, com aquecimento e tempo para a reação. As plantas menores usam freqüentemente reatores em batelada, mas a maioria das plantas maiores usam os processos contínuos de fluxo que envolvem os reatores contínuos de tanques agitados (CSTR). A reação é feita às vezes em duas etapas. Nesse sistema, aproximadamente 80% do álcool e o catalisador é adicionado ao óleo em um primeiro estágio CSTR. Então o produto reagido deste reator atravessa uma etapa de remoção do glicerol antes de incorporar em um segundo CSTR. Os 20% restantes do álcool e do catalisador são adicionados neste reator. Este sistema fornece uma reação muito completa com o potencial de usar menos álcool do que sistemas de uma etapa.

Após a reação, o glicerol é removido dos ésteres devido a baixa solubilidade do glicerol nos ésteres. Essa separação em geral ocorre de forma rápida e pode ser realizada em um decantador ou em uma centrífuga. O álcool em excesso tende a agir como um solubilizador e pode retardar a separação. Contudo, o excesso de álcool normalmente não é removido do reator até que ocorra a separação do glicerol e do éster para evitar reversibilidade da reação. Água pode ser adicionada a mistura após o processo de transesterificação estar completo para melhorar a separação do glicerol.

2.2.2 Matéria-Prima

As possibilidades de matéria-prima para fabricação do biodiesel são diversas, mas em geral concentram-se no uso de óleos vegetais e gordura animal. Outras fontes também se destacam pelo aproveitamento de óleos residuais, como o óleo de fritura ou resíduos graxos de esgoto sanitário. Pesquisas atuais já direcionam o uso de microalgas como fonte alternativa, cujo teor de óleo pode alcançar 60%, a título de comparação a soja possui apenas 20%, segundo Rodrigues (2008).

Por possuírem diversas aplicações comerciais, os óleos vegetais possuem grande valor no mercado, chegando a alguns casos até a superar o preço do óleo diesel e a concorrendo diretamente com a produção do biodiesel. Algumas inclusive classificadas como commodities, a exemplo da soja, possuem preços influenciados

fortemente pelo mercado externo. Assim, é importante que a escolha da matéria-prima leve em conta a competitividade econômica e a disponibilidade na região onde será produzido o biodiesel.

Dependendo de vários fatores, mas principalmente da escala de produção, quando se observa o impacto dos custos do óleo vegetal nos custos finais do biodiesel essa relação pode chegar a até 80% dos custos finais de produção, evidenciando o grande impacto desse custo no preço final, levando a pouca margem operacional de lucro.

Alguns óleos vegetais ou óleo residual de fritura e gordura animal podem conter proteínas, gomas, ou outros materiais que podem tornar a reação ineficiente ou levar a um produto final de baixa qualidade. Para evitar esse problema, é necessário que haja um pré-tratamento do óleo, o qual pode envolver a lavagem, degomagem⁷, refinamento ou branqueamento para remover essas impurezas (Render, 2007).

Álcool de reação

A escolha prévia do álcool metílico (Metanol) ou álcool etílico (Etanol) como agente de transesterificação do óleo vegetal ou da gordura animal definirá fortemente alguns aspectos tecnológicos do processo de produção industrial. O consumo de álcool, as condições de reação e de separação serão diferentes em função das propriedades de cada álcool, o que leva a definir as rotas tecnológicas como metílica e etílica, respectivamente para o uso de metanol e etanol (Khalil, 2006).

O tempo de reação é componente importante no processo de produção, pois ele influencia diretamente no tempo total gasto em uma batelada de produção, isso irá impactar na disponibilidade da usina e desta forma limita a sua capacidade de produção diária. No caso da rota metílica o tempo médio de reação utilizado nesse estudo é de 60 minutos e no caso da rota etílica, de acordo com Parente (2003), este tempo é média de 90 minutos.

⁷ A degomagem constitui na retirada dos fosfolípidios (gomas) presentes no óleo bruto, através de um processo de aquecimento e resfriamento, para em seguida retirada do óleo bombeado a um decantador para a precipitação de gomas.

O rendimento da reação representa a quantidade de ésteres obtidos em relação à quantidade de ácidos graxos utilizados no processo e dependendo da rota de produção pode apresentar diferentes rendimentos, inclusive com maior obtenção de glicerina no caso da rota etílica. Esta relação está exposta, em forma de quantidades por batelada, na Tabela 4 e Tabela 5.

O processo de transesterificação deve incluir recuperação e purificação de todo excesso de álcool utilizado presente nas fases leve e pesada, representado uma economia ao processo, pois esse álcool pode reaproveitado posteriormente em outra batelada de produção. Os excessos residuais do álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água, necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação ou ainda por evaporação sob baixa pressão (evaporação *flash*).

No caso da desidratação do metanol, a destilação é bastante simples e fácil de ser conduzida, uma vez que a volatilidade relativa dos constituintes dessa mistura é muito grande, e ademais, inexistente o fenômeno de azeotropia para dificultar a completa separação.

Diferentemente, a destilação do etanol, complica-se em razão da azeotropia, associada à volatilidade relativa não tão acentuada como é o caso da separação da mistura metanol-água.

Segundo Parente (2003), no caso do etanol o excesso recomendado de álcool, para deslocar a reação e evitar a reversibilidade da reação, também é maior, em média 650% superior ao necessário enquanto que no caso do metanol é apenas de 100%, além de necessitar de uma maior temperatura recomendada de reação.

Pode-se concluir que, sob o ponto de vista técnico econômico, a reação via metanol é mais vantajosa que a reação via etanol. Porém o etanol torna-se uma opção mais vantajosa quando se leva em conta a questão ambiental. Por ter origem renovável, possuir menores riscos à saúde, menor influência do mercado externo e possuir caráter estratégico no programa energético brasileiro, o etanol desponta como uma alternativa que pode se tornar mais vantajosa futuramente sob diversos aspectos, inclusive o econômico, Tabela 1.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens de metanol e etanol na produção de biodiesel

<u>Alcool</u>	<u>Vantagens</u>	<u>Desvantagens</u>
Metanol	Menor Custo Menor Consumo Maior reatividade Não higroscópico	Não renovável Risco à saúde Produto Importado Não biodegradável
Etanol	Maior Rendimento Maior Oferta Renovável Biodegradável	Maior consumo Maior custo Higroscópico Menor reatividade

Fonte: Khalil (2006)

Catalisador

Os catalisadores são substâncias de elevada atividade e promotoras da reação química específica. Dentre os principais catalisadores empregados na produção do biodiesel, destacam-se os compostos alcalinos, como os hidróxidos de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH) além dos catalisadores ácidos.

O emprego de catalisadores ácidos, dentre os quais o ácido sulfúrico é o mais empregado, leva a cinética muito lenta de reação quando comparada ao uso de catalisadores básicos. Outro inconveniente do uso de catalisadores ácidos encontra-se na necessidade de sua remoção visando a prevenir possíveis danos às partes integrantes dos motores. A catálise básica por sua vez é muito rápida, geralmente em 15 minutos o estado assintótico é alcançado. E leva a excelentes rendimentos, muitas vezes superiores a 90%. Contudo, o emprego de catalisadores básicos apresenta como inconvenientes a grande sensibilidade à presença de água e ácidos graxos livres, que mesmo em teores bastante reduzidos afetam o rendimento da reação, consomem o catalisador e levam à formação de géis e sabões (NAE, 2005).

Neutralização

Outros aspectos operacionais importantes para a transesterificação alcalina são a baixa acidez livre do triglicerídeo e ausência de umidade em toda a fase da reação química. Ambos fatores favorecem a formação de sabões alcalinos altamente emulsificantes para o meio reacional (Khalil, 2006).

O processo de separação do biodiesel do restante reacional é uma tarefa complexa e exige várias etapas de separação e neutralização, para atingir a especificação correta. De acordo com Gerpen (2005) é necessário adicionar ácido ao biodiesel para neutralizar todo o catalisador residual e para eliminar qualquer

sabão formado durante a reação. Uma vez que os sabões reagirão com o ácido formando sais solúveis em água. Os sais serão removidos durante a etapa de lavagem com água, e os ácidos graxos livres permanecerão no biodiesel.

A etapa de lavagem da água é realizada para remover todo o catalisador restante, sabão, sais, álcool, ou glicerol livre do biodiesel. A neutralização antes da lavagem reduz a quantidade de água necessária e minimiza a possibilidade da formação de emulsões quando a água de lavagem é adicionada ao biodiesel. Depois do processo de lavagem, toda a água restante é removida do biodiesel por um processo de destilação *a vácuo*.

2.2.3 Glicerina

Após o processo de transesterificação a massa reacional resultante é composta por duas fases, uma leve e outra pesada. A fase pesada é constituída, em sua maior parte, de glicerina bruta, impregnada por excesso de álcool, água, catalisador, impurezas da matéria-prima, entre outros. Como destaca Gerpen (2005), nessa forma a glicerina possui pouco valor e sua disposição pode ser difícil. E o metanol contido faz com que a glicerina bruta seja tratada como um rejeito perigoso.

Após o processo de recuperação do álcool impregnado na fase pesada e dependendo do tipo de tecnologia empregada pode-se obter a glicerina em diferentes graus de pureza. Olivério (2006) destaca que alguns processos geram de forma tão impura que acaba não tendo aceitação comercial. Nesse caso, a glicerina torna-se um efluente da planta, exigindo adequado tratamento, o que demanda investimentos adicionais.

A comercialização da glicerina pode representar uma fonte de renda adicional ao produtor. Como ressalta Ávila Filho, Machado et al. (2006), a glicerina é usada na preparação de diversos produtos tais como remédios, produtos de uso pessoal, comida, bebida, tabaco, resinas alquídicas, poliol - poliéster, celofane e explosivos. Entretanto, o seu uso é condicionado ao seu grau de pureza, que deve estar usualmente acima de 95%.

A glicerina obtida pelo processo tradicional possui baixo grau de pureza, o que representa um baixo valor de mercado, isso faz com que os produtores, a fim de

evitar custos adicionais de tratamento desse efluente e por não se tratar do principal foco do negócio, vendam a glicerina a qualquer preço. Diversos trabalhos estão em desenvolvimento para obter alternativas de destino a esse subproduto do processo, como reaproveitamento energético, através de incineração, purificação para grau médico-farmacêutico, transformação química da glicerina em etanol, aplicação da Glicerina como Plastificante em Compósitos, Biofilmes e Plásticos Biodegradáveis, etc.

2.3 Métodos de Avaliação de Viabilidade Econômica

As decisões de escolha de projeto necessitam de critérios claros e de fácil compreensão que demonstrem a criação de valor do projeto e auxiliem a decisão de investimento. Dentre os critérios mais comumente aplicados, os critérios de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback* Descontado (PD) são os mais freqüentemente utilizados e permitem avaliar o projeto sob diferentes perspectivas⁸. No caso de projetos com uma única mudança de sinal do fluxo de caixa as recomendações de aceitação/rejeição dos métodos do VPL e da TIR são as mesmas.

2.3.1 Critério de Valor Presente Líquido (VPL)

Trata-se de um critério que transporta as projeções de fluxo de caixa projetadas para o valor presente, e assim permita-se constatar se há criação ou não de valor do projeto. Ou seja, se o VPL for positivo, indica que o projeto é viável economicamente e o projeto deve ser aceito, caso o VPL seja igual a zero indicará que o custo inicial será recuperado e remunerado na taxa requerida, porém não criará nem destruirá valor da empresa. Caso o VPL seja negativo o projeto é considerado inviável, logo deve ser rejeitado.

$$VPL = -I \pm \frac{\sum_{t=1}^n FC_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

Onde:

I: investimento inicial no projeto;

⁸ Para outros métodos, veja Lapponi (2008).

FC_t : fluxo de caixa no período t ;

k : taxa mínima de atratividade (TMA) e

n : prazo de análise do projeto.

No caso em estudo foi considerado um fluxo de caixa convencional, ou seja, parte-se de um investimento inicial negativo seguido de retornos positivos ao longo do período de análise.

Vantagens do método do VPL

De acordo com Lapponi (2008), o método VPL apresenta algumas vantagens, dentre as quais podem ser destacadas as seguintes: considera todo o fluxo de caixa do projeto; considera o valor do dinheiro no tempo com a taxa requerida que inclui o risco do projeto; informa e mede o valor criado (ou destruído) pelo projeto; pode ser aplicado na avaliação de projetos com qualquer tipo de fluxo de caixa;

Desvantagens do método do VPL

Também segundo Lapponi (2008), o método VPL apresenta as seguintes desvantagens, dentre as quais necessidade de determinar *a priori* a taxa requerida do projeto; é um valor monetário em vez de uma taxa de juros ou, de outra maneira, uma mediada absoluta em vez de uma medida relativa; é necessário considerar que os retornos devem ser reinvestidos a mesma taxa requerida para garantir o VPL. Outra deficiência desse método é a pressuposição de que os retornos periódicos do projeto serão reinvestidos em outros projetos com a mesma TMA.

2.3.2 Critério da Taxa Interna de Retorno (TIR)

É definida como a taxa efetiva do fluxo de caixa do projeto, ou a taxa efetiva oferecida pelo projeto. Representa o maior custo de oportunidade que o projeto pode suportar. De outra forma, é uma taxa de zero o VPL, ou seja, é taxa que satisfaz a equação abaixo:

$$VPL = -I \pm \frac{\sum_{t=1}^n FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (2)$$

De acordo com o critério da TIR o projeto deve ser aceito se o valor da TIR for maior do que a taxa mínima de atratividade “ k ” ($TIR > k$). No caso da TIR ser igual à taxa mínima de atratividade ($TIR = k$) o projeto poderá ou não criar valor para empresa, e no caso contrário ($TIR < k$), deve-se rejeitar o projeto.

A TIR corresponde é uma taxa que remunera periodicamente o custo inicial não amortizado que permanece investido no projeto, levando a um valor decrescente que se anula no final do prazo de análise do projeto.

Vantagens do método da TIR

Segundo Lapponi (2008) o método da TIR apresenta a vantagem de considerar o fluxo de caixa completo do projeto e o valor do dinheiro no tempo, além de informar se o projeto cria ou destrói valor. Por ser uma taxa de juros, uma medida relativa, em vez de uma medida absoluta, como o VPL. A TIR é de fácil compreensão.

Desvantagens do método da TIR

Por outro lado, Lapponi (2008) também destaca, entre outros fatores, a dificuldade de ser determinar *a priori* a taxa requerida do projeto, além de necessário que o fluxo de caixa do projeto apresente apenas uma única mudança de sinal⁹. Assim como o método do VPL está implícito que os retornos periódicos do projeto serão reinvestidos em outros projetos com a mesma TIR.

2.3.3 Payback Descontado (PD)

Através do método de *Payback* Descontado obtém-se o valor t , correspondente ao tempo em que o VPL do projeto simples é igual a zero e a partir desse ponto passam a ser positivos a uma taxa requerida k , ou seja, a partir desse ponto passa-se a recuperar o capital investido e o projeto simples passa a gerar valor.

⁹ Noutro caso pode-se utilizar o método da Taxa Interna de Retorno Integrada (TIRI), ver Lapponi (2008).

O PBD detecta, sem medir, que o projeto criará valor para a empresa, e quanto menor for o PBD, comparado com o prazo de análise do projeto simples, maior será o valor do VPL positivo do projeto (Lapponi, 2008).

Na decisão pelo método do PBD, compara-se este com o Tempo Máximo Tolerado (TMT), geralmente um valor arbitrário menor do que o prazo de análise e decidido pelo investidor. Caso o $PBD > TMT$ deve-se aceitar o projeto, caso o $PBD < TMT$ deve-se rejeitá-lo. No caso do $PBD = TMT$, isto indicará que o custo inicial do projeto deverá ser recuperado e remunerado na taxa requerida k , porém o projeto nem cria nem destrói valor.

O método do PBD é mais utilizado como um método complementar de avaliação, reforçando os resultados do método do VPL. As vantagens desse método estão na facilidade de interpretação dos resultados e da noção de liquidez e exposição ao risco, uma vez que um menor PBD representa maior liquidez e menor risco envolvido. A desvantagem é que o mesmo não considera todo o fluxo de caixa do projeto e a definição da TMT é arbitrária, também não deve ser aplicado quando o fluxo de caixa do projeto é do tipo não convencional.

2.4 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) deve ser suficiente para recompensar o valor investido no tempo. Para se determinar essa taxa de juro é necessário considerar primeiramente a estrutura de capital própria de cada projeto. Um projeto pode possuir diversas fontes de financiamento de longo prazo, provenientes basicamente de capital próprio, empréstimos e ativos financeiros. Cada um dessas fontes possui um custo próprio, denominado custo de capital.

As fontes de capital formam a estrutura de capital do projeto, com respectivos custos médios ponderados às participações monetárias e adequados ao nível de risco do projeto. Como o objetivo do investidor é criar valor investindo em projetos que forneçam retornos que excedam as obrigações assumidas com os fornecedores de capital a TMA deve ser pelo menos superior ao Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC).

$$VPL = -I \pm \frac{\sum_{t=1}^n FC_t}{(1 + CMPC)^t} \quad (3)$$

2.4.1 Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC)

Supondo que o capital seja composto por capital próprio (S) e capital de terceiros (B) ponderado pelos níveis de participação e respectivos custo de capital associados, k_S e k_B . O Custo Médio Ponderado de Capital é descrito pela seguinte equação:

$$CMPC = \frac{S}{S + B} k_S + \frac{B}{S + B} k_B \cdot (1 - T) \quad (4)$$

Nesta expressão o custo de capital de terceiros é sabidamente deduzido de imposto de renda de pessoa jurídica a uma alíquota T .

2.5 Fluxo de Caixa Descontado (FCD)

Segundo Matarazzo (2003), um dos principais objetivos da demonstração de fluxo de caixa é o de avaliar alternativas de investimentos. Neste sentido, Martins (2001) afirma que o fluxo de caixa é tido como aquele que melhor revela a efetiva capacidade de geração de riqueza de determinado empreendimento.

Damodaran (2007), porém, ressalta que tais modelos exigem maior rigor do analista, uma vez que por necessitar de substancialmente mais informações alguma imprecisão podem gerar estimativas de valor sem nenhuma relação com o valor intrínseco da empresa.

Há três componentes básicos exigidos para avaliar qualquer ativo nesse modelo. O fluxo de caixa previsto que é dimensionado pelos benefícios de caixa esperados no futuro, o horizonte de tempo da análise e a taxa de desconto adequada ao grau de risco desses fluxos de caixa.

Segundo Assaf Neto (2007) o método de FCD incorpora três princípios gerais fundamentais para se estabelecer um critério ótimo de decisão de investimento. O primeiro é a elaboração do fluxo de caixa previsto do projeto é processada com base nos fluxos de caixa de natureza operacional. O risco deve ser incorporado na avaliação econômica, respeitando as preferências do investidor com relação ao

conflito risco-retorno (Seção 2.5.2). E finalmente, a decisão identifica o valor presente do ativo com base da taxa de desconto apropriada a remuneração dos proprietários do capital (Seção 2.4).

O fluxo de caixa não deve ser formado com o lucro líquido periódico, pois esse lucro inclui despesas sem desembolso, como a depreciação de ativos, o pagamentos de juros, etc. No fluxo de caixa devem participar somente as estimativas do próprio projeto, o custo inicial, as receitas, os correspondentes custos e a tributação do lucro gerado (Lapponi, 2008).

O resultado é um fluxo de caixa do projeto para empresa, ou fluxo de caixa livre. Se o fluxo de caixa possui apenas uma mudança de sinal, trata-se do chamado fluxo de caixa convencional, como mostra a Figura 3.

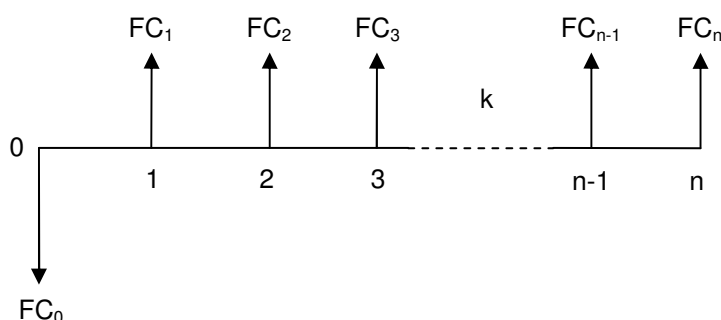


Figura 3 - Fluxo de caixa convencional

No método do FCD parte-se da premissa de que o valor de um ativo corresponde ao valor presente dos fluxos de caixa previstos sobre o ativo, descontado a uma taxa k que reflita o grau de riscos desses fluxos de caixa

$$\text{Valor do Ativo} = FC_0 + \frac{E(FC_1)}{(1+k)} + \frac{E(FC_2)}{(1+k)^2} + \frac{E(FC_3)}{(1+k)^3} \cdots + \frac{E(FC_n)}{(1+k)^n} \quad (5)$$

De forma geral, em qualquer período t do prazo de análise n , o fluxo de caixa do projeto para a empresa FC_t corresponde ao resultado da soma do fluxo de caixa operacional FCO_t , do fluxo de caixa do ativo fixo ΔI_t , correspondente ao resultado líquido dos desembolsos de custo inicial e da receita de valor residual, e do fluxo de caixa do capital de giro ΔCG_t , que é desembolsado no início e totalmente recuperado no fim do prazo de análise do projeto.

$$FC_t = FCO_t \pm \Delta I_t \pm \Delta CG_t \tag{6}$$

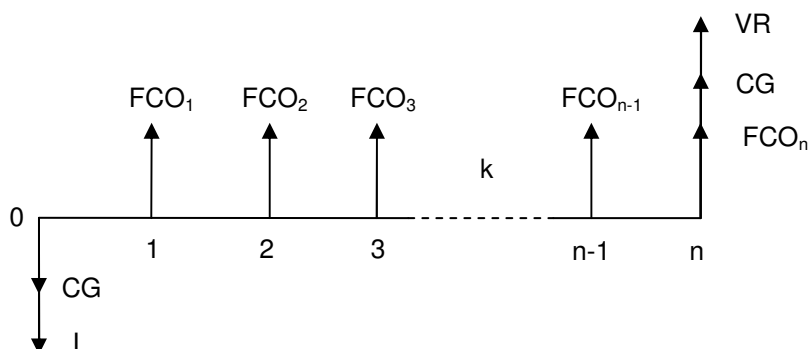


Figura 4 - Fluxo de caixa detalhado

2.5.1 Fluxo de Caixa Operacional (FCO)

O Fluxo de Caixa Operacional corresponde ao resultado da soma algébrica das estimativas de Receita R , Custo C e imposto sobre o lucro Imp .

$$FCO = R - C - Imp \tag{7}$$

A receita R corresponde ao valor monetário líquido resultante das vendas depois da dedução dos fatores decorrentes do próprio ato de venda.

Os custos C representam os custos relevantes ao processo de venda e produção, intrínsecos ao projeto.

O lucro bruto LB gerado pelo projeto corresponde a diferença entre a receita R menos o custo C . Como o que interessa é o fluxo de caixa gerado pelo projeto para empresa e que está disponível para os fornecedores de capital da empresa, todas as estimativas relevantes decorrentes da aprovação do projeto são sempre determinadas depois do imposto sobre o lucro (Lapponi, 2008).

Sendo LT o lucro tributável, correspondente a diferença entre o lucro bruto LB menos a depreciação.

$$LT = LB - Dep$$

$$LT = R - C - Dep \tag{8}$$

Assim, tomando T como a alíquota do imposto incidente sobre o lucro do projeto. O imposto sobre o lucro devido Imp é descrito da seguinte maneira:

$$Imp = LT \cdot T$$

$$Imp = (R - C - Dep) \cdot T \quad (9)$$

Substituindo a Equação (9) na Equação (7), obtemos a expressão geral do FCO :

$$FCO = (R - C) - [(R - C - Dep) \cdot T]$$

$$FCO = (R - C) \cdot (1 - T) + Dep \cdot T \quad (10)$$

2.5.2 Custos Fixos (CF)

Os custos fixos são aqueles que não variam com o nível de produção, porém podem oscilar a médio prazo, decorrentes de uma racionalização da estrutura administrativa e só podem ser eliminados se a empresa deixar de operar. Como exemplos de custos fixos têm-se os custos com manutenção, salários mão-de-obra direta, juros aluguéis, energia, água, impostos, material de limpeza, entre outros.

2.5.3 Custos Variáveis (CV)

Os custos variáveis são aqueles que variam de acordo com o nível de produção e, também, à estrutura de vendas adotada pela empresa. De uma forma geral, representam os dispêndios com fatores de produção cujas quantidades são modificadas de acordo com o nível de produção alcançada, incluindo os impostos diretos sobre vendas.

2.5.4 Despesas (Desp)

As despesas correspondem aos gastos necessários para obtenção da receita, que não incorrem em uma contrapartida na forma de bens e direitos incorporáveis ao patrimônio. Exemplos de despesas são: aluguel, salários dos funcionários da administração, telefone, Marketing, comissões de vendedores etc.

2.5.5 Valor Residual (VR)

Ao final do projeto os ativos utilizados terão perdido valor devido ao uso e ao tempo, essa depreciação periódica é deduzida do lucro bruto para fins de cálculo do imposto sobre o lucro devido. Martins (2001) define depreciação como a diferença entre o caixa originalmente investido na aquisição do imobilizado e o caixa recuperado por sua venda após o uso.

Como, em geral, o ativo vendido tem um valor contábil B diferente do valor de mercado, seja como equipamento de segunda mão ou como sucata. O valor residual VR corresponde à diferença entre o valor de venda V menos as despesas decorrentes da venda e o valor contábil, que caso seja positivo, obriga a empresa a pagar imposto sobre o lucro T .

$$VR = V - T \cdot (V - B)$$

$$VR = V \cdot (1 - T) + T \cdot B \quad (11)$$

2.5.6 Investimento Inicial (I)

De uma forma geral, o custo inicial de um projeto corresponde aos desembolsos realizados para adquirir e por em operação os ativos fixos pertencentes ao projeto, de forma a permitir auferir receitas com ele. Este desembolso deve incluir, até mesmo, despesas com o pagamento de fretes, seguros, instalações, despesas operacionais iniciais com materiais e mão-de-obra, treinamento de pessoal de operação e manutenção, etc.

2.5.7 Capital de Giro (CG)

Assaf Neto (2007) define o capital de giro como uma parcela de capital aplicada pela empresa em seu ciclo operacional, caracteristicamente de curto prazo, a qual assume diversas formas ao longo de seu processo produtivo e de venda. O mesmo autor ressalta que o nível de importância do CG depende das características de atuação de cada empresa, do desempenho da conjuntura econômica e da relação risco (liquidez) e rentabilidade desejada.

2.6 Análise do Risco

Segundo Assaf Neto (2007), as decisões financeiras de uma empresa não são geralmente tomadas em ambientes de total certeza com relação a seus resultados previstos. Por estarem essas decisões fundamentalmente voltadas para o futuro, é imprescindível que se introduza a variável incerteza como um dos mais significativos aspectos de estudo.

Um exemplo da incerteza está presente na determinação do fluxo de caixa futuro de um projeto, o qual envolve a utilização de estimativas de diversos componentes, o que leva a propagação de imprecisões e aumenta a incerteza sobre os resultados das projeções.

Neste sentido, é importante auxiliar a decisão do investidor através de indicadores financeiros que, em menor ou maior grau, quantificam o risco associado ao retorno financeiro obtido com o projeto.

Dentre as formas de quantificar e analisar o risco destacam-se nesse texto a análise de Ponto de Equilíbrio, Análise de Sensibilidade, Análise de Cenário e a análise probabilística apoiada pelo método de Simulação Monte Carlo.

2.6.1 Ponto de Equilíbrio

O objetivo do modelo do ponto de equilíbrio é determinar a quantidade limite que a partir desta ocorre o resultado esperado. De uma forma ampla, a aplicação deste modelo na análise de risco de um projeto, é útil para se determinar a quantidade limite que torna positivo um indicador contábil na análise de fluxo de caixa. Neste sentido, existem três pontos de equilíbrio de um fluxo de caixa importante à análise.

Ponto de Equilíbrio de Lucro Zero (EQI)

Segundo Lapponi (2008), o ponto de equilíbrio de lucro zero é a quantidade de itens produzidos que tornam o a receita total de um período igual ao custo total no mesmo período ou, de forma equivalente, a quantidade de unidades que devem ser vendida num determinado preço unitário para cobrir somente os custos.

$$L = R - CV - CF \tag{12}$$

Onde,

L: Lucro bruto operacional

R: Receita bruta

CV: Custo Variável

CF: Custo Fixo

No caso da produção de biodiesel, a composição da receita bruta é dada pela venda do biodiesel e do seu subproduto, glicerina, a qual possui potencial comercial.

$$R = p_b \cdot Q_b + p_g \cdot Q_g \quad (13)$$

$$CV = v_b \cdot Q_b + v_g \cdot Q_g \quad (14)$$

Onde,

Q_b, Q_g : Respectivamente, quantidade vendida de biodiesel e de glicerina;

p_b, p_g : Respectivamente, preço de venda do biodiesel e da glicerina;

v_b, v_g : Respectivamente, custo variável unitário do biodiesel e da glicerina.

Substituindo R e CV na Equação (12).

$$L = (p_b - v_b)Q_b + (p_g - v_g)Q_g - CF$$

Igualando o Lucro igual a zero, o ponto de equilíbrio de lucro zero de quantidade vendida de biodiesel Q_b^{EQl} é dado pela Equação (15).

$$L = 0$$

$$Q_b^{EQl} = \frac{(v_g - p_g)Q_g + CF}{(p_b - v_b)} \quad (15)$$

Ponto de Equilíbrio Contábil (EQc)

De acordo com Lapponi (2008), determinação do ponto de equilíbrio contábil é realizada considerando o lucro líquido operacional LLO gerado pelo projeto com custo inicial depreciado de forma linear em parcelas anuais iguais a Dep .

$$LLO = FCO - Dep \quad (16)$$

$$FCO = [(p_b - v_b)Q_b + (p_g - v_g)Q_g - CF - Desp](1 - T) + Dep \cdot T \quad (17)$$

Substituindo a expressão do FCO na Equação (16).

$$LLO = [(p_b - v_b)Q_b + (p_g - v_g)Q_g - CF - Desp](1 - T) + Dep \cdot T - Dep$$

$$LLO = [(p_b - v_b)Q_b + (p_g - v_g)Q_g - CF - Desp - Dep](1 - T)$$

O ponto de equilíbrio contábil da quantidade vendida de biodiesel Q_b^{EQc} é obtida igualando a zero o lucro líquido operacional.

$$LLO = 0$$

$$(p_b - v_b)Q_b = -(p_g - v_g)Q_g + CF + Desp + Dep$$

$$Q_b^{EQc} = \frac{(v_g - p_g)Q_g + CF + Desp + Dep}{(p_b - v_b)} \quad (18)$$

Segundo Lapponi (2008), o ponto de equilíbrio contábil é útil para avaliar a contribuição do novo projeto nos resultados da empresa considerando também a depreciação do custo inicial do projeto, e não depende da alíquota T do imposto de renda. O mesmo autor argumenta que no ponto Q_b^{EQc} o FCO é igual à depreciação Dep e, em conseqüência, o VPL do projeto é negativo, pois o custo inicial do projeto será recuperado sem remuneração.

Ponto de Equilíbrio Financeiro (EQf)

O ponto de equilíbrio financeiro identifica o a quantidade de unidades comercializadas que a partir dele o projeto passa a ser viável financeiramente, ou seja, possui um VPL positivo.

A expressão do calculo do VPL a partir do fluxo de caixa é definida pela equação a baixo.

$$VPL = -I + (FCO - \Delta CG + VR) \cdot \sum_{t=1}^n (1 + k)^{-t} \quad (19)$$

Tornando o $VPL = 0$ e desmembrando a equação do FCO obtemos a quantidade Q_b^{EQf} que representa o nível de vendas de litro de biodiesel a ser alcançado pela usina que recupera o custo inicial durante o prazo de análise, sem agregar ou destruir valor a empresa, ou seja, representa o ponto de reversão da decisão.

$$VPL = 0$$

$$I \cdot \sum_{t=1}^n (1+k)^t = [(p_b - v_b)Q_b + (p_g - v_g)Q_g - CF - Desp](1-T) + Dep \cdot T - \Delta CG + VR$$

$$Q_b^{EQf} = \frac{\frac{I}{\sum_{t=1}^n (1+k)^{-t}} - Dep \cdot T + \Delta CG - VR}{(1-T)} + CF + Desp - (p_g - v_g)Q_g \quad (20)$$

$$(p_b - v_b)$$

2.6.2 Análise de Sensibilidade

Assaf Neto (2007) destaca que, as expectativas inseridas na avaliação podem-se alterar ao longo do tempo e geralmente o fazem ditadas principalmente por oscilações conjunturais. A avaliação de uma empresa processa-se com base em variáveis que procuram refletir, da maneira mais correta possível, a realidade do comportamento do mercado. Por se trabalhar fundamentalmente com valores esperados, algumas análises de sensibilidade devem ser incorporadas nos cálculos, tornando seus resultados mais representativos do efetivo valor da empresa.

Contador (1997) afirma ainda que uma forma mais defensável do que o *payback* de considerar o risco na tomada de decisões, é variar numa certa faixa as estimativas daqueles parâmetros mais sujeitos a incerteza, e observar o que acontece com a rentabilidade do projeto.

A análise de sensibilidade consiste em avaliar o impacto econômico no projeto provocado quando há mudanças em alguma estimativa, e desta forma, identificar os parâmetros mais sensíveis às mudanças auxiliando a decisão de investimento. Neste sentido, o VPL funciona como indicador do impacto provocado

pela variabilidade de uma estimativa por vez, como por exemplo, o preço de venda do produto, mantendo inalteradas as restantes estimativas.

Segundo Lapponi (2008), outro resultado importante é a determinação do ponto de equilíbrio da estimativa no qual $VPL=0$, também denominado de ponto de reversão de decisão, e que também identifica o intervalo da estimativa dentro do qual o resultado do VPL é positivo.

Como regra geral utiliza-se a variação de 10% em uma variável, sempre no sentido desfavorável para a rentabilidade. Após variar as receitas ou os custos verifica-se o efeito sobre a rentabilidade (Ramos, Pires *et al.*, 2002)

Contador (1997) destaca que a análise de sensibilidade pressupõe geralmente que as flutuações entre os vários componentes (preços e quantidades) são independentes entre si, o que nem sempre é realista.

2.6.3 Análise de cenários

Diferentemente da análise de sensibilidade esta análise permite que se criem cenários onde é possível variar mais de um parâmetro em conjunto e avaliar o impacto sobre o VPL do projeto, sendo a análise com três cenários: “mais provável”, “otimista” e “pessimista”, a mais comum. Tal análise permite ao investidor criar cenários que incorporam suas preferências com relação ao conflito risco-retorno, variando os parâmetros e estimativas de acordo com suas expectativas futuras.

O cenário “mais provável” consiste em um conjunto de parâmetros determinados a partir de expectativas e indicadores considerados pelos elaboradores do projeto mais prováveis de acontecer durante o período de análise do projeto. O cenário “otimista”, baseando-se nas estimativas consideradas mais prováveis, majorar essas expectativas de valor dos parâmetros de interesse. Já cenário “pessimista” ocorre o inverso, baseado também no cenário mais provável, os parâmetros são subestimados com relação às suas expectativas futuras.

2.6.4 Simulação Monte Carlo (SMC)

É importante considerar que as decisões de investimento baseadas em estimativas de fluxo de caixa incorporam normalmente certo grau de incerteza, sobre alguns parâmetros. De acordo com Souza (2004) a incerteza está associada ao

conhecimento imperfeito sobre o comportamento de diversos fatores endógenos e exógenos do projeto. Assim, todos os elementos (investimento, fluxo incremental, valor residual) representam, na verdade, variáveis probabilísticas e o VPL, na melhor das hipóteses, um valor esperado.

Portanto o que se procura é estimar uma distribuição de probabilidade que melhor represente essa incerteza sobre os parâmetros componentes do fluxo de caixa e, desta forma, quantificar o risco associado ao investimento. Para tanto, pode-se valer do uso de técnicas de análise probabilística como o de Simulação Monte Carlo (SMC).

A avaliação de risco de um projeto através do método de SMC consiste basicamente em avaliar a incerteza sobre o valor esperado do VPL do projeto. Para tanto é necessário atribuir funções de distribuições de probabilidade para cada um dos parâmetros componentes e considerar a hipótese de independência entre eles. O resultado é uma distribuição conjunta dos parâmetros que representa a incerteza sobre o fluxo de caixa do projeto como um todo.

O método de SMC procede por amostragem aleatória, ou pseudo-aleatória, a partir das distribuições de probabilidade selecionadas dos parâmetros e, a repetição desse procedimento, permite que se obtenha uma série de possíveis cenários independentes de fluxo de caixa e, conseqüentemente, valores de VPL associados. Através da Lei dos Grandes Números e do Teorema do Limite Central é possível afirmar o VPL deve seguir a distribuição de probabilidade conjunta dos parâmetros amostrados e assim é possível aplicar as técnicas de estatística descritiva e avaliar parâmetros de distribuição populacional, tais como Valor Esperado, Desvio Padrão ou Coeficiente de Variação. Para maiores detalhes sobre o método de Simulação Monte Carlo veja Rubinstein (1981).

Considerando a hipótese de independência entre os valores amostrados o Valor Esperado é representado pela própria média aritmética da variável aleatória. Logo, o valor esperado do VPL é descrito pela seguinte equação:

$$E(VPL) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\sum_{i=1}^n VPL_i}{n} \right) \quad (21)$$

Onde n é o número de amostras de VPL geradas.

Considerando um estimador não-viesado da variância populacional, o desvio padrão amostral para o VPL é descrito pela seguinte equação:

$$S_{VPL} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (VPL_i - \bar{VPL})^2}{n - 1}} \quad (22)$$

O Coeficiente de Variação (CV) reflete a relação entre o Desvio Padrão do VPL e seu valor esperado. Segundo Lapponi (2008), se o Coeficiente de Variação do projeto for maior do que o Coeficiente de Variação da carteira de investimentos, isso quer dizer que o novo projeto não aumentará o risco da carteira existente.

O CV também pode ser interpretado como a variabilidade dos dados em relação à média. Quanto menor o CV mais homogêneo é o conjunto de dados. É adimensional e será positivo se a média for positiva; será zero quando não houver variabilidade entre os dados.

$$CV(VPL) = \frac{S_{VPL}}{E(VPL)} \quad (23)$$

Por fim, assumindo que a série de VPL amostrada segue uma distribuição normal, com média $E(VPL)$ e desvio padrão S_{VPL} , outro resultado importante para auxiliar a decisão do investidor é o indicador que reflete a probabilidade do VPL do projeto ser positivo, $P(VPL > 0)$. Ou seja, esse indicador representa a probabilidade do investidor auferir retorno sobre o projeto.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução

Como visto no Capítulo 2, o estudo de viabilidade econômico-financeira de um projeto envolve a obtenção de estimativas relevantes ao fluxo financeiro esperado do projeto, através de projeções de receita e custos dentro do horizonte que se deseja analisá-lo. Este processo envolve a determinação de diversos parâmetros, como investimento inicial, custos fixos, custos variáveis, custo de oportunidade do capital, capital de giro, etc. A precisão dessas estimativas influencia diretamente na qualidade da análise. Sempre que possível deve-se utilizar estimativas mais próxima do real. Porém, a obtenção dessas estimativas muitas vezes, pela própria singularidade do projeto e falta de projetos similares, assumem um caráter subjetivo que variam de acordo com o nível de experiência do elaborador do estudo e da qualidade da fonte de dados utilizada.

O objetivo deste capítulo é apresentar as premissas básicas utilizadas no modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira de usinas de produção de biodiesel. Bem como descrever a estrutura que fundamenta o modelo, para isso serão utilizadas estimativas obtidas na literatura, legislação brasileira sobre biodiesel e por outras fontes similares para o caso de uma usina de produção de biodiesel de porte variado, envolvendo nesse contexto, em sua maioria, a utilização de dados relacionados ao caso brasileiro. Quando necessário, será também descrita a forma como essas estimativas foram ajustadas ao modelo desenvolvido.

3.2 Dimensionamento do projeto da planta de produção de biodiesel

A escala de produção ou capacidade de produção de uma usina de biodiesel possui grande influência nos custos de produção e é determinada basicamente por fatores operacionais e relacionados à tecnologia de processo. As restrições de tecnologia advêm principalmente do processo de fabricação, onde o mais utilizado é o de transesterificação por rota metálica e o processo de produção mais utilizado é o regime de batelada. Segundo informações

constantes no site do fabricante de usinas Façabiodiesel (2008), o tempo de reação convencional é de 50 minutos com separação de fases de 12 horas e uma eficiência de reação que chega a 99%. Dependendo do porte da usina essa eficiência pode ser entre 90% e 94% para usina de 300.000 litro/mês até 100% para uma unidade de processamento contínuo com capacidade de 50.000 litros/dia, segundo o fabricante Petrobio (2006).

Os parâmetros de decisão, utilizados neste trabalho, decorrentes da tecnologia, são relacionados principalmente ao processo de reação de transesterificação, através de rota metílica. Os parâmetros são descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros tecnológicos de entrada do modelo

<u>Parâmetros de Entrada</u>	<u>Descrição</u>
Tipo de processo de reação	Rota Metílica Rota Etílica
Tipo de processo de produção	Tipo Batelada Tipo Contínuo
Eficiência de Reação (Conversão em éster) - μ	95% - se Batelada; 98% - se Contínuo
Tempo médio de reação	60 min – se Rota Metílica 90 min – se Rota Etílica
Matéria-prima	Óleo degomado de origem vegetal variada
Catalisador	Soda Cáustica – NaOH ou Hidróxido de Potássio – KOH
Neutralizador	Ácido Cítrico – C ₆ H ₈ O ₇
Escala de produção (Porte da Usina)	Determinada pela capacidade de produção anual

As restrições de capacidade proveniente de fontes operacionais são em geral equivalentes a outros meios fabris e variam principalmente devido a aspectos administrativos, disponibilidade de matéria-prima e de acordo com a escala de produção. Na Tabela 3 são expostos os parâmetros de entrada adotados nesse trabalho. Cabe ressaltar que tais parâmetros podem ser manipulados pelo tomador de decisão e ajustados de acordo com a realidade do empreendimento em análise.

Tabela 3 – Parâmetros operacionais de entrada

<u>Parâmetros de Entrada</u>	<u>Unidade</u>
Número de Funcionários por Turno	unid.
Número de Turnos por dia	turno/dia
Salário médio do funcionário (Incluindo benefícios e encargos sociais)	R\$/mês

Duração Turno Horas/Dia	horas/dia
Meses de Produção por ano	meses/ano
Número de Dias por Mês em Operação:	dias/mês
Tempo em Manutenção no ano	horas/ano

É necessário determinar quantidades padrão de insumos consumíveis durante uma batelada de produção¹⁰, para se quantificar o resultado da produção do biodiesel e de seu subproduto, a glicerina.

A seguir, na Tabela 4 e Tabela 5, para rota metílica e etílica, respectivamente, estão descritas as quantidades dos insumos básicos, para o caso de uma unidade de produção com capacidade de 2.000 l/dia, onde são assumidas as hipóteses, aqui denominadas de “batelada padrão”: 95% de conversão em éster, 1 Turno de 8h/dia.

Tabela 4 - Quantidades de insumos e produtos obtidos por batelada padrão- Rota Metílica

Rota Metílica	Valor
Óleo vegetal	295 L/Batelada
Metanol	68 L/Batelada
Catalisador	0,75% da quantidade de óleo vegetal, em kg/Batelada
Neutralizador	0,02% da quantidade de biodiesel, em L/Batelada
Água	30 kg/Batelada
Biodiesel	305 L/Batelada
Glicerina	27 kg/Batelada

Tabela 5 - Quantidades de insumos e produtos obtidos por batelada padrão - Rota Etílica

Rota Etílica	Valor
Óleo vegetal	295 L/Batelada
Etanol	98 L/Batelada
Catalisador	0,75% da quantidade de óleo vegetal em kg/Batelada
Neutralizador	0,02% da quantidade de biodiesel em L/Batelada
Água	30 kg/Batelada
Biodiesel	290 L/Batelada
Glicerina	27 kg/Batelada

A projeção da quantidade de biodiesel produzida no ano Q_b^{ano} (l/ano) leva em conta o número de bateladas anuais equivalentes B (bateladas/ano), obtidas a partir dos dados constantes na Tabela 4 e Tabela 5 projetadas no

¹⁰ No caso do processamento contínuo, os cálculos são realizados em bateladas equivalentes, não influenciando no resultado final da estimativa.

ano e respeitando as restrições de capacidade nominal anual da usina. Caso seja alterado qualquer das premissas de batelada padrão, as projeções de produção de biodiesel e demanda por insumos serão alteradas, como por exemplo, o aumento de mais um turno de produção, o que leva até a superar a capacidade nominal de produção da usina.

É importante ressaltar que as quantidades de insumos utilizadas nos cálculos são convertidas em kg, utilizando a Tabela 48 e Tabela 49 no Anexo B, e apenas ao final da estimação da quantidade de biodiesel produzida por ano é que, de acordo com tipo de óleo vegetal utilizado, se determina o equivalente em litros do biodiesel produzido para comercialização.

A quantidade efetiva produzida, utilizada nos cálculos do modelo, é diferente da quantidade estimada de produção no ano, pois considera também o nível de eficiência da planta ρ , medido em porcentagem do tempo em que a planta efetivamente opera em relação ao tempo total disponível. Os fatores que levam à ineficiência da planta são geralmente devidos às paradas para manutenção corretiva, falta de algum insumo básico, erros de operação, etc.

Assim, mesmo que uma planta possua uma capacidade instalada de 600.000 L/ano e possua uma eficiência de reação μ de 95%, na verdade ela terá uma produção estimada de 570.000 L/ano. Se for considerado também o nível de eficiência da planta, como sendo de 90% sua produção efetiva cai para 513.000 L/ano.

$$Q_b^{ano} = Q_b^{batelada} \cdot B \cdot \rho \cdot \mu \quad (24)$$

Além da quantidade de glicerina bruta resultante do processo de transesterificação, o que não é convertido em éster torna-se glicerina. Assim, a quantidade de glicerina produzida no ano $Q_g^{ano}(L/ano)$ é dada pela seguinte equação:

$$Q_g^{ano} = (Q_b^{batelada} + Q_b^{batelada} \cdot (1 - \mu)) \cdot B \cdot \rho \quad (25)$$

3.3 Tributação do biodiesel

Atualmente, sobre o biodiesel, além do Imposto de Renda, incidem ICMS, CSLL e PIS/COFINS. O Decreto nº 5.298 de 6 de Dezembro de 2004¹¹ atribuiu isenção do imposto sobre produtos industrializados - IPI para a produção de biodiesel e não há incidência de Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE.

O imposto de Renda de Pessoa Jurídica para o biodiesel possui alíquota de 15% sobre o lucro real, presumido ou arbitrado com uma alíquota adicional de 10% sobre a parcela do lucro real, presumido ou arbitrado que exceder ao resultado da multiplicação de R\$20.000,00 (vinte mil reais) pelo número dos meses do respectivo período de apuração¹². O Art. 15 da Lei N° 9.249 de 26 de Dezembro de 1995 descreve a base de cálculo do imposto para diferentes atividades econômicas. No caso da atividade de produção industrial de biodiesel utiliza-se o percentual de oito por cento sobre a receita bruta auferida mensalmente¹³.

O ICMS (imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação) é de competência dos Estados e do Distrito Federal e, como determina a Constituição Federal de 1988, é um imposto que cada um dos Estados e o Distrito Federal podem instituir. Devido à dificuldade de se determinar o destino das mercadorias vendidas, neste trabalho não será atribuído ao cálculo dos impostos a incidência de ICMS sobre o preço final do biodiesel e glicerina.

Estão sujeitas à Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido – CSLL todas as pessoas jurídicas do País e as equiparadas como tal pela legislação do Imposto de Renda. A alíquota correspondente à atividade industrial é de 15%¹⁴

¹¹ Brasil (2004b) – Decreto N°5.298 de 6 de Dezembro de 2004

¹² Brasil (2008a) – Site Secretaria da Receita Federal do Brasil.

¹³ Brasil (1995) – Lei N° 9.249 de 26 de Dezembro de 1995.

¹⁴ Brasil (2008c) – Site da Secretaria da Receita Federal do Brasil.

e a base de cálculo para as empresas optantes pelo lucro presumido, corresponde a 12% da receita bruta com adicionais constantes em lei¹⁵.

Dentre as formas de incentivo tributário à produção de biodiesel aliada à promoção do desenvolvimento social sustentável, destaca-se o subsídio ao PIS/COFINS através da certificação através do Selo Combustível Social descrito a seguir.

3.3.1 Selo Combustível Social

O Selo Combustível Social é um componente de identificação cedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário aos produtores de biodiesel que promovam a inclusão social e o desenvolvimento regional por meio de geração de emprego e renda para os agricultores familiares enquadrados nos critérios do Programa Nacional de Agricultura Familiar - Pronaf (Brasil, 2006).

Por meio do selo de combustível social, o produtor de biodiesel terá acesso a alíquotas de PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) com coeficientes de redução diferenciados, em contra partida o produtor deve adquirir percentuais mínimos de matéria-prima de agricultores enquadrados no Pronaf, além de promover o desenvolvimento e inclusão social desses agricultores. O selo permite acesso às melhores condições de financiamento e promovem o acesso preferencial das empresas aos leilões de biodiesel, além de ser permitido o seu uso para fins de promoção da empresa.

A Tabela 6 especifica as taxa de cobrança por litro de biodiesel vendido e respectivas alíquotas incidentes.

Tabela 6 - Incidência de PIS/CONFINS sobre os produtores de biodiesel

Modalidade de Produtor de Biodiesel	Qualquer Matéria Prima, Qualquer Região	Norte, Nordeste e Semi-árido¹⁶
Sem Selo Social	R\$ 0,178 (73,57%) ¹⁷	R\$ 0,152 (77,50%)
Com Selo Social	R\$ 0,070 (89,60%)	R\$ 0,00 (100%)

Fonte: Brasil (2004a) – Decreto N°5.297, de 6 de dezembro de 2004

¹⁵ Para maiores detalhes veja Portaltributário (2008).

¹⁶ Alterado pelo Decreto N° 6.606, de 21 de Outubro de 2008 - Brasil (2008b)

¹⁷ Decreto N°5.457, de 6 de Junho de 2005 - Brasil (2005a)

3.4 Cálculo da Taxa Mínima de Atratividade

Segundo Lapponi (2008), o custo de capital próprio k_S pode ser formado pela soma da taxa livre de risco R_f e um prêmio adicional pelo risco do investimento R_p . A taxa livre de risco corresponde à maior remuneração possível de ser obtida ao menor risco existente no mercado. No Brasil, os participantes do mercado aproximam a taxa DI ou a taxa SELIC como sendo a taxa livre de riscos.

$$k_S = R_f + R_p \quad (26)$$

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel conta com apoio de fontes de financiamento junto a dois programas: 1) O Programa de Apoio Financeiro a Investimentos do Biodiesel implantado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES e 2) Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF (Revista Biodiesel, 2007).

Também é possível obter financiamento junto ao Banco da Amazônia S/A – BASA, ao Banco do Nordeste do Brasil – BNB, ao Banco do Brasil S/A, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE ou outras instituições financeiras que possuam condições especiais de financiamento para projetos com Selo Combustível Social.

O Programa de Apoio Financeiro a Investimentos do Biodiesel oferta crédito para custeio, investimento e comercialização. A linha de financiamento é operada pelo BNDES abrangendo especificamente diversas fases de produção (fase agrícola, produção de óleo bruto, produção de biodiesel, armazenamento, logística e equipamentos para a produção de biodiesel). Dentre as formas de apoio destacam-se o direto e indireto diferenciando-se pelo nível de intermediação, que no caso indireto é através de uma instituição financeira, a qual está autorizada a cobrar uma remuneração por este serviço.

O nível de participação de financiamento sobre o capital investido praticado pelo BNDES, para o setor de produção de biodiesel, irá variar se a empresa é possuidora ou não do Selo Combustível Social. Caso possua Selo Combustível Social o nível máximo de itens financiáveis é de 90%, caso contrário o limite é de 80%. Já o custo do capital praticado pelo BNDES irá variar basicamente de acordo com o porte da empresa, caracterizando um

primeiro grupo formado por micro, pequenas e médias empresas e um segundo grupo formado pelas grandes empresas. Também irá variar se a empresa é possuidora ou não do Selo Combustível Social. O quadro a baixo resume o que foi descrito:

Tabela 7 – Forma de Financiamento praticada pelo BNDES

Operação Direta (apoio > R\$ 10 milhões)		
	Sem Selo Social	Com Selo Social
Micro, Pequenas e Médias Empresas	TJLP+ 2% a.a	TJLP+ 1% a.a
Grandes Empresas*	TJLP+ 3% a.a	TJLP+ 2% a.a
Operação Indireta (apoio < R\$10 milhões)		
Micro, Pequenas e Médias Empresas	TJLP+ 2% a.a + Rem.Agente	TJLP+ 1% a.a+ Rem.Agente
Grandes Empresas*	TJLP+ 3% a.a+ Rem.Agente	TJLP+ 2% a.a+ Rem.Agente

Fonte: Cavalcanti (2006)

Nesse texto, foi considerada a fonte de capital de terceiros obtida de forma exclusiva através de empréstimo junto ao BNDES¹⁸. Além disso, como a análise é baseada em usinas consideradas de pequeno e médio porte, os investimentos estimados são notadamente inferiores a R\$10 milhões. Por esta razão, foi considerada apenas a forma de financiamento indireta. Desta forma, o custo de capital de terceiros k_B é determinado pelas restrições de aporte capital máximo definido pelo BNDES e pela simplificação da Tabela 7, resumida na tabela a seguir.

Tabela 8 – Custo de capital de terceiros - k_B

BNDES - Apoio Indireto	Micro, Pequenas e Médias Empresas	Nível máximo de itens financiáveis
Sem Selo Social	TJLP+ 2% a.a + Rem.Agente	80%
Com Selo Social	TJLP+ 1% a.a+ Rem.Agente	90%

Assim, por exemplo, no caso de um financiamento de uma usina com capacidade de 130.000 litro/ano e investimento com aquisição dos equipamentos e instalação estimados em R\$155.400,00¹⁹. Supondo que a

¹⁸ Dentre os itens financiáveis estão estudos, obras civis, capital de giro, despesas Pré-operacionais e máquinas e equipamentos nacionais novos e credenciados no BNDES.

¹⁹ Fonte: Fabricante BiodieselBras (Modelo: BD-1200) *apud* Castellanelli (2008).

empresa não possua selo social, com uma TJLP de 6,25% a.a.²⁰, remuneração do agente financeiro de até 4,00%a.a.²¹. A taxa de juros equivalente corresponde a 12,25%a.a (6,25%+2%+4,00%). Descontando o imposto de renda (alíquota de 15%), então, neste caso, o custo de capital de terceiros - k_B corresponde a $12,25(1-15\%) = 10,41\%a.a.$

Supondo uma taxa real livre de risco de 14,72%a.a.²² e um prêmio pelo risco sobre o capital próprio investido, arbitrado em 10%a.a. O custo do capital próprio k_S corresponde a 24,72% a.a (14,72% + 10%). Supondo que seja obtido um financiamento de 80% do capital investido o CMPC, ou TMA, desse projeto corresponde a:

$$CMPC = TMA = 24,72\% \cdot (1 - 80\%) + 10,41\% \cdot 80\% = 13,27\%$$

3.5 Estimativas do modelo de Fluxo de Caixa Descontado

O estudo de viabilidade de um novo empreendimento necessita que sejam adotadas algumas estimativas iniciais, como as relacionadas à receita obtida com a venda dos produtos fabricados, custos operacionais, despesas gerais e administrativas, entre outras. Essas estimativas devem ser ajustadas às características individualizadas de cada projeto, mas no caso específico desse trabalho, foram utilizados valores de mercado, estimativas validadas experimentalmente e estimativas constantes em literatura especializada. As estimativas assumem um papel importante para a projeção do fluxo de caixa esperado (Seção 2.5) refletindo, portanto, no processo de avaliação do valor gerado pelo empreendimento.

3.5.1 Receitas

A estimativa de receita anual para usinas de fabricação de biodiesel é determinada, supondo que toda produção seja vendida no mesmo ano e que varia de acordo com a produtividade estimada da usina, correspondente à

²⁰ BNDES (2008b)

²¹ BNDES (2008a)

²² Letras do Tesouro Nacional - LTN - pré fixada - estrutura a termo - em Setembro de 2008 – Ipeadata (2008)

quantidade efetiva produzida de biodiesel Q_b e de glicerina Q_g , descrita pelas Equações (24) e (25).

O preço de mercado p_b do biodiesel, apesar de já existir o interesse de flexibilizar a comercialização da venda do biodiesel²³, é regulado atualmente através de leilões públicos promovidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – ANP.

O modelo considera que a glicerina bruta produzida seja comercializada a um preço médio de mercado p_g , compondo a estimativa de receita com vendas.

$$R = p_b \cdot Q_b + p_g \cdot Q_g \quad (27)$$

A Figura 5 e a Tabela 9 mostram os resultados de todos os leilões realizados até hoje. Como pode ser observado, em 2008 os preços médios sofreram um aumento de cerca de 47% em relação aos preços de 2007 refletindo possivelmente o aumento de preço da matéria-prima deste ano.

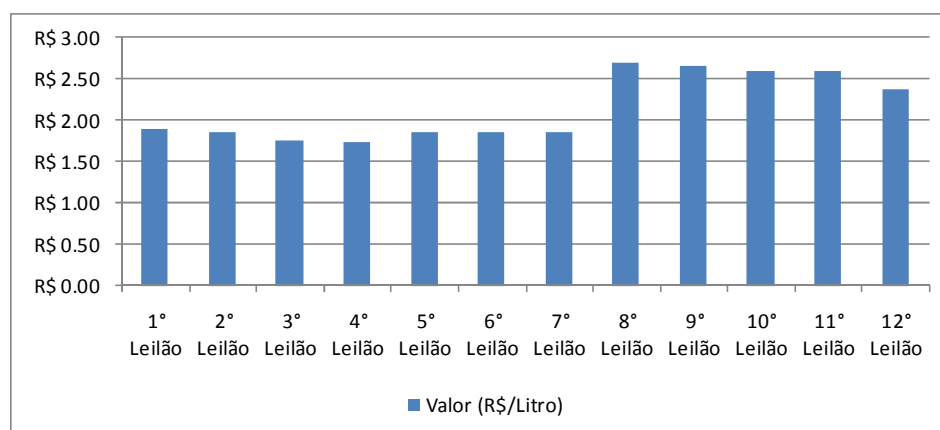


Figura 5 - Resultados dos Leilões de Biodiesel. Fonte: Anp (2008c)

Tabela 9 – Preço médios dos leilões de Biodiesel

Leilão	Data	Valor (R\$/Litro)
1º Leilão	23/11/2005	R\$ 1,8900
2º Leilão	30/03/2006	R\$ 1,8597
3º Leilão	11/07/2006	R\$ 1,7538
4º Leilão	11/07/2006	R\$ 1,7467

²³ Folha Online (2008)

5° Leilão	17/02/2007	R\$ 1,8621
6° Leilão	14/11/2007	R\$ 1,8670
7° Leilão	14/11/2007	R\$ 1,8630
8° Leilão	10/04/2008	R\$ 2,7081
9° Leilão	11/04/2008	R\$ 2,6596
10° Leilão	14/08/2008	R\$ 2,6046
11° Leilão	15/08/2008	R\$ 2,6097
12° Leilão	24/11/2008	R\$ 2,3878

Fonte: Anp (2008c)

Revista Biodiesel (2008) afirma que por conta do excesso de produção em relação à demanda por glicerina, os preços despencaram cerca de 48% desde 2005. O preço médio da glicerina, que em 2005 chegou a R\$ 3,00 o quilo, hoje sai entre R\$ 1,60 e R\$ 1,70. Nas regiões onde usinas de biodiesel operam, o valor médio cai para R\$ 0,60 a R\$ 0,70 o quilo. Em informativo público mais recente (19 de setembro de 2008), Aboissa (2008a) cota a glicerina bruta entre R\$100 e R\$200 por tonelada.

3.5.2 Custos Fixos

Os custos operacionais para o caso de uma usina de produção de biodiesel foram baseados nos trabalhos de Pagliardi, Mesa *et al.* (2004) e Max e Klaus (1991) *apud* Pagliardi, Maciel *et al.* (2006), Tabela 10.

Tabela 10 - Custos Fixos Operacionais Anuais (período de 8 horas/ 25 dias do mês)

<u>Descrição</u>	<u>Valor Estimado % em relação ao investimento inicial</u>
Serviços de Manutenção	1%
Materiais de Manutenção	3%
Seguros	2%
Outros Custos Fixos	1%
Mão-de-obra Operacional	Salários, benefícios e encargos sociais
Custo de Análise de Qualidade	26 Características ²⁴

Fonte: Adaptado de Pagliardi, Maciel *et al.* (2006)

Nas despesas gerais deve ser incluído o custo da análise da qualidade da matéria-prima e de motor, cujo valor unitário é de R\$1.500,00. Como são necessárias 12 análises anuais, isso resulta em um custo total anual de R\$18.000,00. Os custos com mão-de-obra operacional devem incluir salários, benefícios e encargos sociais.

²⁴ Resolução ANP N°7 de 19 de março de 2008 - Brasil (2008d)

O número de funcionários por turno é determinado pelo porte da usina, porém não há grande influência no tamanho com a quantidade necessária de funcionários. Uma comparação pode ser feita através da Tabela 11, fornecida pelo fabricante Façabiodiesel (2008).

Tabela 11 - Exigência de mão-de-obra de acordo com o porte para um turno de 8 horas/dia

<u>Correspondência do fabricante</u>	<u>Capacidade de Produção</u>		<u>Mão de Obra por Turno</u>
	<u>Litros/8horas</u>	<u>Litros/Ano</u>	
BD50	50	16 250	1
BD100	100	32 500	1
BD200	200	65 000	1
BD400	400	130 000	1
BD500	500	162 500	1
BD1000	1.000	325 000	1
BD2000	2.000	650 000	2
BD3000	3.000	975 000	2
BD5000	5.000	1 625 000	2
BD10.000	10.000	3 250 000	2
BD15.000	15.000	4 875 000	2
BD20.000	20.000	6 500 000	2

Fonte: Adaptado de Façabiodiesel (2008)

Em geral, é necessário que haja mais funcionários para render a ausência de algum operário em feriados, férias ou faltas justificadas. Portanto é aconselhável adicionar pelo menos um funcionário por cada turno adicional, observando a legislação no caso de necessidade de trabalhos em turnos noturnos.

É importante observar que no processo contínuo de produção a necessidade de mão-de-obra é reduzida, devido à menor dependência de intervenção humana e processos mais automatizados. Segundo Petrobio (2006) as necessidades de mão-de-obra chegam a reduzir pela metade.

3.5.3 Custos Variáveis

São listados a seguir os componentes responsáveis pelos custos variáveis operacionais, considerados mais relevantes na produção de biodiesel. As proporções de cada matéria-prima utilizadas no processo variam de acordo com o tipo de rota de produção e foram discutidos na Seção 3.2.

Eletricidade

O consumo de eletricidade durante o processo demanda o uso de diversas bombas, motores e resistência para pré-aquecimento do óleo. Pagliardi, Maciel *et al.* (2006) considera uma potência instalada de 20kW para uma usina de escala semi-industrial. Para o fabricante de usinas de biodiesel Dedini (2006), uma planta para produção de 1.000kg de biodiesel necessita de 25kWh mais 3kWh para recuperação do álcool.

A tarifa de consumo de energia elétrica utilizada neste trabalho considerou a tarifa praticada pela concessionária de energia elétrica de Pernambuco de R\$ 0,47665 (Preço com ICMS e PIS/COFINS) por kWh (Celpe, 2008).

Óleo Vegetal

A escolha das matérias-primas utilizada no modelo em estudo considerou apenas o uso de óleos vegetais degomados, prontos para serem utilizados no processo de transesterificação, incluindo despesas com o tratamento prévio. Além da mamona e do óleo de caroço de algodão, foram considerados também produtos tratados como commodities no mercado internacional, como: Amendoim, Girassol, Palma, Soja e Canola.

Álcool

Em um projeto de usina de biodiesel, apesar de não ser absolutamente necessário, é economicamente viável o uso de uma unidade de recuperação do álcool utilizado no processo.

Em unidades pequenas, apesar de ser viável a aplicação da recuperação do álcool e da glicerina, os equipamentos utilizados nesses processos aumentam consideravelmente os investimentos iniciais, podendo até dobrar o preço das unidades em alguns casos. Portanto, antes de escolher se quer uma unidade com a recuperação de álcool ou não, uma análise de custos de produção deve ser feita. (Petrobio, 2006)

Em unidades de maior porte, os valores das unidades de recuperação de álcool e de purificação da glicerina não representam um valor tão significativo no preço final da unidade, mas são expressivas em termos de custo do biodiesel. Isso ocorre porque essas unidades já apresentam

equipamentos com alto valor para possibilitar a obtenção de um rendimento maior. (Petrobio, 2006)

Em relação aos fatores de consumo pela reação e recuperação do álcool em excesso foram supostos os seguintes valores:

Tabela 12 – Fator de consumo e recuperação do álcool

Álcool	Consumo devido à reação	Recuperação devido à destilação do álcool
Metanol	56%	84,4%
Etanol	56%	77,7%

Fonte: O Autor; Lima, Silva *et al.* (2007)

Assim, por exemplo, supondo uma rota metílica, se forem usados 68 L de álcool na reação, 38 L (56%) serão consumidos pela reação e sobram em torno de 30 L. Deste, recupera-se em torno de 25,3 L ou 84,4%.

Catalisador

Nesse trabalho foi considerado apenas o processo de transesterificação alcalina, onde principais catalisadores utilizados atualmente na produção de biodiesel são a Soda Cáustica ou Hidróxido de Potássio.

Neutralizador

No modelo desenvolvido foi considerado como alternativa apenas o uso do Ácido Cítrico. Porém, para neutralização do biodiesel podem ser utilizados vários tipos de ácidos, além desse, como o Ácido Clorídrico, Ácido Fosfórico ou Ácido Sulfúrico, etc.

Água de lavagem

A água utilizada para lavagem do biodiesel necessita apenas ser de boa qualidade, não necessitando de nenhum tratamento prévio. A estrutura tarifária utilizada segue o modelo da Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa, onde a tarifa para consumidor industrial é de R\$ 39,64 para um consumo mensal de até 10m³/mês e R\$8,40 para cada 1m³ de consumo adicional (Compesa, 2008).

Tratamento de efluentes

A glicerina bruta é o principal subproduto da produção do biodiesel, porém a água utilizada para lavagem do biodiesel é um significativo efluente do processo e sua disposição deve ser controlada, pois segundo Clean Water Act

Consulting (2008) possui altas concentrações de poluentes convencionais (Demanda Bioquímica por Oxigênio – DBO, sólidos suspensos totais - SST, óleo e graxa) e uma variedade de poluentes não convencionais. Podendo conter resíduos orgânicos como ésteres, sabões, ácidos inorgânicos e sais, traços de metanol, e resíduos do processo neutralização.

O custo do processo de tratamento foi estimado em 1,5% dos custos com insumos básicos de processo (eletricidade, óleo vegetal, álcool, catalisador e neutralizador).

Contribuição social PIS/COFINS

A contribuição social PIS/COFINS entra no cálculo dos custos variáveis por ser tratar de um imposto direto sobre as vendas. A forma de cálculo da alíquota foi discutida na Seção 3.3.

3.5.4 Despesas

As despesas anuais incluem gastos com administração e vendas (Incluindo marketing) foram estimadas na ordem de 15% dos custos com aquisição de equipamentos e instalação.

3.5.5 Investimento Inicial (I)

Os investimentos iniciais incluem a aquisição e preparação do terreno, obras civis e aquisição e instalação dos equipamentos.

Fazem parte dos custos com obras civis: estrutura pré-moldada de concreto, cobertura com telhas, fechamento lateral, piso industrial e base de equipamentos, rede lógica, além do prédio administrativo, laboratório e instalações elétricas e hidráulicas.

Os principais equipamentos de uma planta de produção de biodiesel correspondem às seguintes unidades básicas, podendo variar de acordo com a tecnologia empregada e necessidades do processo:

1. Transesterificação: Reator, Bombas, Centrífugas, Filtros prensa.
2. Sistema de aquecimento;
3. Utilidades: vapor, Energia elétrica, Água;
4. Recuperação do álcool: coluna de destilação, evaporador;
5. Tancagem: armazenagem, mistura, decantação e processo;

6. Tubulações;
7. Plataformas para adaptação de equipamentos e *pipe racks*;
8. Equipamentos do laboratório: Balança digital, termômetro, pipeta graduada, bico de Bunsen, etc;

Quando necessário pode-se incluir as seguintes unidades de apoio:

1. Limpeza, secagem e preparação das sementes;
2. Extração do óleo
3. Pré-tratamento do óleo.
4. Purificação da glicerina
5. Tratamento de efluentes.

Os custos com compra e instalação dos equipamentos dependeram da tecnologia de processo utilizada. Petrobio (2006) destaca que uma unidade com capacidade de 50.000 litros por dia custa aproximadamente R\$4.500.000,00 com equipamentos contínuos e R\$ 1.900.000,00 se for completamente por batelada. Portanto, chegando a mais que dobrar o investimento inicial no caso de um processo contínuo.

O processo contínuo de produção, como descreve Viscardi (2005), é funcional para plantas de grande porte, que operam sob temperaturas mais elevadas para encurtar o tempo de reação. Realizando o mesmo trabalho de plantas menores a batelada em um tempo menor, gerando ganhos de escala. As plantas que adotam esse processo possuem a vantagem de não apresentarem problemas de falta de homogeneidade na especificação do combustível.

A utilização da rota etílica exige maiores investimentos na aquisição de equipamentos de destilação fracionada. Estima-se nesse trabalho que tais custos aumentam na ordem de 35% em relação à rota metílica.

Além dos custos já citados, é importante destacar que para tornar a planta operacional e apta para comercializar seus produtos é necessário arcar com mais alguns custos, abaixo são citados alguns deles:

- Licença ambiental;
- Alvará de funcionamento;
- Laudo de Vistoria do Corpo de Bombeiros;

- Relatório técnico contendo informações sobre o processo e a capacidade de produção da planta produtora de biodiesel.

3.5.6 Prazo de análise

Conforme Assaf Neto (2007) expõe, o horizonte de tempo reflete a delimitação do prazo de geração dos fluxos de caixa esperado e em princípio, pode-se admitir que todo o investimento possua perpetuidade, uma vez que é difícil definir, de forma prévia, sua dissolução.

O problema não delimitar um tempo de vida útil do projeto ou de retorno econômico, é que a situação de retornos maiores que o custo do capital investido não costuma se manter de forma indefinida em todo o horizonte de tempo da avaliação. Admite-se geralmente que um investimento pode promover benefícios econômicos excedentes durante um período limitado de tempo, passando nos anos seguintes a conviver com maiores dificuldades em manter essa agregação de riqueza (Assaf Neto, 2007).

Lapponi (2008) acrescenta que, o prazo de análise deve ser suficiente para capturar todas as estimativas significativas das receitas e dos desembolsos do projeto.

Pagliardi, Maciel *et al.* (2006) estipula 5 anos, devido aos avanços tecnológicos na área, como tempo de vida útil de uma planta piloto de biodiesel semi-industrial, com capacidade máxima de 125 litros por hora, operando em um único turno de 12 horas diárias e 25 dias por mês.

Carramenha (2007) considerou o prazo de análise de 10 anos para uma planta de transesterificação que opera 47 semanas por ano, 24 horas por dia.

Haas, Mcaloon *et al.* (2006) considera um prazo de depreciação dos equipamento de 10 anos, em planta de processo contínuo de transesterificação de óleos vegetais, com purificação da glicerina e capacidade de produção anual de 37.854.118(10x10⁶gal).

Pires, Alves *et al.* (2004) adotou um prazo médio de vida útil dos equipamentos de 15 anos e utilizou este prazo para projeção do fluxo de caixa de uma planta com capacidade de produção diária de 1400 litros/dia, sob forma de batelada e rota metálica de transesterificação.

Leiras (2006), em seu estudo, adota um prazo de análise de 15 anos, equivalente ao tempo médio de vida útil dos equipamentos de extração e produção de biodiesel de 82.917.000 litros por ano.

De fato, o prazo de análise de um projeto não é único e deve ser ajustado às características do mercado e expectativas de retorno do investimento pelos fornecedores de capital. No caso de usinas de fabricação de biodiesel, o prazo de análise escolhido, e de certa forma conservador quando comparado a projetos com características semelhantes, foi de 10 anos²⁵.

3.5.7 Crescimento esperado

Diante das perspectivas de aumento da demanda mundial por biodiesel. Além de uma esperada adequação do mercado fornecedor de matérias-primas para o setor, aliada ao próprio aspecto de desenvolvimento da curva de aprendizado da empresa quando está em operação, e ajustes de custos de produção, como o salário dos operadores, por exemplo.

Dentro do período de análise do projeto, é esperado que ocorram variações nos custos e receitas do empreendimento, que alterarão as expectativas de fluxo de caixa futuro.

Damodaran (2007) cita três formas de se estimar o crescimento nos fluxos de caixa para o futuro. A primeira delas é analisar o crescimento histórico divulgado pela empresa. A segunda é obter estimativas de crescimento de fontes relacionadas ao setor. A terceira forma está relacionada ao nível de reinvestimento dos lucros na empresa e com que eficácia esses lucros são reinvestidos.

Segundo Ewing (2008), espera-se que a produção global de biodiesel cresça 10% a 12% anualmente, com tendência de estabilização do preço das oleaginosas e uma expectativa que a produção de biodiesel no Brasil passe dos 500 milhões por ano atuais para 9,5 bilhões até 2012. Porém, o mesmo autor, ressalta que o principal mercado brasileiro é o interno e com pouco potencial de exportação. Já Efe (2008b) indica que após subir em média 35% em 2008, é previsto uma redução de 34% do preço das matérias-primas em

²⁵ O modelo permite ajuste do horizonte de análise, entre um ano e no máximo de 24 anos. Esse intervalo, porém, pode ser ajustado em futuras atualizações.

2009. Tal notícia, se confirmada, favorecerá a redução dos custos de produção, aumentando a competitividade do biodiesel perante o diesel mineral.

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP a produção de B100 em 2008 (Janeiro a Setembro) foi de 784.831 m³ enquanto que a demanda correspondeu a 748.464 m³, um pouco mais de 36.000 m³ acima da demanda no mesmo período. Caso já estivesse em vigor a mistura mínima B5, no mesmo período, seriam demandados cerca de 1.673.229 m³, ou seja, 124% superior à demanda atual.

Diante disso, é bastante supor que ocorrerá desenvolvimento na economia do setor nos próximos anos e para o caso específico desse trabalho, foram pressupostas as seguintes expectativas de crescimento, ainda que conservadoras, para cada indicador chave para a projeção de fluxo de caixa:

- Receitas – Crescimento de 5% a.a
- Custos Variáveis – Crescimento de 4% a.a
- Custos Fixos – Crescimento de 3% a.a
- Despesas – Crescimento de 3% a.a

3.5.8 Valor Residual

A legislação brasileira de contabilidade²⁶ adota o método linear como método de cálculo para determinação de depreciação periódica. Consiste na aplicação de uma taxa constante de depreciação durante o tempo de vida útil estimado, correspondente à divisão do valor do investimento pelo tempo vida útil do projeto. Desta forma, ao final do tempo de análise do projeto os ativos terão valor contábil igual à zero ($V=0$).

O critério utilizado para determinação do valor de venda B dos equipamentos foi ajustado pelo método Ross-Heidecke, mais utilizado em engenharia de avaliações de imóveis, mas que também pode ser utilizado para avaliar a depreciação de máquinas e equipamentos (Veja Manual De Perícias (2008)). Este método leva em conta o estado de conservação do equipamento na determinação de seu valor de venda.

²⁶ Decreto N°3000 de 26 de março de 1999 - Brasil (1999)

O coeficiente de depreciação *Cde* é determinado pela classificação do estado do equipamento ao final da sua vida-útil, podendo ser classificado como ótimo, bom, ruim ou péssimo e o tempo total que o equipamento já operou em relação ao seu tempo de vida útil. Na Tabela 47 no Anexo A. O resultado disso é o fator *K* necessário para o cálculo do *Cde*.

$$Cde = 100\% - K\% \quad (28)$$

3.5.9 Capital de Giro

O capital de giro (CG) é um investimento que não tem depreciação nem tributação, entretanto, por ser constituído, em grande parte, por ativos monetários, produzem no mínimo, perdas por redução de capacidade de compra à empresa, podendo inclusive inviabilizar o projeto. Para tanto, é necessário determinar o nível de CG para seja suficiente para cumprir com as obrigações de curto prazo, como financiamento de clientes e fornecedores e ao mesmo tempo não representar um custo de oportunidade de um grande capital empatado como na forma de estoques ou produtos em processo, por exemplo.

O capital de giro de um projeto pode ser estimado como uma porcentagem das vendas ou a partir do fluxo comercial do produto, considerando a estimativa de vendas de um ano (Lapponi, 2008).

4 RESULTADOS

4.1 Introdução

Como descrito nos capítulos anteriores, o estudo de viabilidade econômico-financeira para usinas de biodiesel, necessita que sejam determinados um conjunto de alternativas que incluem a tecnologia empregada, matéria-prima utilizada, características operacionais da unidade de produção, além de aspectos econômicos como a estrutura de capital, vida-útil dos equipamentos e prazo de análise de retorno do investimento.

O objetivo deste capítulo é aplicar o modelo descrito, no contexto de análise de usinas de produção de biodiesel e assim avaliar a viabilidade da implantação desse tipo de empreendimento na realidade brasileira. Para tanto, serão descritos dois modelos de usina com características de usinas de pequeno e médio porte, todas construídas com a tecnologia do fabricante Brasbiocombustíveis (2008). As usinas serão analisadas com características de produção que não necessariamente correspondem à forma que elas operam realmente, mas importantes para o objetivo acadêmico ao qual o estudo se destina.

4.2 Caracterização do estudo

Os modelos de usinas atualmente empregadas no Brasil são, em sua maior parte, segundo dados da Anp (2008a), usinas de grande porte com mais 60.000 l/dia de capacidade autorizada, chegando até mais de 900.000 l/dia. O objetivo desse estudo, contudo, é avaliar a viabilidade de usinas de menor porte. Nesse contexto, serão analisados dois casos de alternativas de investimento, utilizando dados próximos à realidade de operação das usinas atualmente.

O Caso 1 busca representar a usina pertencente ao grupo Serrote Redondo, localizada no município de São José do Egito em Pernambuco. Trata-se de uma usina considerada de médio porte, com capacidade de produção de 20.000 l/dia, operando em três turnos de 8h. A fábrica é equipada originalmente com toda infra-estrutura de extração e tratamento do óleo e unidade de purificação da glicerina, que não foram considerados nesta análise.

Porém podem ser incluídos em uma futura atualização do modelo. A planta opera principalmente com a tecnologia de transesterificação alcalina, por rota metilica, utilizando principalmente o óleo de algodão como matéria-prima principal.

O Caso 2 busca representar a usina piloto para estudos de tecnologia empregadas à produção de biodiesel, situada no município de Caetés-PE, implantada pelo Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE, com recursos do Ministério da Ciência e da Tecnologia. Possui capacidade de produção de 2.000 l/dia, adequada para uma produção em escala de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.



Figura 6 - (E) Unidade Piloto de Biodiesel de Caetés e (D) visão geral dos equipamentos para o processo de produção de biodiesel. Fonte: Melo (2007)

A seguir, na Tabela 13, são descritas as características principais apuradas para cada caso em estudo. Os dados são agrupados com relação às características de produção. Outras premissas relacionadas à produção foram discutidas no capítulo anterior deste trabalho.

Tabela 13 – Características operacionais originais dos casos em análise

	Caso 1	Caso 2
Matéria-Prima (óleo vegetal)	Algodão	Algodão
Processo de produção	Batelada	Batelada
Alcool de reação	Metanol	Metanol
Catalisador	NaOH	NaOH
Neutralizador	Ácido Cítrico	Ácido Cítrico
Capacidade de produção ²⁷	6.500 L/dia	2.000 L/dia
Qtd. Necessária de Funcionários por turno de 8h	5 Operário/turno	3 Operários/turno
Número de Turnos por dia	3 Turno/dia	1 Turno/dia
Nº Total de Operadores ²⁸	18 Operadores	6 Operadores

²⁷ Considerando 1 turno de 8h por dia.

Salário médio do funcionário (com encargos)	R\$1.600,00	R\$1.200,00
Duração do Turno	8h/turno	8h/turno
Total de horas por ano em manutenção	550h/ano	500h/ano
Potência Ativa instalada	180kWh	22kWh
Eficiência de Conversão em éster	97%	95%
Nível de operação da Planta	90%	90%
Capital de Giro	35%	15%

Como discutido na Seção 3.5.5, o custo inicial da implantação de uma usina incluem, basicamente os custos relativos à aquisição e preparação do terreno, construção civil, aquisição e instalação dos equipamentos e autorizações para funcionamento. Foi suposto, para todos os casos, a hipótese de aquisição e instalação dos equipamentos necessários para operação e produção de biodiesel juntamente com a unidade de recuperação de álcool. Para nenhum dos casos foi incluída a unidade de purificação da glicerina.

A seguir na Tabela 14, são descritos os valores estimados de investimentos para cada um dos casos. Cabe ressaltar que a estimativa de aquisição e preparação do terreno é de difícil mensuração, por se tratar de uma questão de oportunidade de negócio, portanto seria necessário definir a localização da fábrica e realizar pesquisas no local para definir o custo na região escolhida. Nesse caso foram utilizadas estimativas baseadas nas necessidades de área para construção de usinas com esses portes a um custo médio de R\$30/m², em alguns casos, como o do Caso 2, é possível até conseguir o terreno através de uma doação junto ao município onde o empreendimento será instalado. Os custos com obras civis foram estimados em R\$840/m² e também foram baseados nas estimativas de área necessária. Os custos com autorizações, também representam valores médios apurados.

Tabela 14 – Investimento Inicial apurado²⁹

	Caso 1	Caso 2
Aquisição e Preparação do Terreno	R\$75.000 (2.500m ²)	R\$ 0 (4.700m ²)
Obras civis	R\$340.000 (850m ²)	R\$158.732 (369,83m ²)
Equipamentos & instalação	R\$1.925.000	R\$500.000
Autorizações	R\$6.000	R\$5.000

²⁸ Incluindo contingente excedente para suprir ausência justificada, feriados ou férias de algum funcionário.

²⁹ Estimativas validadas com especialistas, não representam valores reais de mercado.

Foi suposto que ao final do prazo de análise do projeto, fixado em 10 anos, todos os itens descritos serão vendidos. No caso do terreno, o valor de venda é igual ao valor contábil e residual. No caso do investimento com obras civis, o valor contábil corresponderá a um valor depreciado de forma linear ao final do prazo de análise, supondo que a vida útil da obra seja de 25 anos e que o valor residual corresponderá ao valor descontado do imposto de renda com sua venda, ver Tabela 15.

Tabela 15 – Estimativa de valor das obras civis

	Caso 1	Caso 2
Valor de Aquisição	R\$340.000	R\$158.732
Valor de Venda	R\$340.000	R\$158.732
Valor Contábil	R\$204.000	R\$95.239
Valor Residual	R\$319.600	R\$149.238

No caso dos equipamentos, considera-se, para todos os casos descritos, um tempo de vida útil dos equipamentos de 20 anos e que ao final do prazo de análise de 10 anos estejam em um bom estado de conservação. Sob o ponto de vista contábil, considera-se que sejam depreciados totalmente ao final do prazo de análise (de acordo com o procedimento descrito na Seção 2.5.5) restando um valor residual de venda descontado do imposto de renda que deve ser incorporado ao fluxo de caixa esperado ao final do prazo de análise, Tabela 16.

Tabela 16 – Estimativa de valor dos equipamentos

	Caso 1	Caso 2
Valor de Aquisição	R\$1.925.000	R\$500.000
Valor de Venda	R\$1.172.325	R\$304.500
Valor Contábil	R\$ 0	R\$ 0
Valor Residual	R\$ 996.476	R\$258.825

É suposto um desembolso total dos investimentos durante o primeiro ano. A estrutura de composição do capital, Tabela 17, inclui uma parcela correspondente ao capital próprio e o restante na forma de financiamento junto ao BNDES, nas condições descritas na Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 17 – Estrutura de Capital

	Caso 1	Caso 2
Composição de Capital Próprio	30%	20%
Composição de Capital de Terceiros	70%	80%

Os fatores determinantes para tributação, referente à alíquota PIS/COFINS, cuja forma de cálculo foi discutida na Seção 3.3, são descritos na Tabela 18.

Tabela 18 – Fatores que influenciam a tributação – PIS/COFINS e Formas de custo de financiamento junto ao BNDES

	Caso 1	Caso 2
Origem da Matéria-Prima	Nordeste	Nordeste
Possui Selo Social?	Não	Não

Assumindo um prêmio pelo risco sobre o capital próprio de 10%, uma taxa de rentabilidade da LTN - pré fixada - estrutura a termo - 12 meses de 14,72% a.a.³⁰ como taxa real livre de risco, o custo de capital próprio será equivalente a 24,72%. Já o custo do empréstimo dependerá do porte da empresa e se a empresa possui ou não Selo Social, Tabela 8. Para este cálculo foi considerado uma TJLP de 6,25%a.a.³¹ e a remuneração do agente financeiro de 4%a.a. O custo do capital de terceiros corresponderá à taxa equivalente depois do imposto (Lapponi, 2008) e taxa mínima de atratividade calculada (Ver Seção 2.4) são descritos na Tabela 19, a seguir.

Tabela 19 – parâmetros de cálculo da Taxa Mínima de Atratividade - TMA

	Taxa Mínima de Atratividade
Caso 1	14,70%
Caso 2	13,27%

Com isso, estão definidas todas as premissas necessárias do modelo. Na Figura 7 é apresentado um exemplo da tela, ajustada para o Caso 2, onde são inseridos os dados de entrada do modelo em Excel.

³⁰ Ipeadata (2008)

³¹ Bndes (2008b; a)


Dados de Entrada			
Dados de Produção			
	Materia-Prima:	Algodão	
	Tipo de Processo de Produção:	Batelada	
	Álcool de Reação:	Metanol	
	Tipo de Catalisador:	Soda Cáustica - NaOH	
	Tipo de Neutralizador:	Ácido Cítrico - C6H8O7	
	Porte da	600.000 (l/ano) - 2.000 (l/dia) - Caetés	
	Valor	Unid.	
Número de Funcionários por turno:	3	Func./Turno	
Número de Turnos por Dia:	1	Turno/Dia	◀ ▶
Número total de Funcionários:	6	Funcionários	◀ ▶
Salário médio do Funcionário:	R\$ 1 200	R\$/Mês	◀ ▶
Duração do Turno:	8	Horas/Turno	◀ ▶
Qtd de meses em Produção:	12	Meses/Ano	◀ ▶
Nº dias por mês em Operação:	27	Dias/Mês	◀ ▶
Tempo total em manutenção no ano	500	Horas/Ano	◀ ▶
Capacidade Instalada de Produção:	600 000	Litros/Ano	◀ ▶
Eficiência de Reação	95%		◀ ▶
Dados Econômicos			
Origem da Matéria Prima:	Nordeste		<input type="checkbox"/> Possui Selo Social
Composição de Capital Próprio:	20%		
Composição de Capital de Terceiros	80 %		◀ ▶
Nível máximo de participação BNDES	80%		
Prêmio pelo Fisco do capital próprio	10 %		◀ ▶
Taxa Mínima de Atratividade calculada	13.27%		
Tempo de vida útil do Equipamento	20	Anos	◀ ▶
Estado de conservação dos equipamentos ao final da análise			Bom
Prazo de Análise do Projeto	10	Anos	◀ ▶
% Capital de Giro	15 %		◀ ▶
Estimativa de Investimen			
	Terreno	Prédio	Equipamentos&Inst
Valor de Aquisição	R\$ 0	R\$ 158 732	R\$ 500 000
Valor de Venda	R\$ 0	R\$ 158 732	R\$ 304 500
Valor Contábil	R\$ 0	R\$ 95 239	R\$ 0
Valor Residual	R\$ 0	R\$ 149 208	R\$ 258 825
Custos com Autorizações	R\$ 5 000		
Taxa de Crescimento da Receita Bruta	5 %		◀ ▶
Taxa de Crescimento dos Custos Variáv	4 %		◀ ▶
Taxa de Crescimento dos Custos Fixos	3 %		◀ ▶
Taxa de Crescimento das Despesas	3 %		◀ ▶

Figura 7 - Tela inicial com resumo dos dados de entrada do Caso 2

4.3 Projeções Econômico-Financeiras

A elaboração das projeções econômico-financeiras seguem o que foi discutido nos Capítulos 2 e 3.

O custo de aquisição do óleo de Algodão foi analisado para cada caso de acordo com o preço da matéria-prima praticado no local, veja a Tabela 20.

Tabela 20 – Cotação do óleo de Algodão na região de produção para cada caso.

Matéria-Prima	Caso 1	Caso 2	Unid.
Óleo de Algodão	R\$ 1.850,00	R\$ 1.650,00	R\$/ton

Fonte: O Autor; Aboissa (2008b);

A seguir, na Tabela 21, são apresentadas os insumos selecionadas para compor o estudo e respectivos preços de mercado obtidos. O Metanol apesar de ser uma commodity o seu valor foi obtido em Reais.

Tabela 21 – Cotação de preço dos principais insumos utilizados na fabricação do biodiesel.

Insumo	Preço de Mercado por Ton.
Metanol	R\$ 2.300,00
Soda Cáustica – NaOH	R\$ 2.750,00
Hidróxido de Potássio - KOH	R\$ 3.200,00
Ácido Cítrico	R\$ 8.800,00

Fonte: O Autor; Aboissa (2008b);

Como uma forma de refletir os preços médios praticados em um ano, foram utilizados os preços mais recentes praticados nos leilões de 2008 (8° ao 12° leilão), Tabela 9 e Figura 5. Na Tabela 22 encontra-se o preço médio calculado de venda do biodiesel praticado em 2008 e o preço cotado no mercado da glicerina bruta.

Tabela 22 – Preço de venda dos principais produtos.

Produto	Preço	Unid.
Biodiesel	R\$ 2.594,00	R\$/m ³
Glicerina bruta	R\$ 0,15	R\$/kg

Fonte: O Autor; Aboissa (2008a);

A Tabela 23, a seguir, apresenta um resumo da produtividade média estimada para cada caso, tal resultado é obtido pelas equações (23) e (24).

Tabela 23 – Produtividade anual estimada para um nível de operação de 90%.

Produtos		Caso 1	Caso 2	Unid.
Biodiesel	Q_b^{ano}	5.950.537	557.129	Litros/ano
Glicerina	Q_g^{ano}	532.257	51.871	kg/ano

As projeções do fluxo de caixa e demonstração do resultado esperado para cada caso são apresentadas no Anexo C.

4.3.1 Avaliação determinística da Viabilidade, através dos critérios

A análise dos critérios de avaliação, descritos na Seção 2.3, apresentado na Tabela 24, demonstra a viabilidade dos dois empreendimentos, considerando o critério objetivo do VPL.

Tabela 24 - Critérios de avaliação

Critério	Caso 1	Caso 2
VPL	R\$ 4 676 898	R\$ 364 887
TIR	25,6%	20,9%
Payback Descontado	7,08 anos	8,09 anos
Decisão	ACEITAR	ACEITAR

A Figura 8 e Figura 9, apresentam o comportamento do VPL para cada caso com a variação da taxa de desconto.

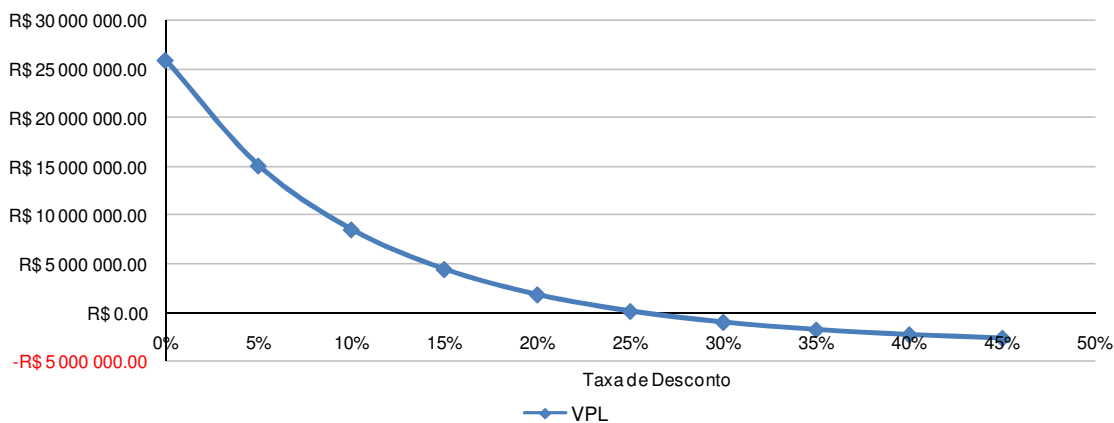


Figura 8 - Perfil do VPL - Caso 1

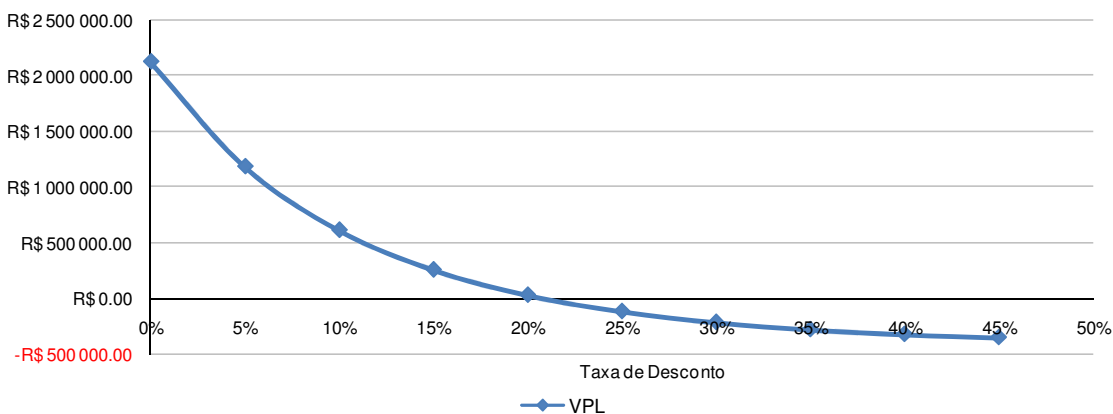


Figura 9 - Perfil do VPL - Caso 2

4.4 Análise do Risco

4.4.1 Análise de Cenários

A elaboração dos cenários, no caso dos preços do óleo de Soja, do Metanol e Etanol, obedeceu ao critério baseado no valor do Coeficiente de Variação (CV), descrito na Seção 2.6.3, obtido a partir dos históricos de cotação dos últimos três anos dos produtos. Onde os valores dos cenários Pessimistas e Otimistas representam a variação medida pelo CV em relação ao cenário Mais Provável, o qual representa o valor de mercado de cada insumo apresentados anteriormente.

No caso do óleo de Algodão, do Ácido Cítrico, Soda cáustica e da Glicerina, como não há histórico de preços disponível desses produtos, foi suposto uma variação igual a 20% em relação ao cenário Mais Provável.

O Fator de Variação para o preço do Biodiesel obedeceu ao critério do Coeficiente de Variação para o histórico de preços médios praticados no ano de 2008, ver Tabela 9. Para o nível de operação da planta foi suposto uma variação de 5%, ver Tabela 25.

Tabela 25 – Fator de Variação –FV - utilizado para determinação dos cenários, por produto.

Produto	Fator de Variação – FV
Biodiesel	4,73%
Glicerina	20%
Nível de Operação da Planta	5%
Óleo de Algodão	20%
Metanol	39,1%
Ácido Cítrico	20%
Soda Cáustica	20%

Fonte: Anp (2008c); Methanex (2008)

Dessa forma, na Tabela 26 e Tabela 27, são apresentados os resumos dos cenários elaborados para os casos em estudo.

Tabela 26 – Cenário do preço do óleo de Algodão para cada caso.

	Cenário			Unid.
	Pessimista	Mais Provável	Otimista	
Caso 1	R\$ 2,22	R\$ 1,85	R\$ 1,48	R\$/kg
Caso 2	R\$ 1,98	R\$ 1,65	R\$ 1,32	R\$/kg

Tabela 27 – Valores dos cenários elaborados para ambos os casos

Parâmetro	Cenário			Unid.
	Pessimista	Mais Provável	Otimista	
Preço de Venda Biodiesel	R\$ 2,471	R\$ 2,594	R\$ 2,717	R\$/litro
Preço de Venda Glicerina	R\$ 0,12	R\$ 0,15	R\$ 0,18	R\$/kg
Nível de Operação da Planta	86%	90%	95%	%
Preço de Compra do Metanol	R\$ 2,77	R\$ 2,30	R\$ 1,83	R\$/kg
Preço de Compra da Soda Cáustica	R\$ 3,30	R\$ 2,75	R\$ 2,20	R\$/kg
Preço de Compra do Ácido Cítrico	R\$ 10,56	R\$ 8,80	R\$ 7,04	R\$/kg

A seguir são apresentados os resultados dos critérios de avaliação e perfis de cada cenário e para cada caso.

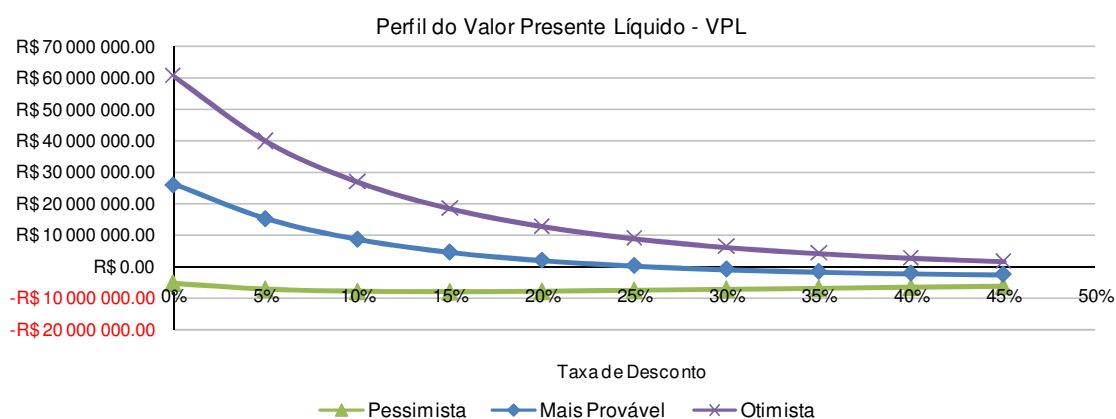


Figura 10 - Perfil do Valor Presente Líquido (VPL) - Caso 1

Tabela 28 - Critérios de avaliação - Caso 1

Critério	Cenário		
	Pessimista	Mais Provável	Otimista
VPL	-R\$ 8 141 925	R\$ 4 676 898	R\$ 18 794 717
TIR	-	25,6%	56,3%
Payback Descontado	-	7,08 anos	2,44 anos
Decisão	REJEITAR	ACEITAR	ACEITAR

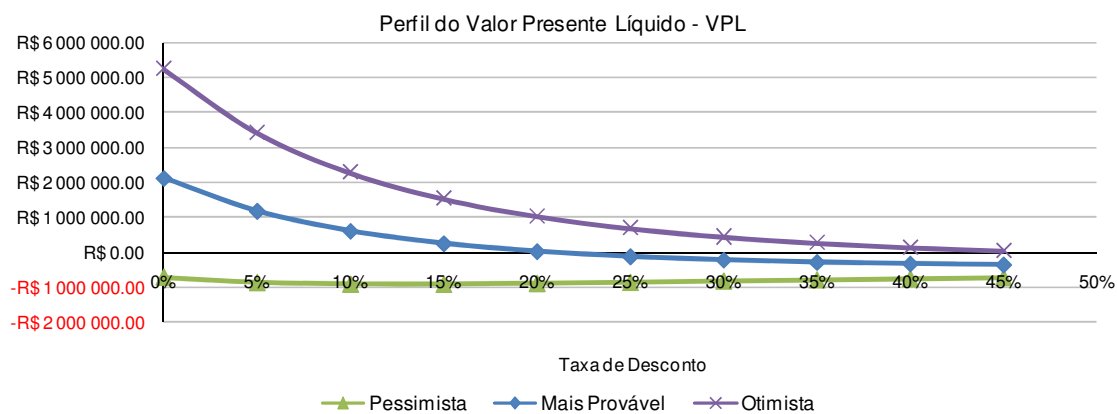


Figura 11 - Perfil do Valor Presente Líquido (VPL) - Caso 2

Tabela 29 - Critérios de avaliação - Caso 2

Critério	Cenário		
	Pessimista	Mais Provável	Otimista
VPL	-R\$ 904 333	R\$ 364 887	R\$ 1 758 391
TIR	-7,8%	20,9%	48,2%
Payback Descontado	-	8,09 anos	2,86 anos
Decisão	REJEITAR	ACEITAR	ACEITAR

4.4.2 Análise de Sensibilidade

A Figura 12 e a Figura 14 tratam-se do modelo tradicional de análise de sensibilidade que utiliza a reta de variação percentual do VPL em função da mesma variação percentual de cada estimativa em relação a seu valor esperado. A inclinação da reta determina o tipo de correlação entre a estimativa e o valor do VPL. Assim, quanto mais positiva ou mais negativa maior será a inclinação da reta e, portanto maior será seu impacto no resultado, agindo de forma direta ou indireta no VPL do projeto.

A Tabela 32 e Tabela 33 apresentam os pontos de reversão para cada estimativa relevante do projeto, o ponto de reversão representa o valor máximo ou mínimo que a estimativa pode ter que a partir deste ponto o VPL torna-se negativo, desta forma, determinando a inviabilidade econômica do empreendimento. A cotação do dólar influi apenas nos preços de insumos que possuem cotação internacional, como o metanol. O valor utilizado nos cálculos é R\$2,41, cotação do dia 02 de Dezembro de 2008. A coluna de variação representa a variação em porcentagem da estimativa de ponto de equilíbrio em relação ao valor esperado, quanto mais próximas de zero maior o impacto sobre os resultados do VPL. O preço mínimo da glicerina é negativo representando a possibilidade do produtor pagar para alguém retirar-la em sua forma bruta, sacrificando uma possível receita para não ter que mantê-la em estoque.

A Figura 13 e a Figura 15 representam o tipo de gráfico denominado de tornado, que mostra o impacto no VPL do projeto promovido pela variação de cada estimativa individualmente no intervalo de -10% a 10% em torno do seu valor esperado, mantendo o restante das variáveis constantes.

Caso1

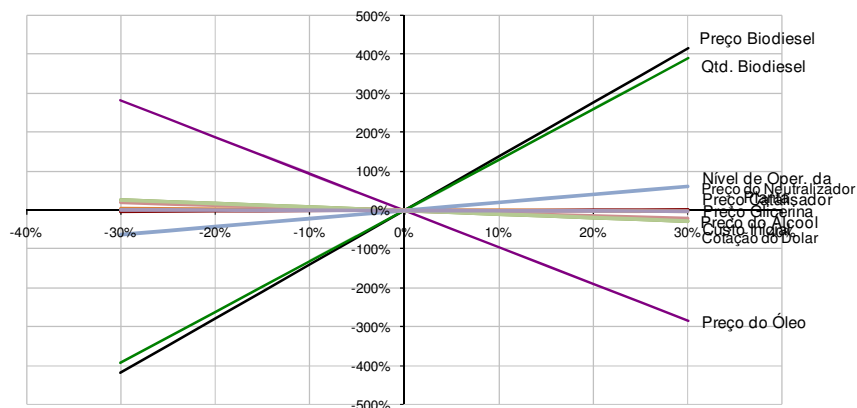


Figura 12 – Sensibilidade do VPL em função da variação da estimativa - Caso1

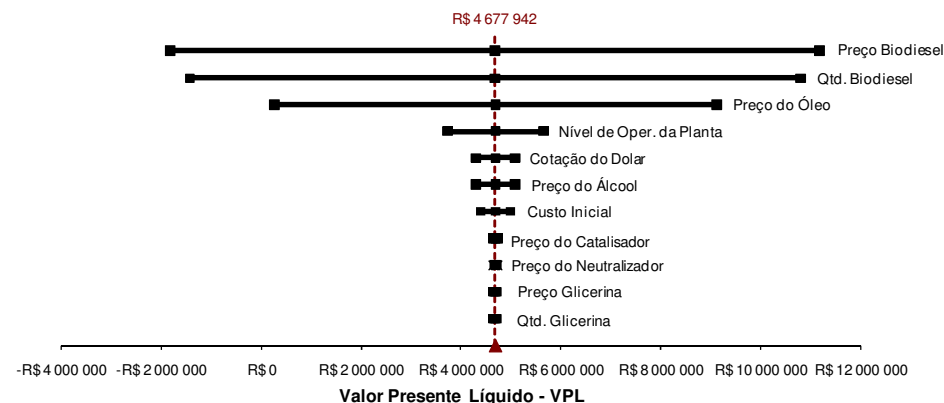


Figura 13 - Impacto no VPL pela variação das estimativas entre -10% e +10% - Caso 1

Tabela 30 – Pontos de Reversão - Caso 1

	Pontos de reversão, VPL=0	Unid		Varição %
Litros de Biodiesel Estim.	5 494 791	L/Ano	Mínimo	-7,7%
Kg de Glicerina Estim.	-6 875 536	kg/Ano	Mínimo	-1391,8%
Preço unitário Biodiesel	R\$ 2,41	R\$/L	Mínimo	-7,2%
Preço unitário Glicerina	-R\$ 1,94	R\$/kg	Mínimo	-1391,8%
Preço do Óleo	R\$ 2,05	R\$/kg	Máximo	10,6%
Preço do Álcool	R\$ 4,95	R\$/kg	Máximo	115,0%
Preço Catalisador	R\$ 28,84	R\$/kg	Máximo	948,6%
Nível de Oper da Planta	45,97%	%	Mínimo	-48,9%
Custo inicial (Inst. & Equip.)	R\$ 4 832 251	R\$	Máximo	151,0%
Cotação do Dólar	R\$ 5,18	R\$/US\$	Máximo	115,0%
Preço unitário do Neutralizador	R\$ 110,50	R\$/kg	Máximo	1155,7%

Caso2

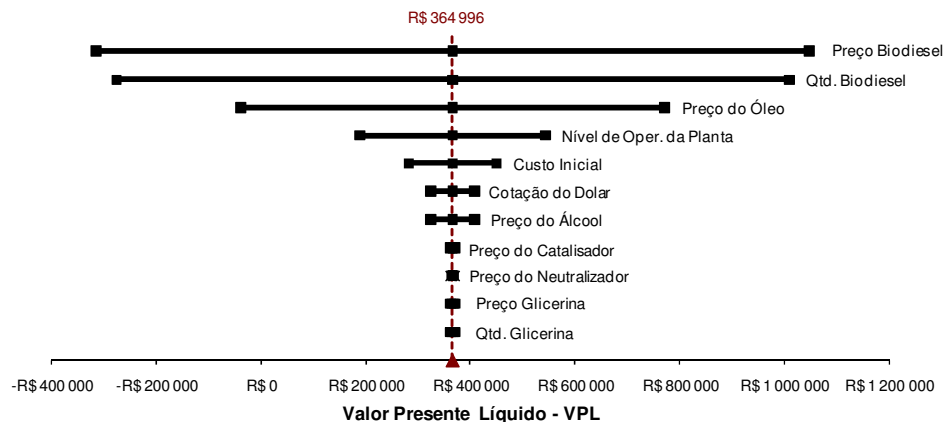
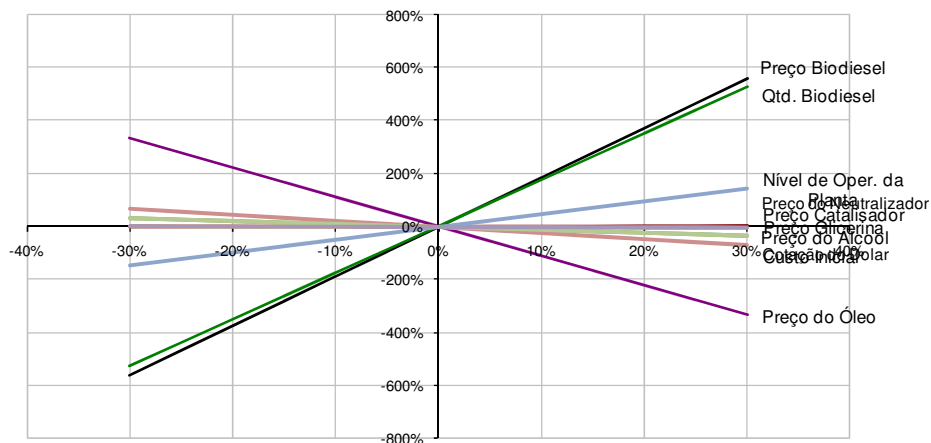


Figura 14 - Sensibilidade do VPL em função da variação da estimativa - Caso2

Figura 15 - Impacto no VPL pela variação das estimativas entre -10% e +10% - Caso 2

Tabela 31 – Pontos de Reversão - Caso 2

	Pontos de reversão, VPL=0	Unid		Variação %
Litros de Biodiesel Estim.	525 414	L/Ano	Mínimo	-5,7%
Kg de Glicerina Estim.	-464 914	kg/Ano	Mínimo	-996,3%
Preço unitário Biodiesel	R\$ 2,45	R\$/L	Mínimo	-5,4%
Preço unitário Glicerina	-R\$ 1,34	R\$/kg	Mínimo	-996,3%
Preço do Óleo	R\$ 1,80	R\$/kg	Máximo	9,0%
Preço do Álcool	R\$ 4,31	R\$/kg	Máximo	87,3%
Preço Catalisador	R\$ 22,56	R\$/kg	Máximo	720,3%
Nível de Oper da Planta	71,44%	%	Mínimo	-20,6%
Custo inicial (Inst. & Equip.)	R\$ 719 053	R\$	Máximo	43,8%
Cotação do Dólar	R\$ 4,42	R\$/US\$	Máximo	87,3%
Preço unitário do Neutralizador	R\$ 87,65	R\$/kg	Máximo	896,0%

4.4.3 Análise do Ponto de Equilíbrio

A análise do ponto de equilíbrio foi integrada à análise de cenário para retratar as diversas alternativas de nível de produção anual de biodiesel, que deve ser preferencialmente acima da Quantidade de Equilíbrio Financeiro (EQf), sob diferentes perspectivas de cenários futuros.

Tabela 32 - Ponto de equilíbrio de produção de biodiesel- Caso 1

Ponto de Equilíbrio	Cenário			Unid.
	Pessimista	Mais Provável	Otimista	
Qtd. de Equilíbrio de Lucro Zero (EQl)	-	2 413 911	1 198 088	Litros/Ano
Qtd. de Equilíbrio Contábil (EQc)	-	3 238 917	1 658 510	Litros/Ano
Qtd. de Equilíbrio Financeiro (EQf)	-	5 494 885	4 504 701	Litros/Ano
Qtd fab./vendida de Biodiesel (Qb)	-	5 950 537	6 248 064	Litros/Ano

Tabela 33 - Ponto de equilíbrio de produção de biodiesel - Caso 2

Ponto de Equilíbrio	Cenário			Unid.
	Pessimista	Mais Provável	Otimista	
Qtd. de Equilíbrio de Lucro Zero (EQl)	-	276 562	165 220	Litros/Ano
Qtd. de Equilíbrio Contábil (EQc)	-	442 618	271 281	Litros/Ano
Qtd. de Equilíbrio Financeiro (EQf)	-	525 423	439 497	Litros/Ano
Qtd fab/vendida de Biodiesel (Qb)	-	557 129	584 985	Litros/Ano

As figuras a seguir expressam os valores das Tabelas acima em forma gráfica. Onde, RT representa a Receita Total auferida de acordo com a quantidade efetivamente vendida e CT o Custo Total associado à produção.

Caso1

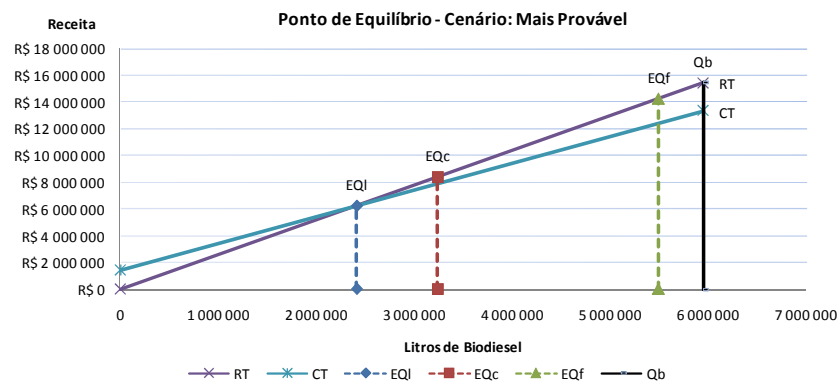


Figura 16 - Ponte de Equilíbrio – Cenário Mais Provável - Caso 1

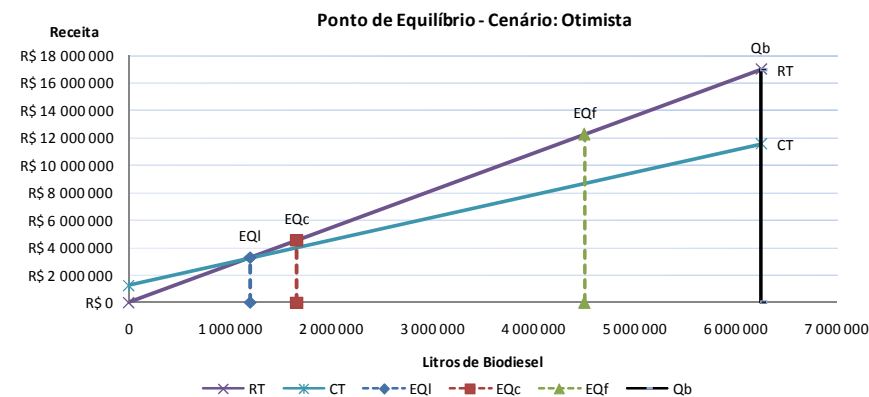


Figura 17 - Ponte de Equilíbrio - Cenário Otimista - Caso 1

Caso2

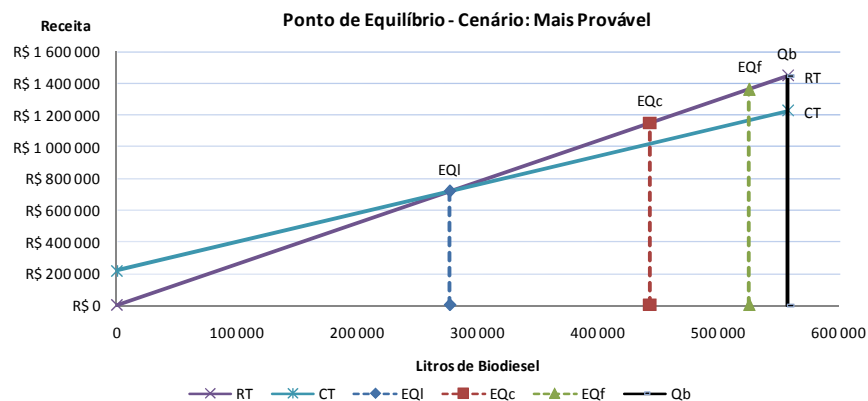


Figura 18 - Ponte de Equilíbrio - Cenário Mais Provável - Caso 2

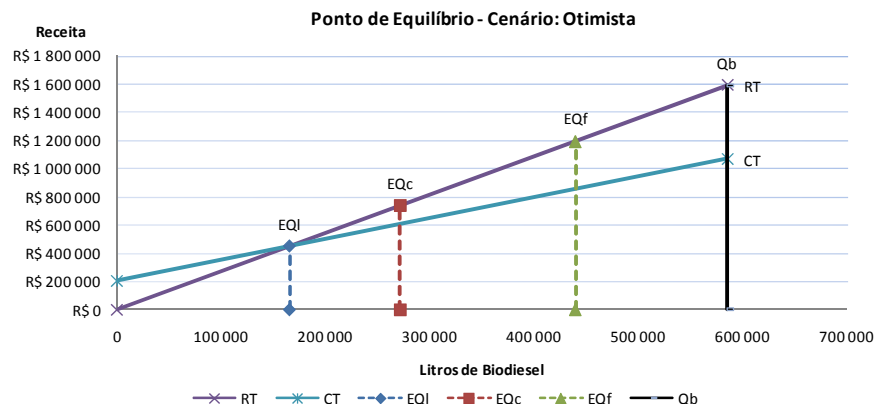


Figura 19 - Ponte de Equilíbrio - Cenário Otimista - Caso 2

4.4.4 Análise de Simulação Monte Carlo

A definição de distribuições de probabilidade para cada uma das variáveis incertas do modelo demanda o uso de ferramentas estatísticas apropriadas, porém por não se tratar do foco principal deste trabalho, foi adotado a distribuição triangular para as variáveis relacionadas ao preço, pois segundo Souza (2004) permite expressar com conforto uma faixa de valores que representam um nível de crença pessoal, através da definição de três pontos: máximo, mínimo e mais provável. Na inexistência ou indefinição de um valor provável, usa-se a distribuição uniforme.

Na Tabela 34 são descritos os parâmetros de cada distribuição de probabilidade das variáveis selecionadas³². Onde VR representa o Valor de Referência, que representam os valores definidos como “mais prováveis”, ou valores que cotados a preço de mercado, descritos anteriormente. FV representa o Fator de Variação, ver Tabela 25.

Tabela 34 - Modelagem SMC das variáveis do modelo

Variável	Parâmetro 1	Parâmetro 2	Parâmetro 3	Distribuição de Probabilidade
Preço Unitário do Biodiesel	$(1-FV)*VR$	$(1+FV)*VR$	-	Uniforme
Preço Unitário da Glicerina Bruta	$(1-FV)*VR$	$(1+FV)*VR$	-	Uniforme
Preço do Óleo Vegetal	$(1-FV)*VR$	VR	$(1+FV)*VR$	Triangular
Preço do Álcool	$(1-FV)*VR$	VR	$(1+FV)*VR$	Triangular
Preço do Catalisador	$(1-FV)*VR$	VR	$(1+FV)*VR$	Triangular
Preço do Neutralizador	$(1-FV)*VR$	VR	$(1+FV)*VR$	Triangular
Nível de Operação da Planta	$(1-FV)*VR$	$(1+FV)*VR$	-	Uniforme
Custo Inicial com Equipamentos (Aquisição e Instalação)	VR	$1,2*VR$	-	Uniforme
Cotação do Dólar	$0,9*VR$	$1,1*VR$	-	Uniforme
Custo com Mão-de-obra	VR	$1,5*VR$	-	Uniforme

Os resultados da simulação, para uma amostra de tamanho 1.000, elaboradas para cada caso, podem ser observados na Tabela 35 a seguir.

³² As demais variáveis foram tratadas de forma determinística e invariável.

Tabela 35 - Medidas estatísticas obtidas pela SMC

Medidas estatísticas do VPL	Caso 1	Caso 2
Mínimo	-R\$ 8 331 523	-R\$ 803 198
Máximo	R\$ 13 687 777	R\$ 1 315 170
Valor esperado	R\$ 2 818 279	R\$ 264 767
Mediana	R\$ 2 890 315	R\$ 263 886
Desv. Padrão	R\$ 4 039 926	R\$ 379 073
CV	1,43	1,43
Prob.(VPL >0)	75,7%	75,8%

Os histogramas representando a distribuição conjunta dos parâmetros simulado podem ser visualizados na Figura 20 e Figura 23, bem como a convergência da série.

De forma complementar, é apresentado a seguir, Figura 22 e Figura 31, o comportamento do VPL esperado e seu desvio padrão para diferentes níveis de taxas de desconto. Através desse gráfico é possível encontrar o valor máximo da taxa de desconto para o qual o projeto ainda pode ser recomendado (VPL>0).

Caso 1

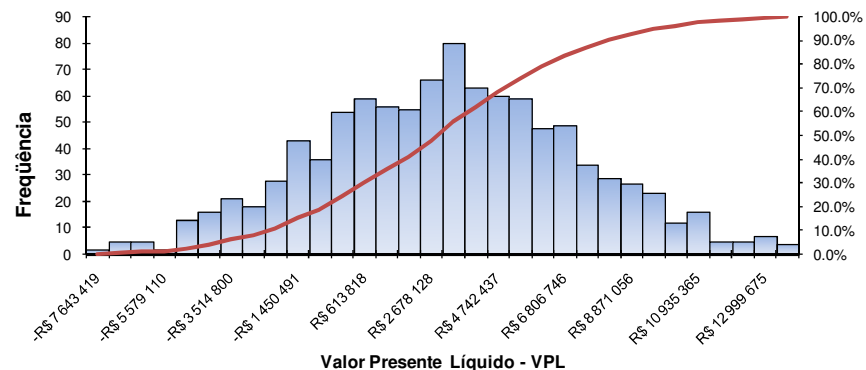


Figura 20 - Histograma da SMC - Caso 1

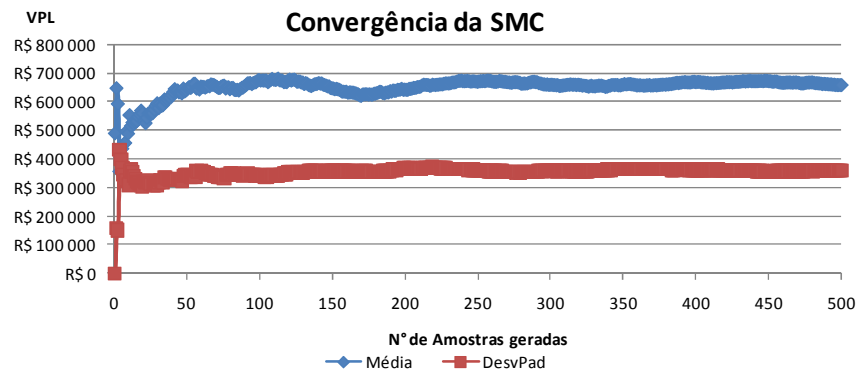


Figura 21 - Convergência da Simulação Monte Carlo – Caso 1

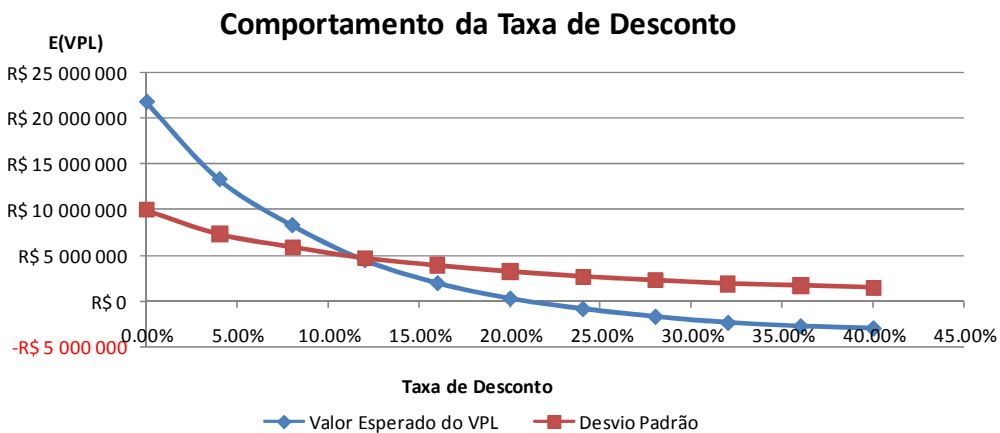


Figura 22 - Comportamento da Taxa de Desconto pela SMC - Caso 1

Caso 2

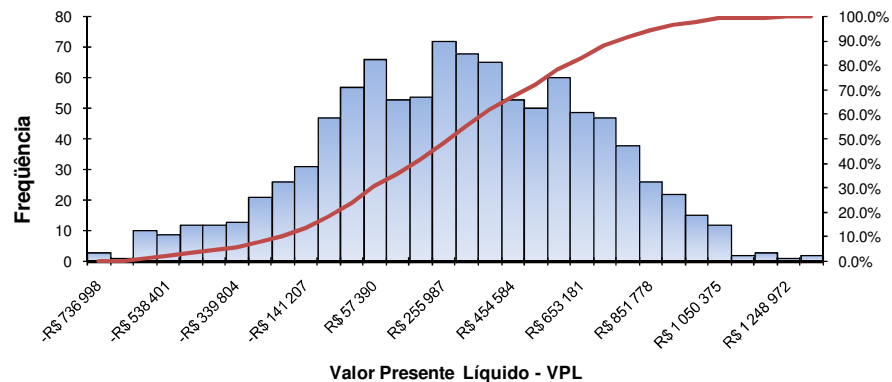


Figura 23 - Histograma da SMC - Caso 2

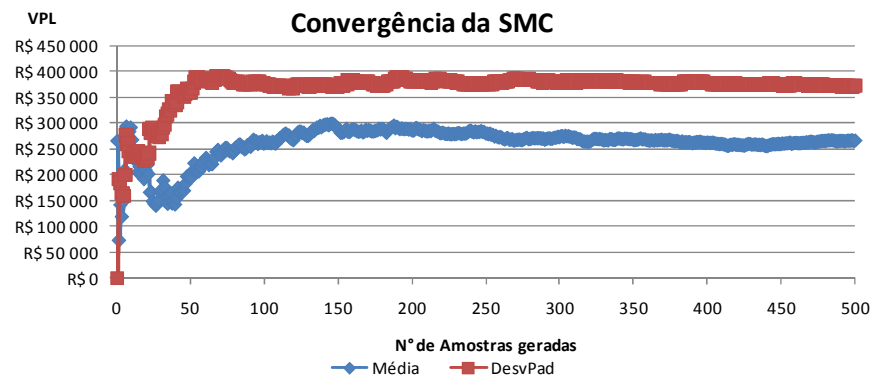


Figura 24 - Convergência da SMC – Caso 2

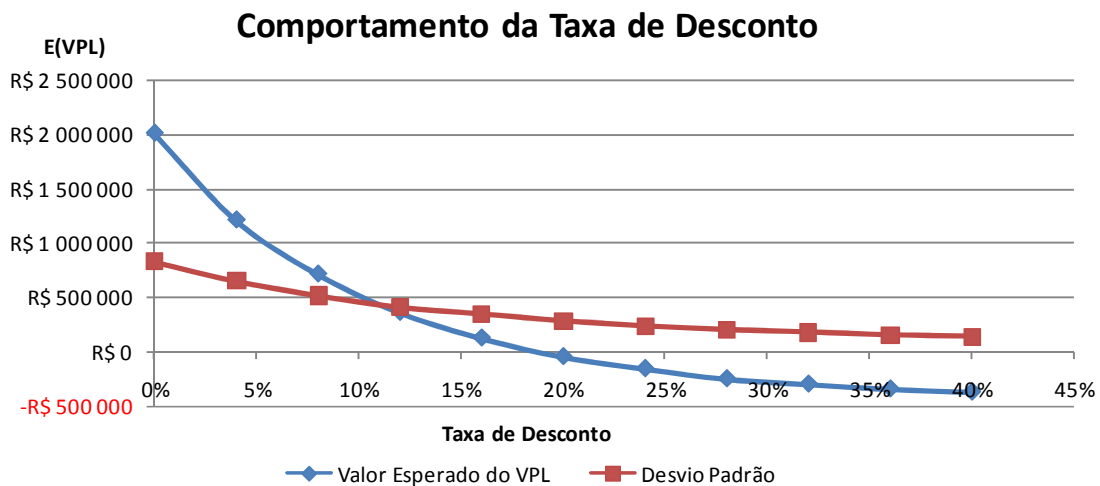


Figura 25 - Comportamento da Taxa de Desconto pela SMC - Caso 2

4.5 Análise dos Resultados

Os resultados, para ambos os casos, apresentaram indicação de aceitação nos cenários pelo critério objetivo do VPL e da TIR (Tabela 24). Porém, na análise de cenário, apresentaram resultados negativos em uma situação de variação extrema dos parâmetros em conjunto (cenário pessimista), Tabela 28 e Tabela 29. A análise de sensibilidade permitiu comprovar o impacto no resultado do VPL provocado pelo preço de venda do biodiesel, preço de aquisição do óleo vegetal a quantidade produzida/vendida de biodiesel e o nível de operação da planta.

No caso 1 o preço mínimo de venda do biodiesel foi determinado em R\$2,41, e R\$ 2,45 por litro para o caso 2, ainda valores altos se comparado ao preço do óleo diesel mineral, segundo Anp (2008b), por volta de R\$1,50/litro³³ e por volta de R\$2,10 na revenda. Já o preço máximo do óleo de algodão que ainda permite que o empreendimento seja viável é de R\$ 2,05 e R\$ 1,80 por kg para o caso 1 e 2 respectivamente.

A análise do ponto de equilíbrio demonstrou que para auferir retornos positivos é necessário que se possível seja superada em cada ano a meta de produção/vendas de biodiesel em 5.494.885 litros para o caso 1 e 525.423 litros para o caso 2.

A análise probabilística do risco baseada no método de simulação Monte Carlo demonstra, através dos Coeficientes de Variação positivos e iguais, equivalência em risco de retorno esperado para o caso 1 e o caso 2. Isso é confirmado pelos retornos positivos, Prob.(VPL>0), muito próximos, 75,7% para o caso 1 e 75,8% para o caso 2.

Ao analisar a Tabela 36, percebe-se que os custos variáveis representam a maior parcela componente dos custos totais de fabricação, onde os custos com a aquisição do óleo vegetal representam seu principal componente, ver Figura 26, Figura 27. Isso fica melhor evidenciado quando se observa o percentual do custo de aquisição do óleo vegetal em relação aos custos totais de fabricação, 71,43% (Caso 1) e 60,69% (Caso 2). Por se tratar

³³ Preço praticado por produtores e sem ICMS

da principal matéria-prima de produção do biodiesel e por possuir alto valor de mercado, o óleo vegetal representa uma alta parcela do preço final do biodiesel. Em segundo lugar vem o álcool utilizado na reação com 6,57% (Caso 1) e 6,26% (Caso 2), próximo dos gastos com impostos.

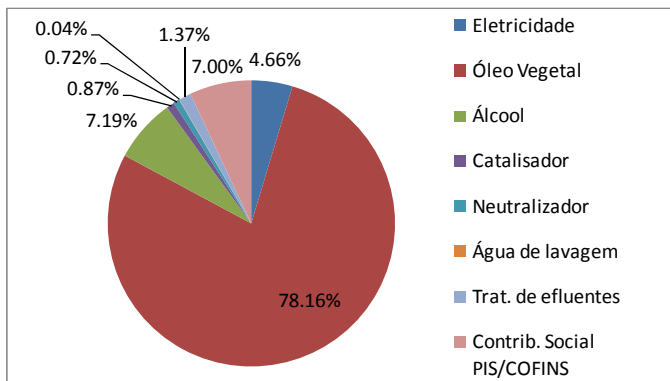


Figura 26 – Custos Variáveis – Caso 1

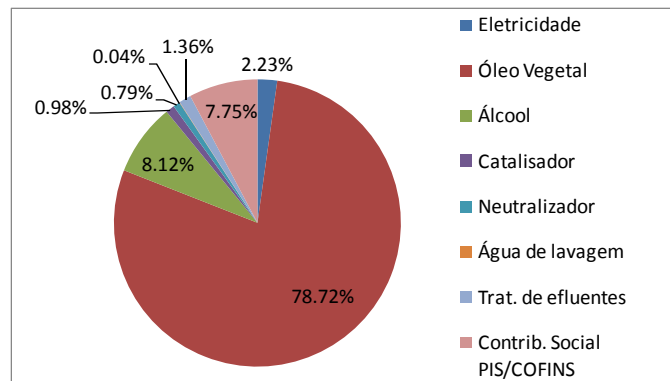


Figura 27 – Custos Variáveis – Caso 2

Tabela 36 – Custo Variável médio por cada litro de Biodiesel

Componente	Caso 1	% dos custos totais	Caso 2	% dos custos totais
Eletricidade	R\$ 0,097	4,26%	R\$ 0,043	1,72%
Óleo Vegetal	R\$ 1,631	71,43%	R\$ 1,504	60,69%
Álcool	R\$ 0,150	6,57%	R\$ 0,155	6,26%
Catalisador	R\$ 0,018	0,80%	R\$ 0,019	0,76%
Neutralizador	R\$ 0,015	0,65%	R\$ 0,015	0,61%
Água de Lavagem	R\$ 0,001	0,03%	R\$ 0,001	0,03%
Tratamento de Efluentes	R\$ 0,029	1,26%	R\$ 0,026	1,05%
Contribuição Social PIS/COFINS	R\$ 0,146	6,40%	R\$ 0,148	5,97%
Custo Variável Total	R\$ 2,087	91,40%	R\$ 1,911	77,09%

Já na composição do custo fixo, Figura 28, Figura 29 e Tabela 37 o gastos com mão-de-obra representam a maior parcela, mas não representam um grande impacto nos custo totais de fabricação do Caso 1 com apenas 2,34%, já no Caso 1 esse custo é mais representativos, com 9,40%.

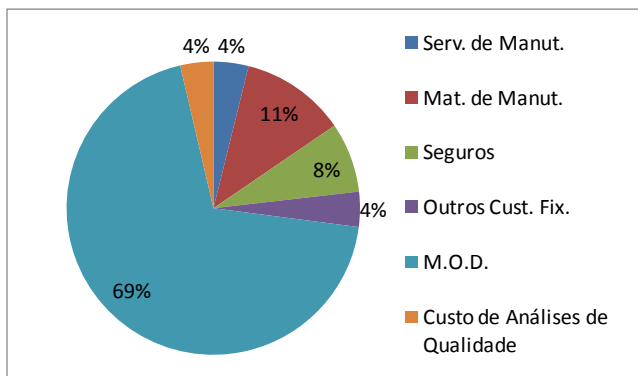


Figura 28 – Custos Fixos – Caso 1

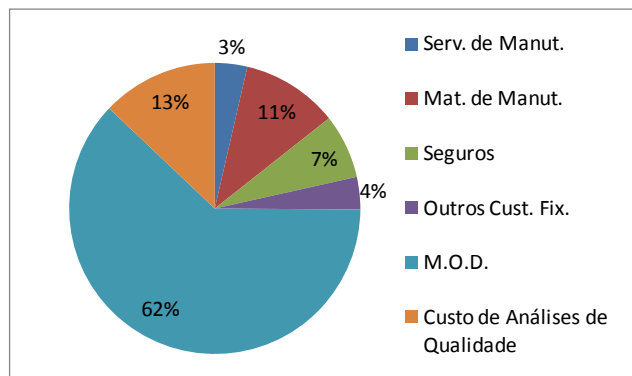


Figura 29 – Custos Fixos – Caso 2

Tabela 37 – Custo Fixo médio por cada litro de Biodiesel

Componente	Caso 1	% dos custos totais	Caso 2	% dos custos totais
Serviço de Manutenção	R\$ 0,003	0,13%	R\$ 0,008	0,34%
Materiais de Manutenção	R\$ 0,009	0,39%	R\$ 0,025	1,01%
Seguros	R\$ 0,006	0,26%	R\$ 0,017	0,67%
Outros Custos Fixos	R\$ 0,003	0,13%	R\$ 0,008	0,34%
Mão-de-obra Direta (M.O.D.)	R\$ 0,053	2,34%	R\$ 0,144	5,83%
Custo com Análises de Qualidade	R\$ 0,003	0,12%	R\$ 0,030	1,21%
Custo Fixo Total	R\$ 0,077	3,37%	R\$ 0,233	9,40%

Na Figura 30, Figura 31 e Tabela 38, pode-se visualizar a parcela de cada componente responsável pela formação do preço final do biodiesel para o produtor. É importante ressaltar que os dados não incluem os gastos com investimento e capital de giro, pois são considerados recuperáveis ao final do projeto. Os gastos de produção da glicerina foram apropriados aos gastos de produção do biodiesel, uma vez que a glicerina não representa o principal produto do processo. A parcela de lucro representa a diferença entre o valor de venda, Tabela 22, e os custos totais de fabricação.

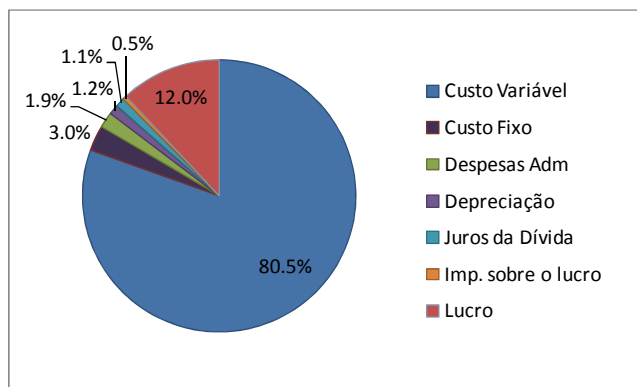


Figura 30 - Composição do preço de venda de venda do biodiesel – Caso 1

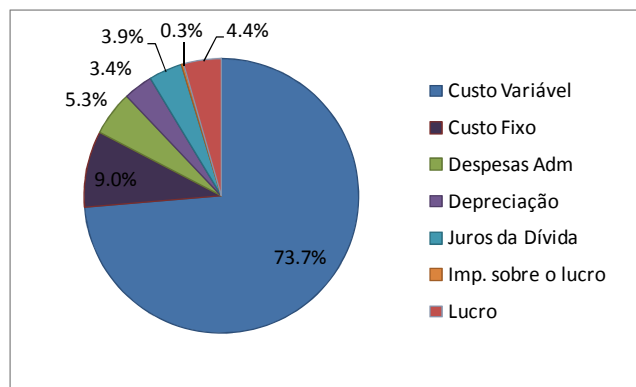


Figura 31 - Composição do preço de venda de venda do biodiesel – Caso 2

Tabela 38 - Composição dos custos totais de fabricação

Indicador	Caso 1	Caso 2
Custo Variável	R\$ 2,087	R\$ 1,91
Custo Fixo	R\$ 0,077	R\$ 0,23
Despesas Administrativas	R\$ 0,048	R\$ 0,14
Depreciação	R\$ 0,030	R\$ 0,09
Juros da dívida	R\$ 0,028	R\$ 0,10
Impostos sobre o Lucro	R\$ 0,012	R\$ 0,01
Custo Total de Fabricação	R\$ 2,284	R\$ 2,48
Lucro	R\$ 0,310	R\$ 0,11
Margem de Lucro Estimada	12%	4%

Na Figura 32 e Tabela 38 é possível visualizar o valor estimado de cada componente responsável pelo preço final do biodiesel em termos monetários, considerando o preço de venda.

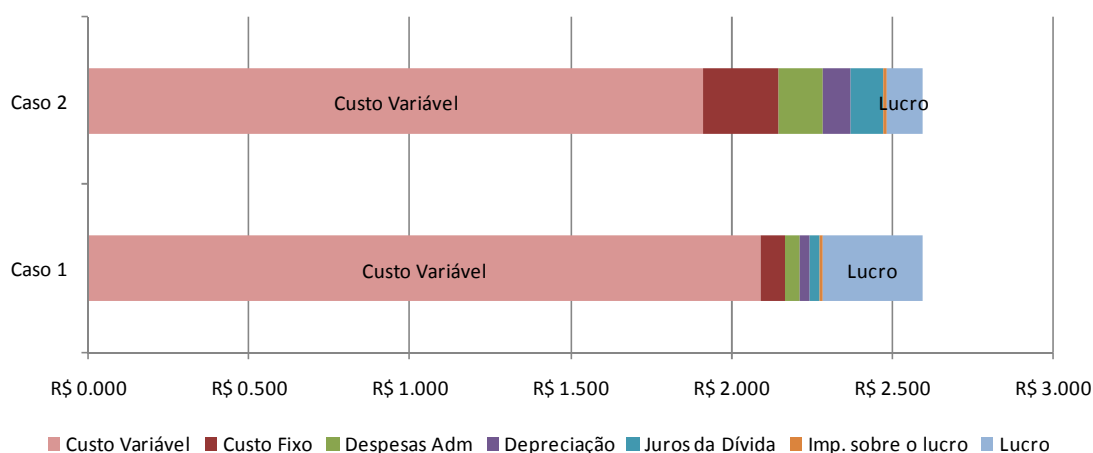


Figura 32 - Formação do preço do biodiesel

4.5.1 Simulações

O estudo de viabilidade prossegue com a simulação de cenários de tecnologia e processo diferentes do projeto original utilizado como base, para com isso avaliar alternativas de investimento como, por exemplo, o baseado na rota etílica, que apesar de ser menos rentável economicamente comparada à rota metílica promove benefícios na operação, disponibilidade e principalmente ao meio ambiente. Outro fator relevante são os benefícios advindos do uso do Selo Social, já discutidos na Seção 3.3.1, e o uso de uma matéria-prima diferente do projeto original.

A usina de produção de biodiesel situada em São Jose do Egito - PE (Caso 1), por ser um modelo de usina com finalidade exclusivamente econômica, ao contrário da usina piloto de Caetés-PE (Caso 2) destinada à pesquisa, foi selecionada para compor as simulações. Desta forma, foram elaboradas as seguintes opções de investimento:

Tabela 39 - Roteiro de Simulações

	Óleo vegetal	Álcool de reação	Catalisador	Possui Selo Social?
Opção 1	Algodão	Metanol	NaOH	Sim
Opção 2	Algodão	Etanol	NaOH	Não
Opção 3	Algodão	Etanol	KOH	Sim
Opção 4	Soja	Metanol	NaOH	Sim

A seguir, na Tabela 40, estão a relação de preços obtidos para compor a análise. O óleo de Soja por se tratar de uma commodity, possui seu preço cotado em dólar.

Tabela 40 – Cotação dos preços dos insumos utilizados na simulação.

Insumo	Preço de Mercado por Ton.
Óleo degomado de Soja	US\$ 1.132,00
Etanol Anidro	R\$ 1.500,00
Hidróxido de Potássio - KOH	R\$ 3.200,00

Fonte: O Autor; Aboissa (2008b);

A análise pelos critérios objetivos demonstraram a viabilidade nas opções simuladas 1 a 3 e recomendam rejeitar da opção 4, devido principalmente ao alto custo da matéria-prima, causando a um alto impacto nos custos de fabricação. É possível também constatar que houve um aumento no VPL das opções de projetos que possuem o Selo Social, ver Tabela 41.

Tabela 41 - Resultados das simulações

Critério/Parâmetro	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
VPL	R\$ 9 104 130	R\$ 998 085	R\$ 3 659 904	-R\$ 12 876 834
TIR	34,9%	17,7%	24,8%	-
Payback	4,53	9,51	7,01	-
Recomendação	ACEITAR	ACEITAR	ACEITAR	REJEITAR

Na Tabela 42 e Tabela 43 estão respectivamente os resultados das análises de sensibilidade e ponto de equilíbrio das estimativas consideradas mais prováveis para cada opção de investimento.

Tabela 42 - Análise de Sensibilidade - Pontos de reversão

	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Unid	
Litros de Biodiesel Estim.	5 143 651	3 621 784	3 394 692	L/Ano	Mínimo
Kg de Glicerina Estim.	-13 421 491	-1 265 258	-5 293 542	Kg/Ano	Mínimo
Preço unitário Biodiesel	R\$ 2,24	R\$ 2,53	R\$ 2,37	R\$/L	Mínimo
Preço unitário Glicerina	-R\$ 3,78	-R\$ 0,69	-R\$ 2,51	R\$/Kg	Mínimo
Preço do Óleo	R\$ 2,22	R\$ 1,92	R\$ 2,10	R\$/Kg	Máximo
Preço do Álcool	R\$ 7,30	R\$ 2,22	R\$ 4,06	R\$/Kg	Máximo
Preço Catalisador	R\$ 52,04	R\$ 12,12	R\$ 33,71	R\$/Kg	Máximo
Nível de Oper da Planta	31,78%	76,80%	55,59%	%	Mínimo
Custo inicial (Inst. & Equip.)	R\$ 7 503 002	R\$ 3 123 196	R\$ 4 745 031	R\$	Máximo
Cotação do Dólar	R\$ 7,65	*	*	R\$/US\$	Máximo
Preço unitário do Neutralizador	R\$ 200,95	R\$ 43,77	R\$ 133,20	R\$/Kg	Máximo

* Não há dados suficientes que afirmem que há influência da Cotação do Dólar

Tabela 43 - Ponto de Equilíbrio

Ponto de Equilíbrio		Opção 1	Opção 2	Opção 3	Unid.
Qtd. de Equilíbrio de Lucro Zero	(EQl)	1 860 534	1 708 494	1 357 136	Litros/Ano
Qtd. de Equilíbrio Contábil	(EQc)	2 529 730	2 703 334	2 178 870	Litros/Ano
Qtd. de Equilíbrio Financeiro	(EQf)	5 143 734	3 621 846	3 394 747	Litros/Ano
Qtd FAB./vendida de Biodiesel	(Qb)	5 950 537	3 719 086	3 719 086	Litros/Ano

Seguindo o modelo exposto na Tabela 34 para elaborar a análise probabilística do risco foram utilizados os seguintes fatores de variação.

Tabela 44 - Fatores de Variação utilizados na simulação

Produto	Fator de Variação – FV
Óleo de Soja	39,43%
Etanol	20,25%
Hidróxido de Potássio	20%

Fonte: Indexmundi (2008); Cepea (2008)

Os resultados da análise por simulação Monte Carlo demonstraram uma probabilidade de sucesso superior a 65% para as Opções 1 e 3, em decorrência principalmente do uso do Selo Social, com o aumento do risco nos casos em que se utiliza a rota etílica. O Coeficiente de Variação indica, como melhor opção de investimento, a Opção 1 pois apresenta um Coeficiente de Variação positivo e menor, indicando um conjunto de possibilidade mais homogêneo.

Tabela 45 - Medidas estatísticas obtidas pela SMC

Medidas estatísticas	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Mínimo	-R\$ 4 379 836	-R\$ 8 310 386	-R\$ 5 243 202	-R\$ 49 882 833
Máximo	R\$ 19 093 168	R\$ 6 207 558	R\$ 8 951 787	R\$ 14 235 173
Valor esperado	R\$ 7 162 602	-R\$ 1 061 447	R\$ 1 463 076	-R\$ 14 684 724
Mediana	R\$ 7 036 754	-R\$ 1 042 885	R\$ 1 416 997	-R\$ 14 956 109
Desv. Padrão	R\$ 4 035 357	R\$ 2 519 719	R\$ 2 598 014	R\$ 11 606 296
CV	0,56	-2,37	1,78	-0,79
Prob.(VPL >0)	96,2%	33,7%	71,3%	10,3%

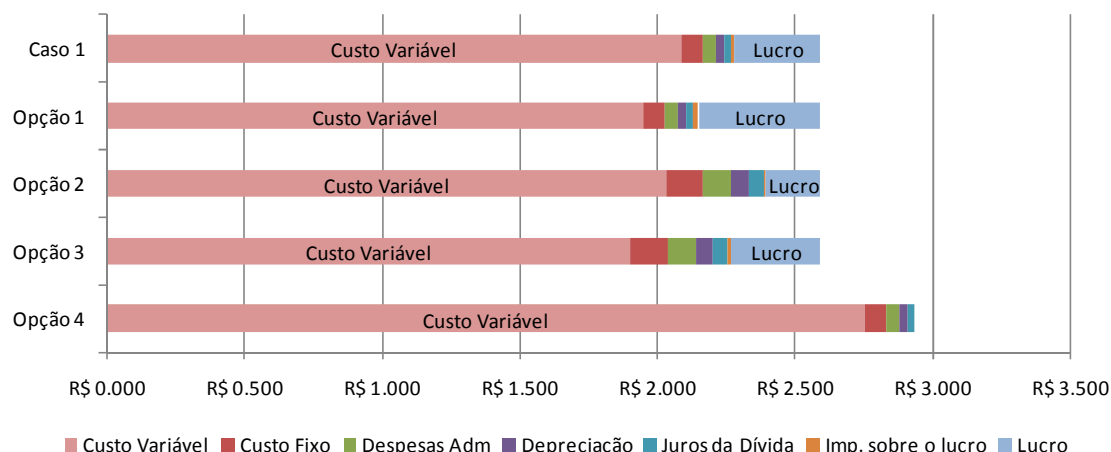


Figura 33 – Formação do preço do biodiesel para cada caso simulado

A comparação dos custos de fabricação da opção 1 com o projeto original (Caso 1), onde a única diferença é a presença do Selo Social, demonstra uma redução de 5,78% nos custos de produção, decorrente do seu uso, isso se reverte em lucros ao produtor.

Os lucros da Opção 3 se aproximaram aos lucros do Caso 1 original, com uma diminuição nos custos variáveis, decorrentes da economia de impostos diretos e menores juros pagos com o uso do Selo Social, além do uso do etanol que é mais barato comparado ao metanol. Porém, o uso da rota etílica incorre em um aumento dos custos fixos decorrente da necessidade de uma maior infra-estrutura que a rota etílica requer.

Tabela 46 – Composição dos custos totais médios de fabricação para cada caso simulado

Indicador	Caso 1	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Custo Variável	R\$ 2,087	R\$ 1,951	R\$ 2,037	R\$ 1,91	R\$ 2,754
Custo Fixo	R\$ 0,077	R\$ 0,077	R\$ 0,133	R\$ 0,13	R\$ 0,077
Despesas Administrativas	R\$ 0,048	R\$ 0,049	R\$ 0,101	R\$ 0,10	R\$ 0,049
Depreciação	R\$ 0,030	R\$ 0,030	R\$ 0,062	R\$ 0,06	R\$ 0,030
Juros da dívida	R\$ 0,028	R\$ 0,026	R\$ 0,057	R\$ 0,05	R\$ 0,026
Impostos sobre o Lucro	R\$ 0,012	R\$ 0,018	R\$ 0,008	R\$ 0,01	R\$ 0,000
Custo Total de Fabricação	R\$ 2,284	R\$ 2,152	R\$ 2,398	R\$ 2,27	R\$ 2,937
Lucro/Prejuízo	R\$ 0,310	R\$ 0,442	R\$ 0,196	R\$ 0,33	-R\$ 0,343

5 CONCLUSÕES, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões e Comentários

O modelo desenvolvido se mostrou versátil, possibilitando o investidor analisar diferentes opções do negócio sob diferentes perspectivas econômicas, operacionais e de investimento, apoiadas pela análise de risco e pela análise de custos. Possibilitou uma análise mais apurada do impacto de decisões de investimento reduzindo assim a incerteza na análise, além de auxiliar o futuro gestor a priorizar os esforços para redução dos custos dos fatores que mais impactam no custo final de fabricação.

Os estudos de caso possibilitaram avaliar o comportamento do modelo através de casos reais, onde foi possível representar diversos aspectos operacionais e técnicos desses empreendimentos. O modelo indicou a viabilidade econômico-financeira dos empreendimentos, com probabilidades de sucesso superiores a 75%.

Os resultados comprovaram que por se tratar da principal matéria-prima de produção do biodiesel e por possuir alto valor de mercado, o óleo vegetal representa uma alta parcela do preço final do biodiesel, chegando a mais de 71% dos custos de produção. Logo, deve ser o principal foco de redução de custos. Nesse sentido, recomenda-se a extração do óleo no próprio local de produção traz vantagens na redução do custo, planejamento da produção, armazenagem, favorecendo um melhor controle da qualidade do óleo pelo produtor além representar uma nova fonte de renda com a venda da torta para ser usado como adubo ou como ração animal.

Os resultados demonstraram um aumento na rentabilidade do projeto obtido pelo uso do Selo Social, representado pela redução nos juros da dívida e redução dos custos com o imposto direto sob as vendas (PIS/COFINS), o que o torna um diferencial competitivo nesse mercado.

O uso da rota etílica representa uma alternativa ainda com custos relativamente superiores à rota metílica, justificáveis pela manutenção de uma maior infra-estrutura e a menor reatividade do etanol em relação ao metanol,

retardando o processo de obtenção do biodiesel. Porém, foi verificada sua viabilidade, principalmente quando utilizado em conjunto com o Selo Social. É importante destacar que o uso do etanol promove outros benefícios relacionados à sua operação, uma vez que é menos tóxico, possui maior disponibilidade no mercado, representa uma menor dependência em relação ao mercado externo, além de aspectos sociais e ambientais.

O preço do biodiesel, quando comparado ao do óleo diesel mineral, apresenta ainda um preço elevado, porém a expectativa é de que os investimentos em financiamento, tecnologia e expansão das fronteiras agriculturáveis estabeleçam preços declinantes para os produtos agropecuários.

Khalil (2006) cita alguns fatores componentes da cadeia produtiva do biodiesel importantes para viabilizar a produção massiva de biodiesel no Brasil.

- Aumento da produtividade agrícola de grãos (melhoramento genético e técnicas de manejo);
- Ampliação das fronteiras agrícolas e de modelos produtivos (Semi-árido e reforma agrária privada);
- Aumento da eficiência da extração de óleo (maior rendimento e menor custo);
- Adequação das tecnologias atuais de produção de biodiesel aos insumos locais (óleo, álcool e catalisador);
- Reaproveitamento racional dos co-produtos (reuso e reciclagem de farelo e glicerina);
- Adequação da logística nos setores de grãos, óleos e biodiesel (produção, armazenamento, mistura e venda);
- Monitoramento e controle da qualidade dos insumos e produtos (Agências reguladoras e laboratórios regionais).

5.2 Sugestões de trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se alguns avanços na pesquisa, listadas a seguir:

- Incluir receita proveniente dos créditos de carbono. Uma tonelada de biodiesel evita a emissão de 2,5 toneladas de CO₂ se comparado ao Diesel mineral (Agência Brasil, 2008a);
- Incluir a influencia no processo de hidrólise provocado pelos catalisadores básicos no processo de transesterificação que influenciam em menores rendimentos maiores custos na separação da glicerina.
- Adaptar o modelo para representar adequadamente outros tipos de processos, como catálise térmica e outros tipos de matérias-primas para a produção de biodiesel, como gorduras animais e óleos e gorduras residuais ou micro-algas.
- Incluir no modelo a possibilidade de adicionar uma unidade de extração de óleo para avaliar as possibilidades de redução nos custos, devido à extração do óleo no próprio local de produção.
- Incluir possibilidade de implantação de uma unidade de purificação da glicerina e obtenção receita extra com a venda da glicerina purificada.
- Aprimorar o modelo de simulação Monte Carlo, utilizando modelos probabilísticos que melhor descrevam os parâmetros incertos do fluxo de caixa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOISSA. **Cotação Glicerina Bruta**. 2008a. Disponível em: < <http://www.aboissa.com.br/InformativoseNot%C3%ADcias/Cota%C3%A7%C3%B5esdeMercado/Soapstock/DetalhesCota%C3%A7%C3%A3o/tabid/166/newsId/760/language/pt-BR/Default.aspx> >. Acesso em: 08/11/2008.

_____. **Cotações de óleos vegetais**. 2008b. Disponível em: < www.aboissa.com.br >. Acesso em: 08/11/2008.

AGÊNCIA BRASIL. Brasil usa menos de 5% da área plantada para cultivar matéria-prima de biocombustível **Agência Brasil**, 08/05/2008a. Disponível em: < <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/05/07/materia.2008-05-07.8393685528/view> >. Acesso em: 14/11/2008

_____. Petrobras Biocombustível quer construir usina de 300 mi de litros por ano. **Agência Brasil**, 31/07/2008b. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u428218.shtml> >. Acesso em: 06/11/2008

ANP. **Capacidade Autorizada de Plantas de Produção de Biodiesel**, AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, Rio de Janeiro. 2008a.

_____. **Preços Médios Ponderados de Óleo Diesel - 2008**, AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, Rio de Janeiro - RJ. 2008b.

_____. **Resultado parcial do 12º Leilão de Biodiesel**, AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, Rio de Janeiro - RJ. 2008c.

ARAÚJO, K. M.; OLIVEIRA, A. K. C.; COSTA, G. B.; QUEIROGA, R. N. G.; PANNIR SELVAM, P. V. **Estudo Comparativo técnico e econômico de diferentes óleos vegetais brasileiros para produção de biocombustível**. 4o Encontro de Energia no Meio Rural - Agrener, 2002. Campina-SP, Brasil. Disponível em: < <http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0055.pdf> >. Acesso em: 10/11/2008.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 3^o ed. ed. São Paulo: Atlas, 2007. ISBN 978-85-224-4800-5.

ÁVILA FILHO, S.; MACHADO, A. D. S.; SANTOS, E. P. **Purificação da Glicerina Bruta Vegetal**. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, 2006. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Co-Produtos/Purificacao4.pdf> >. Acesso em: 10/11/2008.

BARROS, A. R. **Estudo: Biodiesel**. Datamétrica. Recife-PE. 2005

BIODIESELBR. **Confirmado: B3 obrigatório a partir de julho**, BiodeiselBR.com, 2008a. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/confirmado-b3-obrigatorio-partir-julho-14-03-08.htm> >. Acesso em: 06/11/2008.

_____. **Óleos Vegetais e Biodiesel no Brasil** Revista BiodieselBR, 2008b. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/oleos-vegetais-biodiesel-brasil.htm> >. Acesso em: 02/12/2008.

BNDES. **Operações com Risco Compartilhado entre o BNDES e a Instituição Financeira Credenciada Mandatária - Sobre a parcela com risco do Agente Financeiro**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, 2008a. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/ambiente/proesco.asp> >. Acesso em: 17/11/2008.

_____. **Taxa de Juros de Longo Prazo - TJLP**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, 2008b. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/produtos/custos/juros/tjlp.asp> >. Acesso em: 17/11/2008.

BRASBIOCOMBUSTÍVEIS. **Fabricante de usinas de produção de biocombustíveis**. 2008.

BRASIL. **Lei Nº 9.249, de 26 de Dezembro de 1995**. Altera a legislação do imposto de renda das pessoas jurídicas, bem como da contribuição social sobre o lucro líquido, e dá outras providências., Presidência da República, Brasília-DF. 1995.

_____. **Decreto N°3.000 de 26 de Março de 1999.** da Tributação das Pessoas Jurídicas referente à Depreciação de Bens do Ativo Imobilizado, Receita Federal do Brasil, Brasília-DF. 1999.

_____. **Decreto N°5.297, de 6 de Dezembro de 2004.** Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências., Ministério de Minas e Energia - MME, Brasília-DF. 2004a.

_____. **Decreto n° 5.298, de 6 de dezembro de 2004.** Altera a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados incidente sobre o produto que menciona., Presidência da República, Brasília-DF. 2004b.

_____. **Decreto N° 5.457, de 6 de Junho de 2005.** Dá nova redação ao art. 3o do Decreto no 5.297, de 6 de dezembro de 2004, que reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel., Ministério de Minas e Energia - MME, Brasília-DF. 2005a.

_____. **Lei N° 11.097 de 13 de Janeiro de 2005.** Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências., Presidência da República, Brasília-DF. 2005b.

_____. **Selo Combustível Social,** Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília-DF. 2006.

_____. Secretaria da Receita Federal do Brasil. **Alíquotas do Imposto de Renda de Pessoas Jurídicas Tributadas pelo Lucro Real, Presumido ou Arbitrado.** 2008a. Disponível em: < <http://www.receita.fazenda.gov.br/aliquotas/ContribPj.htm> >. Acesso em: 22/10/2008.

_____. **Decreto n° 6.606, de 21 de outubro de 2008.** Dá nova redação ao art. 3o do Decreto n° 5.297, de 6 de dezembro de 2004, que reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel., Presidência da República, Brasília-DF. 2008b.

_____. Secretaria da Receita Federal do Brasil. **Receita regulamenta alterações de alíquotas da CSLL.** 2008c. Disponível em: < http://www.receita.fazenda.gov.br/AutomaticoSRFsinot/2008/01/22/2008_01_22_13_40_19_811604129.html >. Acesso em: 22/10/2008.

_____. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução ANP N° 7, de 19 de Março de 2008.** Rio de Janeiro. 2008d.

_____. Conselho Nacional de Políticas Energéticas. **Resolução CNPE N° 2, de 13 de Março de 2008.** Brasília. 2008e.

CAMARGOS, R. R. D. S. **Avaliação da viabilidade de se produzir biodiesel através da transesterificação de óleo de grão de café defeituosos.** 2005. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em engenharia química, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte - MG. Disponível em: < <http://dspace.lcc.ufmg.br/dspace/handle/1843/CMPS-6VEGCG> >. Acesso em: 18/11/2008.

CARRAMENHA, F. **Estudo de viabilidade técnica e econômica da produção de biodiesel em escala industrial no Brasil.** 2007. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Técnicas - IPT, São Paulo - SP.

CASTELLANELLI, C. A. **Estudo da viabilidade de produção do Biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado, na cidade de Santa Maria - RS.** 2008. 112 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS. Disponível em: < http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/12/TDE-2008-06-18T173133Z-1621/Publico/CARLOALESSANDROCASTELLANELLI.pdf >.

CAVALCANTI, J. C. **BNDES - Linhas de Investimento para Biodiesel** Seminário BNDES - Investimentos em Biodiesel. 2006. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/conhecimento/seminario/Biodiesel_BNDES.pdf >. Acesso em: 30/09/2008.

CELPE. **Tarifa de Energia Elétrica - Poderes Públicos, Tração Elétrica, Indústria, Comércio, Serviços, Outros.** Recife-PE, Companhia Energética de Pernambuco - CELPE, 2008. Disponível em: <

http://www.celpe.com.br/Aplicacoes/Orientacao/orientacoes_energia.asp?c=17&tensao=Baixa >. Acesso em: 17/11/2008.

CEPEA. **Indicador Semanal Álcool CEPEA / ESALQ - São Paulo**. São Paulo-SP, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA, 2008. Disponível em: < <http://www.cepea.esalq.usp.br/alcool/> >. Acesso em: 17/11/2008.

CETENE. **Ações do MCT no setor de biodiesel**. Recife-PE: Seminário biodiesel: Fonte de energia das oleaginosas em Pernambuco. 2008. Disponível em: < www.apcagronomica.org.br/cms/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=4&Itemid=105 >. Acesso em: 18/11/2008.

CLEAN WATER ACT CONSULTING. **EPA Releases Regulatory Applicability Statement for Biodiesel**. 2008 Disponível em: < <http://www.cwaconsultingservices.com/Downloads/EPA%20Applicability%20Statement%20for%20Biodiesel%208-11-08.pdf> >. Acesso em: 18/11/2008.

COMPESA. **Tarifas de consumo de água**. Recife-PE, Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA, 2008. Disponível em: < <http://www.compesa.com.br/index.php?option=content&task=view&id=15&Itemid=32> >. Acesso em: 17/11/2008.

CONTADOR, C. R. **Projetos Sociais: Avaliação e Prática**. 3º ed. São Paulo - SP: Atlas, 1997. ISBN 85-224-1590-0.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, Vol. 23, n. 4, 18/11/2008 1999. Disponível em: < <http://www.biodieselecooleo.com.br/biodiesel/estudos/biocombustivel%20alternativo.htm> >.

CRUZ, P. Brasil Ecodiesel reestrutura dívida de R\$ 205 milhões. **Valor Online**, 15/08/2008. Disponível em: < <http://economia.uol.com.br/ultnot/valor/2008/08/15/ult1913u93882.jhtm> >. Acesso em: 06/11/2008

DA SILVA, F. N. P., A. S.; TEIXEIRA, J. R. . Technical feasibility assessment of Oleic Sunflower Methyl Ester Utilisation in Diesel Bus Engines **Energy Conversion and Management** Vol. 44, p. 2857 - 2878, 2003.

DAMODARAN, A. **Avaliação de Empresas**. 2 ed. São Paulo: Pearson Pentice Hall, 2007. ISBN 978-85-7605-105-3.

DEDINI. **Apresentação do Seminário: Investimentos em Biodiesel**. Dedini S/A Industrias de Base, 2006. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/conhecimento/seminario/Biodiesel_DEDINI.pdf >. Acesso em: 18/11/2008.

EFE. Brasil Ecodiesel perde R\$ 82,5 milhões no segundo trimestre. **EFE**, 15/08/2008a. Disponível em: < <http://economia.uol.com.br/ultnot/efe/2008/08/15/ult1767u126606.jhtm> >. Acesso em: 06/11/2008

_____. Preços das matérias-primas cairão 34% em 2009, diz pesquisa. **EFE**, 18/11/2008/2008b. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u469000.shtml> >. Acesso em: 18/11/2008

EVONIK. **Degussa para Biodiesel: Soluções de Alta-prefomance para a produção e uso do biocombustível moderno**. EVONIK INDUSTRIES, Degussa Brasil Ltda, Campina-SP.2005. Disponível em: < www.degussa4biodiesel.com >. Acesso em: 11/11/2008.

EWING, R. Produção global de biodiesel deve crescer 12% ao ano--F.O Licht. **Agência Reuters**, 26/08/2008. Disponível em: < <http://economia.uol.com.br/ultnot/reuters/2008/08/26/ult29u62992.jhtm> >. Acesso em: 06/11/2008

FAÇABIODIESEL. **Usinas de biodiesel**. p. Fabricante de Usinas de Produção de Biodiesel, 2008. Disponível em: < www.facabiodiesel.com.br >. Acesso em: 07/08/2008.

FERNÁNDEZ, P. **Company valuation methods. The most common errors in valuation**: IESE Business School: p. 30. 2007.

FERRARI, R. A.; SCABIO, A.; OLIVEIRA, V. D. S. **Produção e uso de biodiesel etílico na UEPG**. 2004. Ponta Grossa - PR. Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Disponível em: < http://www.uepg.br/propesp/publicatio/exa/2004_2/06.pdf >. Acesso em: 02/12/2008.

FOLHA ONLINE. **ANP defende venda livre de biodiesel no mercado**. Rio de Janeiro - RJ, 2008. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u433606.shtml> >. Acesso em: 06/11/2008.

FUKUDA, H. K. A. N. H. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils **Journal of Bioscience and Bioengineering** Vol. 92, n. 5, p. 405-416 2001.

GERPEN, J. V. Biodiesel processing and production. **Fuel Processing Technology**, Vol. 86, p. 1097-1107, 2005. Disponível em: < <http://users.rowan.edu/~marchese/froshclinic2-07/vangerpen.pdf> >. Acesso em: 11/11/2008.

HAAS, M. J.; MCALOON, A. J.; YEE, W. C.; FOGLIA, T. A. A process model to estimate biodiesel production costs. **Bioresource Technology**, Vol. 97, p. 671 - 678, 2006.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Câmara dos Deputados. Brasília-DF. 2004

INDEXMUNDI. **Série histórica de cotação de commodity de óleo vegetal**. 2008. Disponível em: < <http://www.indexmundi.com/commodities/> >. Acesso em: 15/10/2008.

IPEADATA. **Estrutura a termo da taxa de juros prefixadas LTN - prazo 12 meses** Associação Nacional das Instituições do Mercado Aberto, Sinopse (Andima) 2008. Disponível em: < www.ipeadata.gov.br >. Acesso em: 17/11/2008.

KHALIL, C. N. **As Tecnologias de Produção do Biodiesel**, O futuro da Indústria: Biodiesel. Coletânea de Artigos, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Vol. 14, Brasília, DF: p. 145.2006.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimento na empresa**. ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2008. 488 p.

LEIRAS, A. **A cadeia produtiva do biodiesel: uma avaliação econômica para o caso da Bahia**. 2006. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: < http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/cgi-bin/db2www/PRG_0651.D2W/SHOW?Mat=&Sys=&Nr=&Fun=&CdLinPrg=pt&CdNi vTes=ME&aux=T&Cont=9449:pt >. Acesso em: 18/11/2008.

LEITE, R. C. D. C.; LEAL, M. R. L. V. **O biocombustível no Brasil**, Novos Estudos, Vol. 78, 2007. Disponível em: < <http://www.novosestudios.uol.com.br/acervo/download.asp?idMateria=92> >. Acesso em: 02/12/2008.

LIMA, D. G.; SOARES, V. C. D.; RIBEIRO, E. B.; CARVALHO, D. A.; CARDOSO, É. C. V.; RASSI, F. C.; MUNDIM, K. C.; RUBIM, J. C.; SUAREZ, P. A. Z. Diesel-like fuel obtained by pyrolysis of vegetable oils. **Journal of analytical and applied pyrolysis**, Vol. 71, p. 987 - 996, 2004. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br/docs/JAAP.pdf> >. Acesso em: 11/11/2008.

LIMA, J. R. D. O.; SILVA, R. B. D.; SILVA, C. C. M. D.; SANTOS, L. S. S. D.; SANTOS JR., J. R. D.; MOURA, E. M.; MOURA, C. V. R. D. Biodiesel de Babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. **Química Nova**, Vol. 30, n. 3, p. 600-603, 2007.

MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel production: a review. **Bioresource Technology**, n. 70, p. 1-15, 1999. Disponível em: < <http://scienzechimiche.unipr.it/didattica/att/40f1.5739.file.pdf> >. Acesso em: 22/11/2008.

MANUAL DE PERÍCIAS. **Depreciação Utilizando a tabela Ross-Heideck**. 2008. Disponível em: < <http://www.manualdepericias.com.br/engenheiroTabDeprec.asp> >. Acesso em: 03/11/2008.

MARTINS, E. **Avaliação de empresas: Da mensuração contábil à econômica**. 1. ed. ed. Atlas, 2001. ISBN 85-224-2730-5.

MATARAZZO, D. C. **Análise financeira de balanços: Abordagem básica e gerencial**. 6° ed. ed. São Paulo: Atlas, 2003. ISBN 978-85-224-3413-8.

MAX, S. P.; KLAUS, D. T. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**. 4° ed. ed. USA: McGraw-Hill, 1991.

MELO, J. C. D. **Otimização da Produção de Biodiesel**. 2007. p. 71 Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife.

METHANEX. **Cotação histórica mensal média do metanol**. 2008. Disponível em: < http://www.methanex.com/products/documents/MxAvgPrice_Sept292008_000.pdf >. Acesso em: 25/10/2008.

MOTA, R. **A lógica e as missões do biodiesel: reflexões e recomendações para PNPB**. Recife: Tecbio. 2008. Disponível em: < www.apcagronomica.org.br/cms/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=9&Itemid=105 >. Acesso em: 18/11/2008.

MUNDSTEIN, L. V. R., GONÇALVES, VALTER. L. C., MOTA, CLAUDIO. J. A. **Misturas de Biodiesel – Melhoria das Propriedades Térmicas e Dinâmicas de Biodiesel de Mamona, Sebo e Palma**. 2007. Disponível em: < www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/armazenamento/5.pdf >.

NAE. **Biocombustíveis**. Cadernos NAE, NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, Brasília-DF, n° 2. 2005.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. **Biodiesel - Clean, Green Diesel Fuel: Great Fleet Fuel Gaining Popularity Rapidly**. 2001. Disponível em: < <http://eerc.ra.utk.edu/etcfc/docs/Biodiesel-CleanGreen.pdf> >. Acesso em: 02/12/2008.

OLIVÉRIO, J. L. **O programa brasileiro de biodiesel na visão da indústria de equipamentos**, O futuro da Indústria: biodiesel, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Vol. 14, Brasília-DF.2006.

PAGLIARDI, O.; MACIEL, A. J. D. S.; LOPES, O. C.; ALBIERO, D. Estudo de viabilidade econômica de planta piloto de biodiesel. **AGRENER**, 2006. Disponível em: < http://www.projetobr.com.br/c/document_library/get_file?folderId=77&name=57.pdf&download=true >.

PAGLIARDI, O.; MESA, J. M.; ROCHA, J. D.; OLIVARES, E.; BARBOZA, L. A. Planta de pirólise rápida de biomassa: Aspectos da Viabilidade Econômica. **IV Congresso Brasileiro de Planejamento Estratégico**, Março 2004.

PARENTE, E. J. D. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. ed. Fortaleza-CE: 2003. Disponível em: < <http://www.xitizap.com/Livro-Biodiesel.pdf> >. Acesso em: 05/11/2008.

_____. **Biodiesel no plural**, O futuro da Indústria: Biodiesel, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Vol. 14: p. 145.2006.

PETROBIO. **Biodiesel: Aspectos atuais e viabilidade de aplicação**. Petrobio Biodiesel. 2006 Disponível em: < www.petrobio.com.br >.

PIRES, M. D. M.; ALVES, J. M.; NETO, J. A. D. A.; ALMEIDA, C. M.; SOUSA, G. S. D.; CRUZ, R. S. D.; MONTEIRO, R.; LOPES, B. S.; ROCHA, S. Biodiesel de Mamona: Uma avaliação econômica. **I Congresso Brasileiro de Mamona**, 2004.

PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA. **Plano nacional de agroenergia: 2006 - 2011**, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MDA, Brasília-DF. 2005.

PORTALTRIBUTÁRIO. **CSSL - Contribuição Social Sobre o Lucro Líquido**. 2008. Disponível em: < <http://www.portaltributario.com.br/tributos/csl.html> >. Acesso em: 22/10/2008.

PÓVOA, A. **Valuation: Como precificar ações**. 2° ed. São Paulo - SP: Editora Globo, 2007. ISBN 978-85-250-4293-4.

RAMOS, L. M. A.; PIRES, M. D. M.; CHIAPETTI, J.; MIRA, E. C. **Viabilidade Financeira de unidade produtora de biocombustível na região de Ilhéus-itabuna, Bahia**. 4o Encontro de Energia no Meio Rural - Agrener, 2002. Campinas - SP, Brasil. Disponível em: < <http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0115.pdf> >. Acesso em: 10/11/2008.

RENDER. **Rendered Products vs. Soybean Oil**, Render, 2007. Disponível em: < www.rendermagazine.com >. Acesso em: 15/10/2008.

REVISTA BIODIESEL. **Por dentro do Biodiesel: Financiamentos e Investimentos**, Revista Biodiesel, n° 20. 2007. Disponível em: < <http://www.revistabiodiesel.com.br/por-dentro-do-biodiesel/13.html> >. Acesso em: 30/09/2008.

_____. Os mercados da glicerina. **Revista Biodiesel**, Vol. 24, 2008. Disponível em: < www.revistabiodiesel.com.br/por-dentro-do-biodiesel/16.html >. Acesso em: 10/11/2008.

RIVERAS, I. Multigrain investirá US\$ 350 mi em usina de álcool na Bahia. **Agência Reuters**, 08/08/2008. Disponível em: < <http://economia.uol.com.br/ultnot/reuters/2008/08/08/ult29u62801.jhtm> >. Acesso em: 06/11/2008

RODRIGUES, F. **Pequenas Notáveis**, Revista BiodieselBR, Vol. 1, n° 6. 2008.

ROSAS, R. BNDES aprova R\$ 128 milhões para projeto de biodiesel. **Valor Online**, 11/08/2008. Disponível em: < <http://economia.uol.com.br/ultnot/valor/2008/08/11/ult1913u93570.jhtm> >. Acesso em: 06/11/2008

RUBINSTEIN, R. Y. **Simulation and the Monte Carlo method**. ed. USA: John Wiley & Sons, 1981.

SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R.; VARGAS, R. M. Transesterification of Vegetable Oils: a Review. **Sociedade Brasileira de Química**, Vol. 9, n. 1, p. 199-210, 1998.

SILVA, C. L. M. D. **Obtenção de éster etílicos e apartir da transesterificação do óleo de Andiroba**. 2005. Dissertação (Mestrado). Departamento de Química Inorgânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas-SP.

SOUZA, L. D.; BARROS NETO, E. L.; NUNES, A. O.; SANTOS, A. G. D. **Caracterização padronizada de óleos, diesel e biodiesel produzidos ou consumidos no RN**. I Congresso Norte-Nordeste de Química, 2007. Natal-RN. Associação Norte-Nordeste de Química, Disponível em: <
http://annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T37.pdf >. Acesso em: 18/11/2008.

SOUZA, M. C. M. D. **Quantificação das incertezas na avaliação de projetos**, Desenhahia, n° 1. 2004.

VISCARDI, F. A. P. D. **Análise de Viabilidade técnica e econômica do biodiesel no Brasil**. 3° Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2005. Salvador-BA.

WANG, W. G.; LYONS, D. W.; CLARK, N. N.; GAUTAM, M. Emissions from Nine Heavy Trucks Fueled by Diesel and Biodiesel Blend without Engine Modification. **Environment Science & Technology**, Vol. 34, n. 6, p. 933-939, 2000.

WINKIPÉDIA. **Wikipédia, a enciclopédia livre**. 2008. Disponível em: <
<http://pt.wikipedia.org> >.

WUST, E. **Estudo da viabilidade técnico-científica da produção de biodiesel a partir de resíduos gordurosos**. 2004. Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em engenharia ambiental, Universidade Regional de Blumenau - FURB, Blumenau-SC.

ANEXO A – Tabela de Ross-Heidecke

Tabela 47 - Tabela de Ross-Heidecke

Vida Útil em %	Estado de conservação do equipamento -K				Vida Útil em %	Estado de conservação do equipamento - K			
	Ótimo	Bom	Ruim	Péssimo		Ótimo	Bom	Ruim	Péssimo
2%	1.00%	3.50%	18.90%	53.10%	52%	39.50%	41.00%	50.50%	71.30%
4%	2.10%	4.60%	19.80%	53.60%	54%	41.60%	43.00%	52.10%	72.30%
6%	3.20%	5.60%	20.70%	54.10%	56%	43.70%	45.10%	53.90%	73.30%
8%	4.30%	6.70%	21.60%	54.60%	58%	45.80%	47.20%	55.60%	74.30%
10%	5.50%	7.90%	22.60%	55.20%	60%	48.00%	49.30%	57.40%	75.30%
12%	6.70%	9.10%	23.60%	55.80%	62%	50.20%	51.50%	59.20%	76.40%
14%	8.00%	10.30%	24.60%	56.40%	64%	52.50%	53.70%	61.10%	77.50%
16%	9.30%	11.60%	25.70%	57.00%	66%	54.80%	55.90%	63.00%	78.60%
18%	10.60%	12.90%	26.80%	57.60%	68%	57.10%	58.20%	64.90%	79.70%
20%	12.00%	14.20%	27.90%	58.30%	70%	59.50%	60.50%	66.80%	80.80%
22%	13.40%	15.60%	29.10%	59.00%	72%	61.90%	62.90%	68.80%	81.90%
24%	14.90%	17.00%	30.30%	59.60%	74%	64.40%	65.30%	70.80%	83.10%
26%	16.30%	18.50%	31.50%	60.40%	76%	66.90%	67.70%	72.90%	84.30%
28%	17.90%	20.00%	32.80%	61.10%	78%	69.40%	70.20%	74.90%	85.50%
30%	19.50%	21.50%	34.10%	61.80%	80%	72.00%	72.70%	77.10%	86.70%
32%	21.10%	23.10%	35.40%	62.60%	82%	74.60%	75.30%	79.20%	88.00%
34%	22.80%	24.70%	36.80%	63.40%	84%	77.30%	77.80%	81.40%	89.20%
36%	24.50%	26.40%	38.10%	64.20%	86%	80.00%	80.50%	83.60%	90.50%
38%	26.20%	28.10%	39.60%	65.00%	88%	82.70%	83.20%	85.80%	91.80%
40%	28.00%	29.90%	41.00%	65.90%	90%	85.50%	85.90%	88.10%	93.10%
42%	29.90%	31.60%	42.50%	66.70%	92%	88.30%	88.60%	90.40%	94.50%
44%	31.70%	33.40%	44.00%	67.60%	94%	91.20%	91.40%	92.80%	95.80%
46%	33.60%	35.20%	45.60%	68.50%	96%	94.10%	94.20%	95.10%	97.20%
48%	35.50%	37.10%	47.20%	69.40%	98%	97.00%	97.10%	97.60%	98.60%
50%	37.50%	39.10%	48.80%	70.40%	100%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

ANEXO B – Tabela de Densidades

Tabela 48 - Densidades dos óleos e biodiesel obtido a partir de diferentes fontes

<u>Óleo Vegetal</u>	<u>Densidade</u>	<u>Densidade do Biodiesel (Rota Metilica)</u>	<u>Densidade do Biodiesel (Rota Etílica)</u>	<u>Unidade</u>
Caroço de Algodão	0,919	0,8807	0,875	kg/L
Amendoim	0,919	0,883	0,88*	kg/L
Girassol	0,923	0,86	0,88*	kg/L
Mamona	0,959	0,9173	0,919	kg/L
Palma	0,915	0,868	0,8597	kg/L
Soja	0,920	0,885	0,8803	kg/L
Canola	0,9449	0,882	0,88*	kg/L

Fonte: Araújo, Oliveira *et al.* (2002); Souza, Barros Neto *et al.* (2007); Cetene (2008); Camargos (2005); Camargos (2005); Costa Neto, Rossi *et al.* (1999); Wust (2004); Mundstein (2007); *Valor Presumido, sem fontes

Tabela 49 - Densidade diversas

<u>Diversos</u>	<u>Densidade</u>	
Metanol	0,7918	kg/L
Etanol	0,7894	kg/L
Diesel Combustível	0,840	kg/L
Glicerina	1,2613	kg/L
Biodiesel Comum	0,88	kg/L
Gasolina	0,73	kg/L
Água	1	kg/L

Fonte: Fukuda (2001); Ma e Hanna (1999); Wikipédia (2008)

ANEXO C – Fluxos de Caixa Projetados

Caso1

FLUXO DE CAIXA PROJETADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ Investimento	-R\$ 2 346 000	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1 391 076
Receita		R\$ 15 515 532	R\$ 16 291 308	R\$ 17 105 873	R\$ 17 961 167	R\$ 18 859 226	R\$ 19 802 187	R\$ 20 792 296	R\$ 21 831 911	R\$ 22 923 506	R\$ 24 069 682
Custo Variável		-R\$ 12 895 615	-R\$ 13 411 440	-R\$ 13 947 897	-R\$ 14 505 813	-R\$ 15 086 046	-R\$ 15 689 488	-R\$ 16 317 067	-R\$ 16 969 750	-R\$ 17 648 540	-R\$ 18 354 481
Custo Fixo		-R\$ 498 350	-R\$ 513 301	-R\$ 528 700	-R\$ 544 561	-R\$ 560 897	-R\$ 577 724	-R\$ 595 056	-R\$ 612 908	-R\$ 631 295	-R\$ 650 234
Despesas		-R\$ 288 750	-R\$ 297 413	-R\$ 306 335	-R\$ 315 525	-R\$ 324 991	-R\$ 334 740	-R\$ 344 783	-R\$ 355 126	-R\$ 365 780	-R\$ 376 753
Depreciação		-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100	-R\$ 206 100
FCO		R\$ 1 588 809	R\$ 1 789 697	R\$ 2 005 415	R\$ 2 236 893	R\$ 2 485 113	R\$ 2 751 114	R\$ 3 035 997	R\$ 3 340 923	R\$ 3 667 123	R\$ 4 015 896
Capital de Giro - CG		R\$ 5 430 436	R\$ 5 701 958	R\$ 5 987 056	R\$ 6 286 409	R\$ 6 600 729	R\$ 6 930 765	R\$ 7 277 304	R\$ 7 641 169	R\$ 8 023 227	R\$ 8 424 389
ΔCG	-R\$ 5 430 436	-R\$ 271 522	-R\$ 285 098	-R\$ 299 353	-R\$ 314 320	-R\$ 330 036	-R\$ 346 538	-R\$ 363 865	-R\$ 382 058	-R\$ 401 161	R\$ 8 424 389
FC	-R\$ 7 776 436	R\$ 1 317 287	R\$ 1 504 599	R\$ 1 706 063	R\$ 1 922 573	R\$ 2 155 076	R\$ 2 404 576	R\$ 2 672 132	R\$ 2 958 865	R\$ 3 265 962	R\$ 13 831 361

DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(+) Receita		R\$ 15 515 284	R\$ 16 291 048	R\$ 17 105 600	R\$ 17 960 880	R\$ 18 858 924	R\$ 19 801 870	R\$ 20 791 964	R\$ 21 831 562	R\$ 22 923 140	R\$ 24 069 297
(-) Custos Variáveis		R\$ 12 895 615	R\$ 13 411 440	R\$ 13 947 897	R\$ 14 505 813	R\$ 15 086 046	R\$ 15 689 488	R\$ 16 317 067	R\$ 16 969 750	R\$ 17 648 540	R\$ 18 354 481
(-) Custos Fixos		R\$ 498 350	R\$ 513 301	R\$ 528 700	R\$ 544 561	R\$ 560 897	R\$ 577 724	R\$ 595 056	R\$ 612 908	R\$ 631 295	R\$ 650 234
(=) Lucro Bruto		R\$ 2 121 318	R\$ 2 366 307	R\$ 2 629 003	R\$ 2 910 506	R\$ 3 211 981	R\$ 3 534 658	R\$ 3 879 841	R\$ 4 248 905	R\$ 4 643 305	R\$ 5 064 582
(-) Despesas gerais com Adm e Vendas (Incl. MKP)		R\$ 288 750	R\$ 297 413	R\$ 306 335	R\$ 315 525	R\$ 324 991	R\$ 334 740	R\$ 344 783	R\$ 355 126	R\$ 365 780	R\$ 376 753
(-) Depreciação		R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100	R\$ 206 100
(=) Lucro Antes dos Juros e dos Impostos (LAJIR)		R\$ 1 626 468	R\$ 1 862 795	R\$ 2 116 568	R\$ 2 388 881	R\$ 2 680 890	R\$ 2 993 818	R\$ 3 328 958	R\$ 3 687 678	R\$ 4 071 426	R\$ 4 481 729
(-) Juros da Dívida		R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224	R\$ 194 224
(=) Lucro Tributável (LAIR)		R\$ 1 432 245	R\$ 1 668 571	R\$ 1 922 345	R\$ 2 194 658	R\$ 2 486 667	R\$ 2 799 594	R\$ 3 134 734	R\$ 3 493 455	R\$ 3 877 202	R\$ 4 287 505
(-) CSLL		R\$ 25 780	R\$ 30 034	R\$ 34 602	R\$ 39 504	R\$ 44 760	R\$ 50 393	R\$ 56 425	R\$ 62 882	R\$ 69 790	R\$ 77 175
(-) Imposto de Renda - IRPJ		R\$ 17 187	R\$ 20 023	R\$ 23 068	R\$ 26 336	R\$ 29 840	R\$ 33 595	R\$ 37 617	R\$ 41 921	R\$ 46 526	R\$ 51 450
(-) Imposto de Renda Adicional - IRPJ		R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 1 078	R\$ 3 948	R\$ 7 018	R\$ 10 300
(=) Lucro Líquido		R\$ 1 389 277	R\$ 1 618 514	R\$ 1 864 674	R\$ 2 128 818	R\$ 2 412 067	R\$ 2 715 606	R\$ 3 039 614	R\$ 3 384 703	R\$ 3 753 868	R\$ 4 148 580

Caso 2

FLUXO DE CAIXA PROJETADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ Investimento	-R\$ 663 732	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 408 033
Receita		R\$ 1 452 973	R\$ 1 525 622	R\$ 1 601 903	R\$ 1 681 998	R\$ 1 766 098	R\$ 1 854 403	R\$ 1 947 123	R\$ 2 044 479	R\$ 2 146 703	R\$ 2 254 038
Custo Variável		-R\$ 1 091 624	-R\$ 1 135 289	-R\$ 1 180 700	-R\$ 1 227 928	-R\$ 1 277 045	-R\$ 1 328 127	-R\$ 1 381 252	-R\$ 1 436 502	-R\$ 1 493 963	-R\$ 1 553 721
Custo Fixo		-R\$ 139 400	-R\$ 143 582	-R\$ 147 889	-R\$ 152 326	-R\$ 156 896	-R\$ 161 603	-R\$ 166 451	-R\$ 171 444	-R\$ 176 588	-R\$ 181 885
Despesas		-R\$ 75 000	-R\$ 77 250	-R\$ 79 568	-R\$ 81 955	-R\$ 84 413	-R\$ 86 946	-R\$ 89 554	-R\$ 92 241	-R\$ 95 008	-R\$ 97 858
Depreciação		-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349	-R\$ 56 349
FCO		R\$ 133 359	R\$ 152 528	R\$ 173 136	R\$ 195 273	R\$ 219 034	R\$ 244 521	R\$ 271 839	R\$ 301 101	R\$ 332 426	R\$ 365 940
Capital de Giro - CG		R\$ 217 946	R\$ 228 843	R\$ 240 285	R\$ 252 300	R\$ 264 915	R\$ 278 160	R\$ 292 068	R\$ 306 672	R\$ 322 005	R\$ 338 106
ΔCG	-R\$ 217 946	-R\$ 10 897	-R\$ 11 442	-R\$ 12 014	-R\$ 12 615	-R\$ 13 246	-R\$ 13 908	-R\$ 14 603	-R\$ 15 334	-R\$ 16 100	R\$ 338 106
FC	-R\$ 881 678	R\$ 122 462	R\$ 141 086	R\$ 161 122	R\$ 182 658	R\$ 205 789	R\$ 230 613	R\$ 257 235	R\$ 285 767	R\$ 316 326	R\$ 1 112 079

DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(+) Receita		R\$ 1 452 950	R\$ 1 525 598	R\$ 1 601 877	R\$ 1 681 971	R\$ 1 766 070	R\$ 1 854 373	R\$ 1 947 092	R\$ 2 044 447	R\$ 2 146 669	R\$ 1 452 950
(-) Custos Variáveis		R\$ 1 091 624	R\$ 1 135 289	R\$ 1 180 700	R\$ 1 227 928	R\$ 1 277 045	R\$ 1 328 127	R\$ 1 381 252	R\$ 1 436 502	R\$ 1 493 963	R\$ 1 091 624
(-) Custos Fixos		R\$ 139 400	R\$ 143 582	R\$ 147 889	R\$ 152 326	R\$ 156 896	R\$ 161 603	R\$ 166 451	R\$ 171 444	R\$ 176 588	R\$ 139 400
(=) Lucro Bruto		R\$ 221 926	R\$ 246 727	R\$ 273 288	R\$ 301 717	R\$ 332 129	R\$ 364 643	R\$ 399 389	R\$ 436 500	R\$ 476 119	R\$ 221 926
(-) Despesas gerais com Adm e Vendas (Incl. MKP)		R\$ 75 000	R\$ 77 250	R\$ 79 568	R\$ 81 955	R\$ 84 413	R\$ 86 946	R\$ 89 554	R\$ 92 241	R\$ 95 008	R\$ 75 000
(-) Depreciação		R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349	R\$ 56 349
(=) Lucro Antes dos Juros e dos Impostos (LAJIR)		R\$ 90 577	R\$ 113 128	R\$ 137 371	R\$ 163 413	R\$ 191 366	R\$ 221 349	R\$ 253 486	R\$ 287 910	R\$ 324 762	R\$ 90 577
(-) Juros da Dívida		R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556	R\$ 64 556
(=) Lucro Tributável (LAIR)		R\$ 26 021	R\$ 48 572	R\$ 72 815	R\$ 98 857	R\$ 126 810	R\$ 156 793	R\$ 188 930	R\$ 223 354	R\$ 260 206	R\$ 26 021
(-) CSLL		R\$ 468	R\$ 874	R\$ 1 311	R\$ 1 779	R\$ 2 283	R\$ 2 822	R\$ 3 401	R\$ 4 020	R\$ 4 684	R\$ 468
(-) Imposto de Renda - IRPJ		R\$ 312	R\$ 583	R\$ 874	R\$ 1 186	R\$ 1 522	R\$ 1 882	R\$ 2 267	R\$ 2 680	R\$ 3 122	R\$ 312
(-) Imposto de Renda Adicional - IRPJ		R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0
(=) Lucro Líquido		R\$ 25 241	R\$ 47 115	R\$ 70 631	R\$ 95 892	R\$ 123 006	R\$ 152 089	R\$ 183 262	R\$ 216 654	R\$ 252 400	R\$ 25 241

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Vedada a Criação de Obras Derivadas 2.5 Brasil. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/br/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



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](#)