



**Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo**

PQI2000 – Trabalho de Conclusão de Curso II

Prof^a. Isabel Correia Guedes

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL E GLICERINA A PARTIR DE
FONTES ALTERNATIVAS**

10/08/2012

Orientadores:

José Luis Pires Camacho

Renato Garcia

Alunos:

Felipe Vidal

6486379

Nasser Faiçal Abou Zeeni

6480647

Índice

1.	Objetivo	7
2.	Resumo	7
3.	Introdução.....	8
4.	Referencial Teórico	9
4.1.	Reação de Transesterificação	9
4.2.	Conceitos Econômicos.....	10
4.2.1.	Fluxo de Caixa Esperado	10
4.2.2.	Valor Presente Líquido (VPL).....	11
4.2.3.	Taxa de Desconto.....	11
4.3.	Conceitos Estatísticos	12
4.3.1.	Simulação de Monte Carlo.....	12
5.	Mercado Brasileiro de Biodiesel	13
5.1.	Aspectos Históricos.....	13
5.2.	Capacidade Instalada.....	14
5.3.	Produção	16
5.4.	Distribuição Geográfica da Produção.....	17
5.5.	Mercado de Distribuição.....	19
5.6.	Distribuição Geográfica da Distribuição de Biodiesel	20
5.7.	Legislação.....	22
6.	Mercado Brasileiro de Glicerina.....	24
6.1.	Glicerol.....	24
6.2.	Aspectos Econômicos	24
7.	Matérias Primas	29
7.1.	Óleos Vegetais.....	29
7.1.1.	Óleo de soja	29
7.1.2.	Óleo de Palma / Dendê.....	35

7.1.3.	Óleo de Mamona	39
7.2.	Álcool.....	40
7.3.	Catalisador.....	41
8.	Processo Produtivo	41
8.1.	Transesterificação	43
8.2.	Purificação do Biodiesel	44
8.3.	Recuperação da Glicerina e Purificação	44
8.4.	Entradas e Saídas do processo	45
9.	Localização.....	45
9.1.	Crítérios de Escolha Adotados.....	45
9.1.1.	Carga Tributária.....	46
9.1.2.	Custos Logísticos.....	47
9.2.	Escolha do Estado Produtor	48
10.	Levantamento de Informações	48
10.1.	Cálculo do Investimento Inicial.....	48
10.2.	Cálculo dos Custos de Manufatura	48
10.3.	Cálculo dos Preços a Serem Simulados	49
10.3.1.	Preço do Biodiesel	49
10.3.2.	Preço do Óleo de Soja	49
10.3.3.	Preço do Óleo de Palma	50
10.4.	Taxa de Desconto	50
11.	Aplicação do Modelo.....	50
11.1.	Fluxo de Caixa	50
11.2.	Simulação de Monte Carlo.....	51
11.2.1.	Óleo de Soja	52
11.2.2.	Óleo de Palma	53
12.	Conclusão.....	56
13.	Referências Bibliográficas.....	58
	ANEXO A - Legislação	61

ANEXO B – Exportações brasileiras da NCM 1520.00.10 - glicerol bruto	69
ANEXO C – Estimativa de Custos de Construção Fabril	71
ANEXO D – Custos de Manufatura.....	73
ANEXO E – Preços Históricos	74
ANEXO F – Fluxo de Caixa Descontado.....	75

Índice de Figuras

Figura 1 - Representação esquemática da reação de transesterificação	10
Figura 2 – Simulação do Valor da Empresa	12
Figura 3 - Reação de transesterificação do óleo de mamona	40
Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo	42

Índice de Tabelas

Tabela 5-1 - Produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2005-2011	18
Tabela 5-2: Mercado de distribuição de biodiesel (B100) por empresa em 2011	19
Tabela 5-3 – Mercado de Distribuição de biodiesel (B100) por estado e região distribuidora	21
Tabela 6-1 - Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2005-2011.....	26
Tabela 6-2 – Exportações Brasileiras da NCM 1520.00.10 (Glicerol Bruto)	27
Tabela 7-1: Principais componentes do óleo de soja.....	30
Tabela 7-2: Especificações do biodiesel de óleo de frituras e diesel convencional	31
Tabela 7-3 – Produtividade de Óleo para diferentes tipos de oleaginosas	31
Tabela 7-4 – Produção Brasileira de Grãos de Soja por Estado (em toneladas)	33
Tabela 7-5 - Estimativas do impacto da adição de 5% de biodiesel no óleo diesel consumido no Brasil sobre a área de cultivo de oleaginosas selecionadas.	36
Tabela 7-6 – Composição do Óleo de Palma	36
Tabela 7-7 - Importações Brasileiras das NCM's 1511.10.00 (Azeite de Dendê Bruto) e 1511.90.00 (Outros Azeites de Dendê).....	37
Tabela 8-1 – Equipamentos do Processo Produtivo.....	42
Tabela 8-2 – Correntes do Processo Produtivo.....	43
Tabela 8-3 – Definição das entradas do processo de produção do biodiesel	45
Tabela 8-4 - Definição das saídas do processo de produção do biodiesel	45

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Distribuição da capacidade de produção de biodiesel instalada	15
Gráfico 2 – Volume de biodiesel adquirido por distribuidoras e leiloado.....	16
Gráfico 3 – Consumo brasileiro de glicerina por segmento.....	25
Gráfico 4 – Evolução das Exportações de Glicerol Bruto.....	27

Gráfico 5 - Evolução de preços do óleo de soja	34
Gráfico 6 – Evolução de Preços do Óleo de Palma.....	38
Gráfico 7 – Frequência dos Valores da Empresa obtidos na Simulação	52
Gráfico 8 – Área de Viabilidade Econômica	53
Gráfico 9 - Frequência dos Valores da Empresa obtidos na Simulação.....	54
Gráfico 10 - Área de Viabilidade Econômica	55

1. Objetivo

O trabalho proposto para a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivos o levantamento e análise técnica e econômica de informações sobre a possibilidade de emprego de fontes alternativas de matéria prima para a produção de biodiesel e glicerina, sendo que, o levantamento de dados a respeito da capacidade de produção de biodiesel utilizando determinadas matérias primas será realizado na primeira etapa do projeto e a análise técnica e econômica propriamente dita será realizada na segunda etapa.

2. Resumo

Um óleo vegetal não pode ser diretamente empregado como combustível pelo fato de apresentar uma viscosidade que dificulta sua combustão. Uma forma de se diminuir a viscosidade é efetuando-se a reação de transesterificação, que envolve a reação entre o óleo vegetal, um álcool e um catalisador, em proporções definidas, que produz um biocombustível possível de ser queimado.

Muito se tem falado hoje em dia na produção e biodiesel. Entretanto, as matérias primas para a sua produção precisam ser mais bem exploradas. A oferta de matéria prima é ampla e necessita de análise. Tem-se, como exemplo, a utilização de óleo de fritura, de mamona, palma e babaçu.

A produção de biodiesel, empregando ácidos graxos extraídos de fontes como acima citadas, como matéria prima, deve levar em consideração alguns aspectos que devem ser otimizados no processo reacional. Tal otimização deve envolver aspectos da reação que, quando explorados, permitem a compreensão de forma mais adequada do processo para a sua viabilização.

3. Introdução

A crise do petróleo que se instaurou nas últimas décadas, aliada ao aumento da demanda por combustíveis e à crescente preocupação com o meio ambiente, preconizou a busca por fontes alternativas de energia no Brasil e no mundo. A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Essas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento num futuro não muito distante. Portanto, a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância.

Atualmente buscam-se métodos e técnicas alternativas para a produção de energia. A reciclagem de resíduos agrícolas e agro-industriais vem ganhando espaço cada vez maior, não simplesmente porque os resíduos representam “matérias-primas” de baixo custo, mas, principalmente, porque os efeitos da degradação ambiental decorrente de atividades industriais e urbanas estão atingindo níveis cada vez mais alarmantes.

Neste contexto, os óleos vegetais aparecem como uma alternativa para substituição ao óleo diesel em motores de ignição por compressão. O estudo dos óleos vegetais como alternativa de combustível começou no final do século XIX por R. Diesel, sendo que estes eram usados *in natura*, ou seja, na forma de óleo. Foi constatado, porém, que a aplicação direta dos óleos vegetais nos motores é limitada por algumas propriedades físicas dos mesmos, principalmente pela sua alta viscosidade, sua baixa volatilidade e seu caráter poliinsaturado, que implicam em alguns problemas nos motores, bem como em uma combustão incompleta.

Alguns processos de alteração nas propriedades dos óleos vegetais, na tentativa de reduzir sua viscosidade e transformá-lo em um óleo com características parecidas com as do óleo diesel, vêm sendo amplamente estudados¹. Tais processos são: diluição, microemulsão com metanol ou etanol, craqueamento catalítico e reação de transesterificação. Dentre essas alternativas, a transesterificação tem se apresentado como a melhor opção, visto que o processo é relativamente simples promovendo a obtenção de um combustível, denominado biodiesel, cujas propriedades são similares às do óleo diesel.

4. Referencial Teórico

4.1. Reação de Transesterificação

Quatro métodos têm sido empregados para reduzir a alta viscosidade dos óleos vegetais de maneira a tornar possível sua utilização em motores de ciclo diesel sem o aparecimento de problemas operacionais como, por exemplo, a formação de incrustações: uso de misturas binárias com petrodiesel, pirólise, microemulsificação e transesterificação. A transesterificação é amplamente mais empregada que as outras técnicas.

O biodiesel pode ser produzido a partir de uma grande variedade de matérias primas. Estas matérias primas incluem a maioria dos óleos vegetais e gorduras de origem animal. A escolha da matéria prima para a produção de biodiesel depende largamente de fatores geográficos.

Estas matérias primas são compostas principalmente de triacilgliceróis. Quimicamente, os triacilgliceróis são ésteres de ácidos graxos com glicerol. Os triacilgliceróis contêm, tipicamente, diferentes tipos de ácidos graxos. Como cada ácido graxo apresenta propriedades químicas peculiares, o perfil de ácidos graxos é o parâmetro de maior influência sobre as propriedades dos óleos vegetais e gorduras animais de onde se originam.

Para que o biodiesel seja produzido, estas matérias primas são submetidas a uma reação química denominada transesterificação. Nesta reação, óleos vegetais ou gorduras animais reagem com um álcool para produzir alquil ésteres correspondentes da mistura de ácidos graxos que é encontrada no óleo vegetal ou na gordura animal de origem. Os ésteres mais comumente empregados são os ésteres metílicos, principalmente devido ao baixo preço do metanol frente outros álcoois.

O esquema geral da reação de transesterificação encontra-se reproduzido na Figura 1:

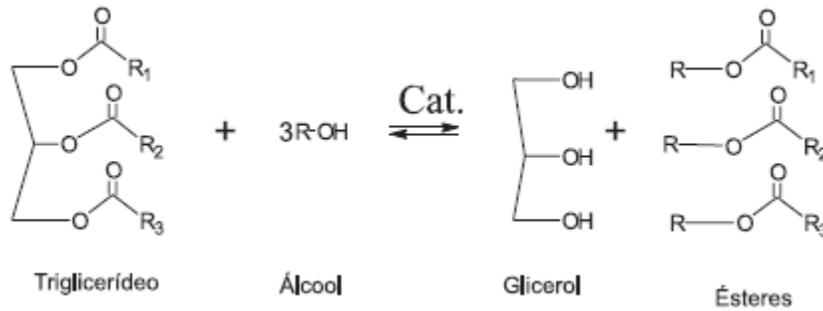


Figura 1 - Representação esquemática da reação de transesterificação

Em princípio, a reação de transesterificação é reversível, embora durante a produção de ésteres alquílicos de óleos vegetais, isto é, biodiesel, a reação reversa não ocorra ou seja negligenciável porque o glicerol formado na reação não é miscível no produto, levando a um sistema de duas fases.

4.2. Conceitos Econômicos

4.2.1. Fluxo de Caixa Esperado

O fluxo de caixa é um procedimento estruturado para se poder analisar a viabilidade de investimentos.

Para a determinação do fluxo de caixa esperado analisaremos os fluxos de caixa relevantes do projeto em três componentes principais: o investimento inicial, entradas de caixa operacionais e fluxo de caixa residual.

1 - Investimento Inicial – É a saída de caixa ocorrida no instante para a implementação do investimento proposto e, portanto, não entrará no fluxo de caixa esperado visto que já representa o fluxo de caixa inicial que será comparado com o valor da empresa.

2 – Entradas de caixa operacionais – São dadas pelas estimativas de receitas de vendas, despesas e depreciação associadas ao ativo em uso.

3 – Fluxo de caixa residual – Fluxo de caixa relevante resultante da liquidação do investimento de longo prazo ao final de sua vida.

4.2.2. Valor Presente Líquido (VPL)

A técnica do valor presente líquido (VPL) é considerada uma técnica sofisticada de análise de orçamentos de capital. Nesta técnica descontam-se os fluxos de caixa esperados da empresa a uma taxa específica de desconto. Trata-se então do desconto de todos os fluxos de caixa para o momento inicial, onde é feito o desembolso.

Para se definir o valor de mercado de uma empresa, é importante que se calcule o valor presente dos fluxos de caixa livres futuros da empresa. Sendo assim, quando se avalia o fluxo de caixa esperado de qualquer projeto de implantação de uma empresa, está se avaliando o valor da empresa (VE).

Um projeto que apresente VPL maior que o investimento inicial é um projeto rentável. Caso o VPL seja inferior ao investimento inicial, o projeto é inviável e acarretará em prejuízo.

4.2.3. Taxa de Desconto

Quando duas alternativas de investimento se apresentam, poderão ser exclusivas em termos técnicos e financeiros. Em ambos os casos, fazendo uma análise financeira das oportunidades, é preciso que se utilize um referencial para tomada de decisão.

A taxa de desconto é então a menor taxa de retorno que fará com que o investidor se convença a realizar o projeto, considerando que suas motivações sejam puramente financeiras.

. No caso em questão, a taxa de desconto será comparada com a taxa básica de juros brasileira, denominada taxa SELIC.

4.3. Conceitos Estatísticos

4.3.1. Simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo consiste em gerar números aleatórios que sigam uma distribuição de probabilidade específica. Tendo a média e o desvio padrão de uma determinada variável, a simulação gera valores que apresentem tal média e tal desvio padrão e, além disso, sigam uma distribuição de probabilidade escolhida, no caso deste projeto a distribuição normal.

Neste projeto, a simulação de Monte Carlo será empregada para simular o valor da empresa. A simulação do valor da empresa consiste em estimar quais serão os fluxos de caixa futuros da empresa, e a partir deles calcular o VPL da empresa.

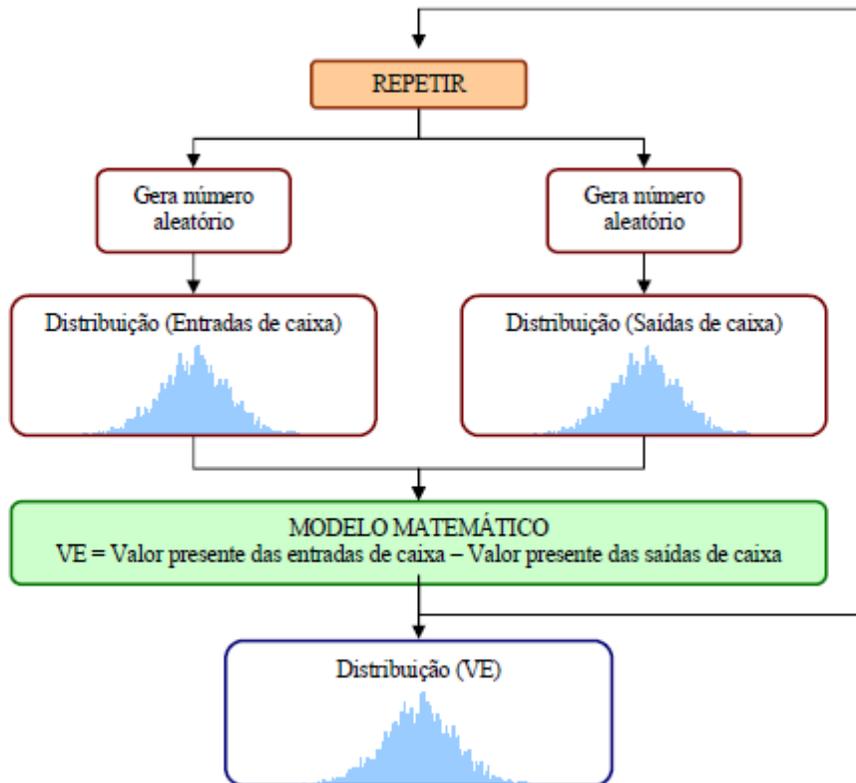


Figura 2 – Simulação do Valor da Empresa

Para se gerar valores aleatórios no Microsoft Excel seguindo uma distribuição normal, basta que se utilize a função INV.NORM() utilizando os seguintes parâmetros:

- Probabilidade: valor de 0 a 1, que pode ser gerado utilizando-se números aleatórios, os quais podem ser obtidos através da função ALEATÓRIO() no Microsoft Excel;
- Média: é a média ou resultado esperado para a variável sob análise;
- Desvio-padrão: é o desvio-padrão do valor que se deseja gerar.

Sendo assim, para o estudo em questão, a simulação de Monte Carlo poderá ser gerada no Microsoft Excel para simular os fluxos de caixa esperados utilizando-se as médias, desvios-padrão desses fluxos e as funções ALEATÓRIO() e INV.NORM().

A geração dos fluxos de caixa será realizada de acordo com o cálculo da média e desvio padrão das duas variáveis estocásticas mais importantes do projeto da usina de biodiesel: o preço do óleo vegetal e o preço do biodiesel no mercado.

Dessa forma, será possível realizar comparações do valor da empresa com o investimento inicial para milhares de valores para o preço do biodiesel e do óleo vegetal.

5. Mercado Brasileiro de Biodiesel

5.1. Aspectos Históricos

A produção e o uso do biodiesel no Brasil propiciam o desenvolvimento de uma fonte energética sustentável sob os aspectos ambiental, econômico e social e também trazem a perspectiva da redução das importações de óleo diesel, gerando divisas para o País. Doravante a publicação da Lei nº 11.097, em 13 de janeiro de 2005, ocorreu de fato a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Esta lei fixou em 5% o volume mínimo obrigatório de adição de biodiesel comercializado ao consumidor final, dando um prazo de 8 anos após a publicação

para a aplicação do depósito, bem como um prazo de três anos para que houvesse um incremento mínimo de 2% deste biocombustível ao óleo diesel.

Além disso, a lei reformulou o papel da Agência Nacional do Petróleo no âmbito energético brasileiro. A agência, que passou desde então a denominar-se Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ganhou a atribuição de regular e fiscalizar as atividades relativas à produção, controle de qualidade, distribuição, revenda e comercialização do biodiesel e da mistura óleo diesel-biodiesel (BX). No desempenho dessa nova função, a ANP editou normas de especificação do biodiesel e da mistura óleo diesel-biodiesel, promoveu a adaptação das normas regulatórias e realizou leilões para estimular a oferta do biocombustível para a mistura.

Desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. A venda de diesel BX é obrigatória em todos os postos que revendem óleo diesel, sujeitos à fiscalização pela ANP. A adição de até 5% de biodiesel ao diesel de petróleo foi amplamente testada, dentro do Programa de Testes coordenado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, que contou com a participação da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). Os resultados demonstraram, até o momento, não haver a necessidade de qualquer ajuste ou alteração nos motores e veículos que utilizem essa mistura.

5.2. Capacidade Instalada

Segundo relatório publicado pela ANP em junho de 2012, atualmente existem 64 plantas produtoras de biodiesel autorizadas para operação no País, correspondendo a uma capacidade total autorizada de 19.533,95 m³/dia. Destas 64 plantas, 61 possuem Autorização para Comercialização do biodiesel produzido, correspondendo a 18.606,25 m³/dia de capacidade autorizada para comercialização. Destas usinas, 31 são de pequeno porte, com capacidade instalada de até 200 m³/dia. Das demais usinas, é possível encontrar capacidades instaladas de até 1050 m³/dia de produção de biodiesel.

Desde 2008, quando a ANP passou a disponibilizar os dados de capacidade anual de biodiesel, a construção de novas instalações aumentou em 67,9% a

capacidade instalada até junho de 2012. Somente no primeiro semestre de 2012, o aumento foi de 8,5%, em relação a dezembro de 2011. Ou seja, trata-se de um mercado que vem tendo um crescimento robusto e constante ao longo dos últimos anos.

A divisão da capacidade instalada de produção de biodiesel por estado pode ser vista no **Erro! Fonte de referência não encontrada**. Gráfico 1

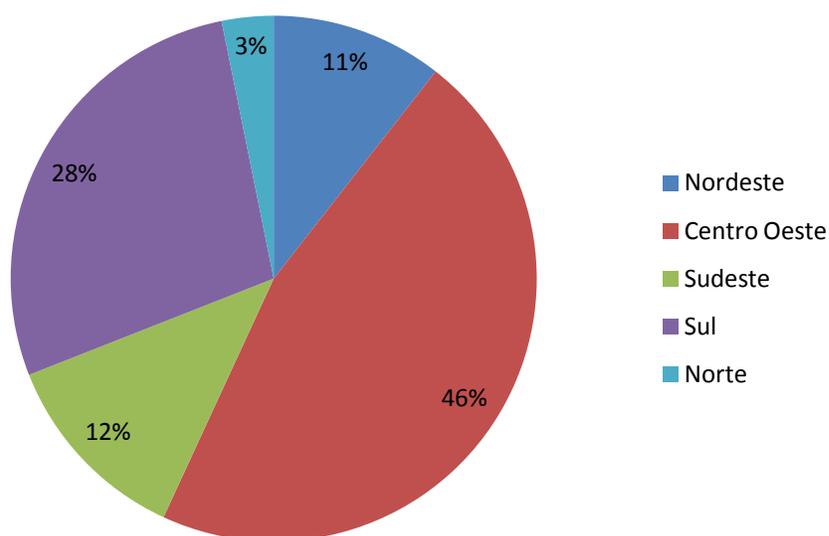


Gráfico 1 – Distribuição da capacidade de produção de biodiesel instalada

Fonte: ANP

Como é possível ver através do gráfico, o Centro Oeste é a região com maior capacidade instalada de produção do país, com 46% do total, sendo que metade corresponde apenas ao estado do Mato Grosso. Ainda, a região sul aparece em segundo lugar, com 28% da capacidade instalada, sendo que o estado do Rio Grande do Sul detém a maior capacidade instalada do país, com 25% do total.

5.3. Produção

Quanto à produção, a ANP registrou em 2011 a aquisição de 2.564.262 m³ de biodiesel por parte das distribuidoras autorizadas, enquanto o volume negociado através dos leilões organizados pela entidade foi de 2.567.706 m³. O Gráfico 2 mostra uma comparação entre a capacidade instalada com o volume leiloado e adquirido pelas distribuidoras:

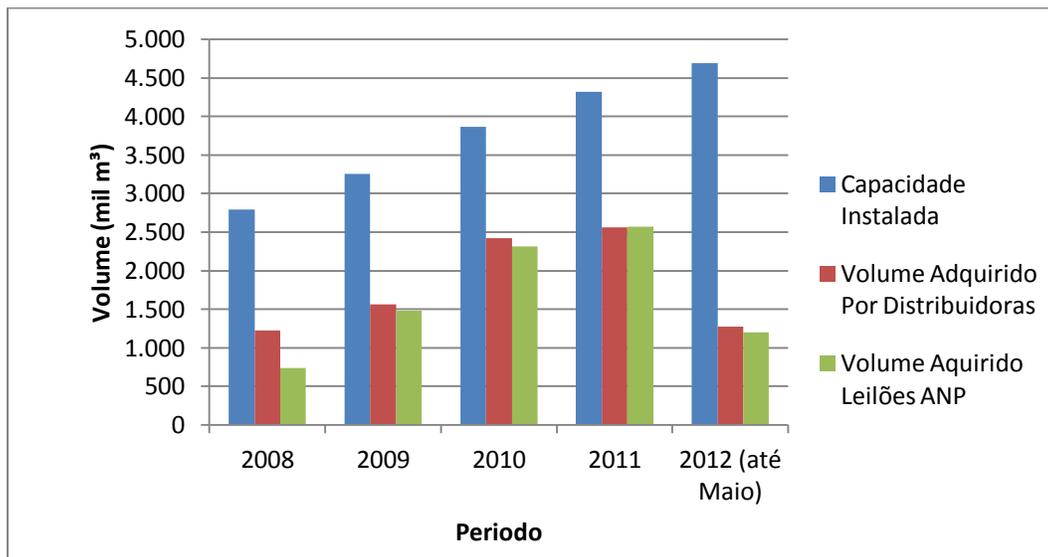


Gráfico 2 – Volume de biodiesel adquirido por distribuidoras e leiloado

Fonte: ANP

No Gráfico 2, a diferença entre o volume adquirido pelas distribuidoras e o leiloado na ANP corresponde à fração de biodiesel adquirido através da negociação direta e entre produtores e distribuidoras, ou seja, cerca de 71.000 m³ em 2011. Tratam-se, portanto, de valores muito tímidos frente ao volume total de biodiesel negociado no país, de mais de 4,6 milhões de m³ no ano passado.

Entre 2009 e 2011 registrou-se alta de 73,2% no volume leiloado pela entidade reguladora. Este crescimento rápido reflete a expectativa para os próximos anos, de que este mercado cresça ainda mais.

5.4. Distribuição Geográfica da Produção

A fim de avaliar os principais estados e macrorregiões produtoras de biodiesel no país, segmentou-se o volume leilado via ANP por estados produtores. Os resultados podem ser vistos na Tabela 5-1:

Tabela 5-1 - Produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2005-2011

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Produção de biodiesel (B100) – (m3)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Região Norte	510	2.421	26.589	15.987	41.821	95.106	103.446
Rondônia	-	-	99	228	4.779	6.190	2.264
Tocantins	-	-	22.773	13.135	33.547	86.570	101.182
Pará	510	2.421	3.717	2.625	3.494	2.345	-
Região Nordeste	156	34.798	172.200	125.910	163.905	176.994	176.417
Maranhão	-	-	23.509	36.172	31.195	18.705	-
Piauí	156	28.604	30.474	4.548	3.616	-	-
Ceará	-	1.956	47.276	19.208	49.154	66.337	44.524
Bahia	-	4.238	70.942	65.982	79.941	91.952	131.893
Região Sudeste	44	21.562	37.023	185.594	284.774	420.328	379.410
Minas Gerais	44	311	138	-	40.271	72.693	76.619
Rio de Janeiro	-	-	-	-	8.201	20.177	7.716
São Paulo	-	21.251	36.885	185.594	236.302	327.458	295.076
Região Sul	26	100	42.708	313.350	477.871	675.668	976.928
Paraná	26	100	12	7.294	23.681	69.670	114.819
Rio Grande do Sul	-	-	42.696	306.056	454.189	605.998	862.110
Região Centro-Oeste	0	10.121	125.808	526.287	640.077	1.018.303	1.036.559
Mato Grosso do Sul	-	-	-	-	4.367	7.828	31.023
Mato Grosso	-	13	15.170	284.923	367.009	568.181	499.950
Goiás	-	10.108	110.638	241.364	268.702	442.293	505.586
Brasil	736	69.002	404.329	1.167.128	1.608.448	2.386.399	2.672.760

Fonte: ANP

Primeiramente, pode-se observar a predominância das regiões centro-oeste e sul na produção deste biocombustível, com 75,47% do total no acumulado em

2011. De fato, nestas duas regiões encontram-se os maiores estados produtores do país, respectivamente Rio Grande do Sul, com 729,8 mil m³ produzidos em 2011, ou 33% da produção nacional, e o estado do Mato Grosso, com 431,9 mil m² produzidos em 2011, ou 19,5% da produção nacional.

Ainda, vale também destacar o caso Maranhense, estado o qual foi o único analisado a apresentar decréscimo na produção no período considerado, com redução de 54% na produção entre 2008 e 2010.

No capítulo deste trabalho que aborda a região escolhida para abrigar a fábrica analisada, aprofundar-se-á a análise dos dados ilustrados acima.

5.5. Mercado de Distribuição

Viu-se anteriormente neste relatório a existência de uma grande quantidade de usinas produtoras de biodiesel no mercado brasileiro, sendo a maioria delas de pequena capacidade. Ou seja, trata-se de um mercado em que os produtores estão distribuídos em pequenas parcelas de produção. Para avaliar se esta pulverização poderia resultar em dificuldades de venda do produto devido à existência de poucos compradores, levantou-se o mercado de distribuição de biodiesel no Brasil em 2012. As principais empresas, bem como suas participação nas compras, podem ser vista na Tabela 5-2:

Tabela 5-2: Mercado de distribuição de biodiesel (B100) por empresa em 2011

Empresa	Volume Adquirido a Partir de Leilões em 2011 (m³)	% do Total Negociado
PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A.	757.685	34,25%
IPIRANGA PRODUTOS DE PETRÓLEO S/A	443.258	20,04%
PETROLEO BRASILEIRO S/A	317.483	14,35%
RAIZEN COMBUSTIVEIS S.A.	243.559	11,01%
OUTROS	450.063	20,35%
Total	2.212.047	100,00%

Fonte: ANP

As duas primeiras colocações neste ranking refletem as primeiras posições no ranking de distribuidores de diesel do mercado brasileiro, com as redes Petrobras Distribuidora e Ipiranga Produtos de Petróleo dominando mais da metade do

mercado. Além disso, vale destacar que a própria Petrobras adquiriu 14% do volume leiloado, negociando por sua vez este volume com distribuidoras de pequeno porte. Embora alta, a porcentagem adquirida pela estatal foi bem menor que em 2008, quando atingiu 32% do total, o que mostra uma tendência das distribuidoras de pequeno porte em participar de modo independente do leilão.

Finalmente, a categoria “OUTROS” engloba 116 pequenas e médias distribuidoras de combustíveis, as quais somaram 20,35% do volume leiloado no ano passado. A distribuição das vendas de biodiesel entre estas distribuidoras mostra que, embora haja uma concentração do mercado de biodiesel brasileiro, este ainda é suficientemente pulverizado de modo a garantir que o preço praticado nos leilões organizados pela ANP não seja influenciado significativamente por um único distribuidor, garantindo assim a segurança dos produtores.

5.6. Distribuição Geográfica da Distribuição de Biodiesel

A fim de avaliar os principais estados e macrorregiões brasileiras responsáveis pela distribuição de biodiesel no país, segmentou-se o volume leiloado via ANP por estados produtores. Os resultados podem ser vistos na Tabela 5-3:

Tabela 5-3 – Mercado de Distribuição de biodiesel (B100) por estado e região distribuidora

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Produção de biodiesel (B100) - (m3)				2011*(%)
	2008	2009	2010	2011*	
Sudeste	426.398	662.288	892.473	849.183	38,39%
SP	257.994	389.021	504.467	477.481	21,59%
MG	94.290	155.749	225.840	219.177	9,91%
RJ	58.723	89.274	120.327	116.221	5,25%
ES	15.392	28.244	41.839	36.304	1,64%
Sul	290.927	370.547	507.889	584.948	26,44%
PR	199.225	249.615	333.567	413.608	18,70%
RS	83.764	112.053	157.706	154.772	7,00%
SC	7.938	8.880	16.617	16.569	0,75%
Nordeste	233.174	261.391	361.876	378.635	17,12%
BA	103.429	107.708	152.537	160.670	7,26%
MA	32.278	58.447	88.653	97.368	4,40%
PE	80.415	38.515	52.859	47.391	2,14%
CE	6.996	24.240	36.317	32.211	1,46%
SE	2.115	9.233	8.158	14.578	0,66%
RN	5.712	16.588	12.870	14.045	0,63%
PB	1.327	4.614	7.750	7.606	0,34%
AL	903	2.045	2.733	3.712	0,17%
PI	0	0	0	1.054	0,05%
Centro Oeste	154.162	176.409	230.549	248.995	11,26%
GO	35.368	70.783	108.880	108.297	4,90%
DF	91.734	60.849	53.081	62.436	2,82%
MT	15.161	27.999	39.512	51.194	2,31%
MS	11.898	16.778	29.076	27.068	1,22%
Norte	67.733	102.009	156.575	150.286	6,79%
AM	24.016	34.313	59.927	61.416	2,78%
RO	25.626	37.159	46.115	42.489	1,92%
PA	18.091	30.385	43.963	34.932	1,58%
AP	0	0	6.526	11.346	0,51%
TO	0	20	45	104	0,00%
AC	0	132	0	0	0,00%
TOTAL	1.172.393	1.572.645	2.149.363	2.212.047	100,00%

Fonte: ANP. *: Dados disponibilizados até outubro

Pode-se observar a predominância das regiões sudeste e sul sobre o mercado de distribuição de biodiesel, com 64% do mercado brasileiro. De fato, os dois maiores estados consumidores encontram-se nestes dois estados, sendo eles São Paulo e Paraná, com fatias do mercado correspondendo a, respectivamente, 21,5% e 18,7% sobre o total acumulado em 2011.

Vale destacar ainda a relação entre as regiões produtoras e a quantidade de veículos pesados existente. Isso porque os maiores consumidores de biodiesel do

país são também as regiões mais desenvolvidas economicamente e, também, as detentoras das maiores frotas de caminhões e veículos pesados, ou seja, automóveis movidos a diesel.

No capítulo deste trabalho que aborda a região escolhida para abrigar a fábrica analisada, aprofundar-se-á a análise dos dados ilustrados acima.

5.7. Legislação

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel foi criado pelo decreto de 23 de dezembro de 2003. Dele, instituiu-se a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia. Os principais decretos, resoluções e leis que regem o mercado de produção e comercialização do biodiesel em território nacional – e que apresentam maior relevância para a elaboração deste estudo de viabilidade estão listados a seguir descritos no Anexo A.

Decreto de 23 de dezembro de 2003;

Decreto nº 5.298, de 06 de dezembro de 2004;

Decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005;

Decreto nº 5.457, de 06 de junho de 2005;

Decreto nº 6.458, de 14 de maio de 2008;

Decreto nº 6.606, de 22 de outubro de 2008;

Decreto nº 6.759, de 06 de fevereiro de 2009;

Decreto nº 7.768, de 27 de junho de 2012;

Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005;

Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005;

Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011;

Medida Provisória nº 532, de 28 de abril de 2011;

Resolução ANP nº 41, de 24 de novembro de 2004;

Resolução ANP nº 42, de 24 de novembro de 2004;

Resolução ANP nº 31, de 04 de novembro de 2005;
Resolução ANP nº 2, de 12 de janeiro de 2011;
Resolução ANP nº 7, de 09 de fevereiro de 2011;
Resolução ANP nº 8, de 09 de fevereiro de 2011;
Resolução ANP nº 39, de 04 de agosto de 2011;
Resolução ANP nº 42, de 18 de agosto de 2011;
Resolução ANP nº 14, de 11 de maio de 2012.

Toda a legislação listada acima, quando analisada individualmente junto com o cenário econômico da produção de biodiesel, mostra a importância da interferência estatal no mercado de biodiesel. Desde o início do Programa Nacional do Biodiesel, em 2005, o governo brasileiro, junto da ANP, tem trabalhado de modo a garantir a rentabilidade tanto de produtores quanto de distribuidores.

Por um lado, a rentabilidade do produtor é garantida através da necessidade de produção de biocombustível para a produção de diesel. Uma vez a obrigatória a mistura B5 (biodiesel a 5%) no diesel num mercado cada vez mais em expansão, com produção estipulada pela PETROBRAS e aprovada pela ANP, garante-se ao produtor a negociação de seu produto. Além disso, a existência dos leilões de biodiesel visa ofertar oportunidades de venda iguais a todos os produtores que preencham os requisitos estabelecidos pela ANP. Finalmente, a carga tributária do PIS e COFINS incidentes sobre a produção de biodiesel é ajustada sempre que há uma tendência de alta no preço deste biocombustível que signifique aumento no preço final do diesel.

Por outro lado, a regulação dos leilões realizados pela ANP também favorece os distribuidores. Isso porque neles, é estipulado um preço máximo de referência do biodiesel por região produtora, vedando aos produtores a cobrança de preços demasiadamente altos. Desta forma, garante-se também a rentabilidade dos distribuidores.

6. Mercado Brasileiro de Glicerina

6.1. Glicerol

O glicerol, também propano-1-2-3-triol, é um álcool trihidroxilado, incolor, viscoso, de gosto doce e higroscópico.

Dentre as aplicações deste triol, destaca-se a grande quantidade utilizada para a fabricação de remédios, cosméticos, pasta de dentes, espuma de uretano, resinas sintéticas e borrachas de ésteres. A fabricação de tabaco e de alimentos também consome grandes quantidades, tanto de glicerol quanto de glicerídeos.

O glicerol ocorre em forma combinada em todas as gorduras e óleos vegetais e animais. É raramente encontrado em estado livre nestas gorduras, onde está frequentemente presente como triglicerídeos.

Vale ressaltar que o nome glicerol é válido apenas ao componente químico puro 1,2,3-propanotriol. O termo “glicerina” aplica-se aos produtos comerciais purificados normalmente contendo > 75% de glicerol.

6.2. Aspectos Econômicos

Segundo a ABIQUIM, o mercado brasileiro de glicerina, em 2009, era de cerca de 30.000 toneladas. A distribuição do consumo por setor pode ser vista abaixo no Gráfico 3:

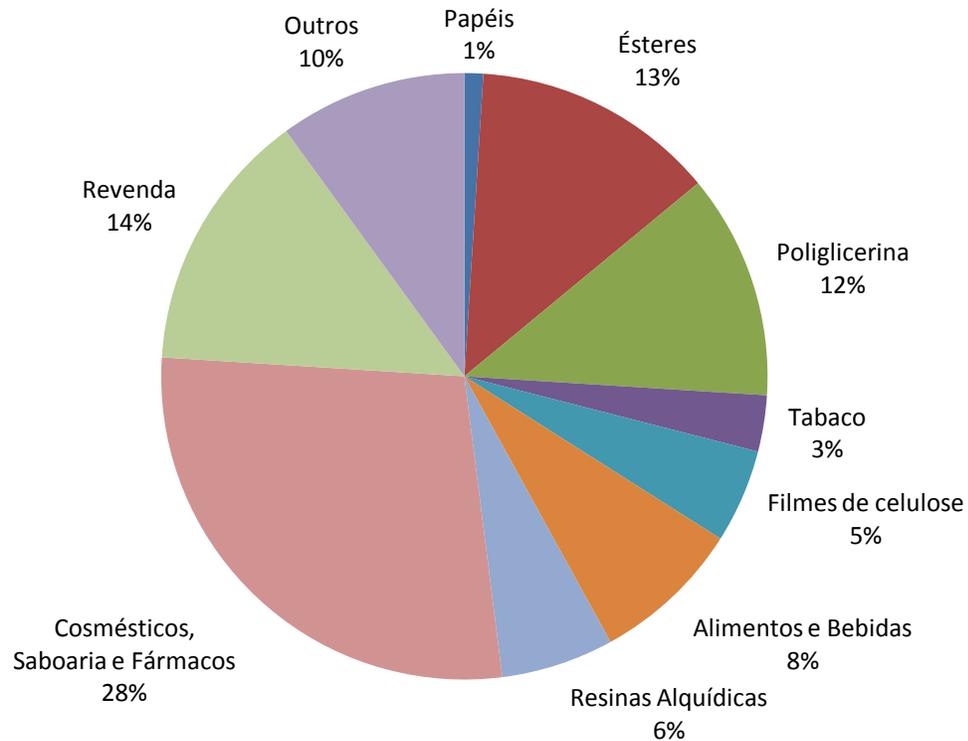


Gráfico 3 – Consumo brasileiro de glicerina por segmento

Fonte: ANP

Como pode ser visto, os segmentos de Cosméticos, Fármacos, Saboaria, Ésteres, Poliglicerinas e Alimentos e Bebidas estão presentes entre os maiores consumidores nacionais de glicerol. Ainda, a presença de todos estes segmentos mostra o quão diversificado encontra-se o mercado brasileiro deste produto.

Com relação a produção, praticamente a totalidade da produção nacional deste insumo ocorre como produto secundário durante a fabricação de biodiesel.. Dessa maneira, junto com a produção de biodiesel, a produção brasileira de glicerol vem aumentando continuamente nos últimos anos, como mostra a Tabela 6-1 - Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2005-2011abaixo:

Tabela 6-1 - Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2005-2011

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100) - (m3)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Região Norte	48	484	4.849	5.194	6.857	15.236	14.409
Rondônia	-	-	34	103	871	1.469	588
Tocantins	48	484	1.092	3.210	1.616	1.375	0
Pará	-	-	3.722	1.881	4.370	12.392	13.821,05
Região Nordeste	14	7.258	18.451	15.601	16.894	17.547	16.275
Maranhão	-	-	2.121	5.206	3.132	2.091	-
Piauí	14	2.669	4.491	934	537	-	-
Ceará	-	11	5.594	1.118	5.167	6.262	3.749
Bahia	-	4.578	6.246	8.343	8.058	9.194	12.526
Região Sudeste	4	1.057	4.297	21.952	35.068	49.533	41.862
Minas Gerais	4	-	14	16,12	3.106	6.211	6.978
Rio de Janeiro	-	-	-	-	1.325	4.219	1.358
São Paulo	-	1.057	4.283	21.936	30.637	39.103	33.526
Região Sul	2	-	3.085	24.945	44.278	59.709	83.368
Paraná	2	-	0	768	2.555	6.009	10.549
Rio Grande do Sul	-	-	3.085	24.177	41.723	53.700	72.818
Região Centro-Oeste	0	661	6.057	56.724	68.732	114.859	117.440
Mato Grosso do Sul	-	-	-	-	859	1.705	8.166
Mato Grosso	-	-	2.427	36.891	45.710	74.572	62.398
Goiás	-	661	3.630	19.833	22.163	38.582	46.877
Brasil	69	9.460	36.740	124.415	171.829	256.884	273.353

Fonte: ANP

Observando a tabela acima, percebe-se que o Brasil lida com excedentes cada vez maiores de glicerina no mercado nacional. Considerando-se um volume de 30 mil toneladas anuais, em 2009, a produção de glicerina pelas usinas de biodiesel excedeu o consumo em 140 mil toneladas, enquanto em 2010 o excedente foi de 230 mil toneladas. Ou seja, para acompanhar o atual ritmo de crescimento da produção, seria necessário uma multiplicação anual do mercado de glicerina no país.

Dentre as saídas encontradas para o excedente de produção de glicerol no país, a mais utilizada é a exportação. Abaixo, a Tabela 6-2 e o Gráfico 4 mostram a evolução das exportações nacionais da NCM 1520.00.10 (Glicerol Bruto) desde 2008:

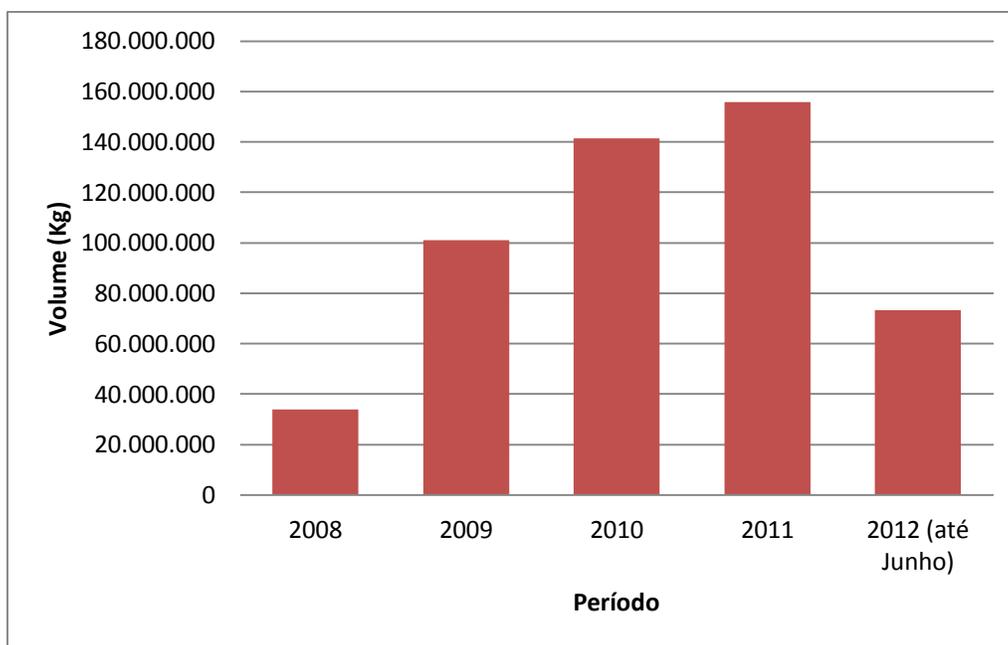


Gráfico 4 – Evolução das Exportações de Glicerol Bruto

Fonte: AliceWeb

Tabela 6-2 – Exportações Brasileiras da NCM 1520.00.10 (Glicerol Bruto)

Ano	Valor FOB (US\$)	Volume (Kg)	Preço Unitário (US\$/t)
2008	11.873.424	33.866.121	0,35
2009	12.073.014	101.167.289	0,12
2010	22.811.547	141.483.906	0,16
2011	41.900.529	155.940.858	0,27
2012 (até Junho)	18.824.204	73.337.601	0,26

Fonte: AliceWeb

As informações acima comprovam que as exportações tem sido o principal destino da produção nacional de glicerol. O aumento expressivo no volume exportado entre 2008 e 2011, de aproximadamente 5 vezes, vem acompanhando o crescimento na produção nacional de biocombustível e, portanto de glicerol.

Além da disponibilidade do insumo, os baixos preços praticados pela glicerina no mercado nacional explicam o sucesso do modelo exportador brasileiro. Isso porque os preços históricos praticados pela glicerina no mercado nacional, os quais variaram de US\$0,12/kg a US\$0,35/kg no período considerado, estão muito

abaixo da realidade enfrentada nas demais regiões do globo. Para se ter uma idéia, nos primeiros meses de 2012, a glicerina menos pura, a 80%, era vendida a uma média de US\$0,50/kg no mercado dos EUA. Já a glicerina mais pura, a 99,5%, era vendida a preços que variam de US\$0,80-1,00/kg. Embora os preços obtidos para o mercado nacional sejam um preço médio, ele ainda é quase 50% menor que o praticado pela glicerina de menor valor agregado vendida no mercado internacional.

Como se pode ver no Anexo B, o qual denota as exportações brasileiras de glicerol segmentadas por país entre 2008 e 2012, a China desponta como principal destino da glicerina brasileira nos últimos anos, com volumes crescentes. Até junho de 2012, 96,5% do glicerol exportado pelo país, ou 70.797 t, foram exportadas para este país asiático. Em 2011 e 2010, estes valores foram, respectivamente, 87,4%, ou 136.271 t, e 84,3%, ou 119.244 t. Neste país, a principal aplicação do glicerol brasileiro tem sido a queima voltada para a produção de energia.

Ainda, observando atentamente a Tabela 6-2, verifica-se que, embora o preço da glicerina brasileira seja baixo, ele tem observado alta nos últimos anos. Em comparação com os anos de 2009 e 2010, onde o preço praticado pelo glicerol bruto variou entre US\$0,12 e US\$0,16 dólares por kilograma líquido, em 2011 e 2012 os preços praticados aumentaram para US\$0,26 e US\$ 0,27 por kilograma.

Uma das explicações possíveis está na no desenvolvimento de pesquisas envolvendo novas aplicações do glicerol e seus derivados na indústria, as quais tornam atraentes a utilização deste produto. Além disso, explica-se também através da atitude dos produtores de nacionais de biodiesel, os quais estão deixando de enxergar o glicerol como um subproduto indesejado, frente ao mercado disponível para este produto, tanto em âmbito nacional e internacional. Por consequência, tem-se aumentado o dinamismo do mercado nacional de glicerina nos últimos dois anos, com um incremento no preço e nas pesquisas envolvendo novas aplicações industriais deste composto químico.

7. Matérias Primas

Neste item serão listadas as matérias primas que poderão ser utilizadas no processo de produção. Posteriormente, será realizada uma escolha por determinadas matérias primas de acordo com aspectos técnicos ou econômicos para refinar as possibilidades de emprego destas na análise econômica.

7.1. Óleos Vegetais

Conforme visto anteriormente, a produção de biodiesel depende de óleos vegetais. Os óleos vegetais são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis ou triglicerídeos), cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferentes graus de insaturação.

Foram realizadas pesquisas a respeito da aplicabilidade de três diferentes óleos vegetais na produção do biodiesel. Os resultados podem ser encontrados no decorrer deste item.

7.1.1. Óleo de soja

A análise da composição de ácidos graxos constitui o primeiro procedimento para a avaliação preliminar da qualidade do óleo bruto e de seus produtos de transformação.

O óleo de soja comercial tem uma composição média centrada em cinco ácidos graxos principais: palmítico (16:0), esteárico (18:0), oléico (18:1), linoléico (18:2) e linolênico (18:3).

Tabela 7-1: Principais componentes do óleo de soja

Número de Carbonos	Nome do Ácido Graxo	Concentração (%m/m)
C16:0	Palmítico	9,2 – 12,2
C18:0	Estearico	3 – 5,4
C18:1 (9)	Oléico	17,7 – 26,0
C18:2 (9,12)	Linoléico	49,9 – 56,9
C18:3 (9,12,15)	Linolênico	5,5 – 9,5

Fonte: NETO, P. R. C.; ROSSI, L, F, S.; PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL ALTERNATIVO AO ÓLEO DIESEL ATRAVÉS DA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA USADO EM FRITURAS; Quim. Nova, Vol. 23, No. 4, 531-537, 2000

Na tabela 7-2, verifica-se que o biodiesel de óleo de soja apresentou maior viscosidade e densidade que o óleo diesel. Entretanto, essa diferença foi significativamente reduzida na mistura a 20% (mistura B20), cujas características apresentaram-se muito próximas às do óleo diesel puro, inclusive em relação aos seus pontos de fulgor e de combustão. A mistura nessa proporção foi também ideal quanto ao ponto de ignição do combustível, pois a incorporação de biodiesel não comprometeu a partida a frio do motor. A ausência de sedimentos revelou que o biodiesel estava livre de impurezas sólidas. Como no Brasil o biodiesel comercializado está misturado com petrodiesel em uma razão de 5% (m/m), podemos concluir que o biodiesel produzido através do óleo de soja apresenta características técnicas necessárias para o seu uso.

Tabela 7-2: Especificações do biodiesel de óleo de frituras e diesel convencional

Características*	Biodiesel (puro)	Diesel (puro)**	Mistura B20***
Viscosidade (cSt, 40°C)	5,14	3,05	3,54
Ponto de fulgor (°C)	151	38	34
Ponto de combustão (°C)	191	45	43
Densidade (g/cm ³)	0,8828	0,8359	0,8449
Sedimentos	negativo	negativo	negativo
Cloretos e sulfatos	negativo	negativo	negativo
Umidade (ppm)	1390	58	350

* Análises efetuadas pela Empresa Filtroil (Campina Grande do Sul, PR);

** Óleo diesel comercial utilizado na mistura;

***Mistura B20 = biodiesel 20%, óleo diesel 80%

Na tabela 7-3 existe um quadro comparativo entre as produtividades, por hectare, de diversas fontes de óleos e gorduras tradicionais. Percebe-se claramente a partir desses dados que a soja possui uma produtividade muito baixa em lipídeos, demandando enormes quantidades de terra para suprir os mercados de biocombustíveis. No entanto, a soja corresponde hoje a aproximadamente 90% da produção brasileira de óleos, o que faz com que seja a matéria-prima preferencial da indústria de biodiesel. No entanto, fica claro que o aumento na demanda por óleos para produção de biocombustíveis dificilmente poderá ser atendido pela soja, uma vez que demandaria uma larga extensão de terra agriculturável. Uma produtividade melhor é alcançada com o uso de palmáceas.

Tabela 7-3 – Produtividade de Óleo para diferentes tipos de oleaginosas

Fonte de Biodiesel	Produtividade Óleo (L/ha)
Milho	172
Soja	446
Canola	1190
Coco	2689
Óleo de Palma	5950

Fonte: SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A, L, .F; RODRIGUES, J, P.; ALVES, M. B.; BIOCMBUSTÍVEIS A PARTIR DE ÓLEOS E GORDURAS: DESAFIOS TECNOLÓGICOS PARA VIABILIZÁ-LO; Quim. Nova, Vol. 32, No. 3, 768-775, 2009

Tendo em vista estes resultados, podemos concluir que o óleo de soja pode, de fato, ser utilizado na produção do biodiesel. Posteriormente neste mesmo estudo, será realizada uma análise econômica para se verificar se a fonte é viável para a produção ou não.

Mercado Brasileiro de Óleo de Soja

Segundo dados oficiais do IBGE, no ano de 2011, a produção brasileira de grãos de soja foi de 74.941.773 toneladas. Esse volume classifica o país como o segundo maior produtor mundial deste grão, atrás apenas dos Estados Unidos da América. Para o ano de 2012, a previsão é de que haja uma queda de 12% na produção nacional, com uma safra totalizando 65.730.655 toneladas. O motivo desta queda pode ser atribuída a problemas com enchentes e secas enfrentadas em algumas regiões produtoras do país, em especial a região Sul, como pode ser vista na Tabela 7-4:

Tabela 7-4 – Produção Brasileira de Grãos de Soja por Estado (em toneladas)

Estado	2011	2012 (Previsão)
Mato Grosso	20.800.544	21.806.797
Paraná	15.457.911	10.891.349
Goiás	7.703.615	8.256.010
Rio Grande do Sul	11.621.300	5.991.094
Mato Grosso do Sul	5.079.581	4.571.799
Bahia	3.512.568	3.447.101
Minas Gerais	2.940.857	3.055.410
Maranhão	1.571.418	1.652.163
São Paulo	1.505.280	1.500.933
Tocantins	1.193.453	1.243.680
Piauí	1.144.033	1.242.484
Santa Catarina	1.490.551	1.079.690
Rondônia	419.522	459.196
Pará	317.093	356.789
Distrito Federal	184.047	176.160
Brasil	74.941.773	65.730.655

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Como se pode ver, os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina registraram expectativa de forte redução na produção desta commodity no ano corrente, de respectivamente 29,5%, 48,4% e 27,6%. A redução total da produção, de 10.607.629 toneladas, praticamente explica a diferença obtida sobre o ano anterior.

Não obstante, a produção nacional de soja brasileira é mais que suficiente para atender o mercado nacional de biodiesel. Da produção nacional de 2011, 32.985.560 toneladas foram destinadas à exportação, sendo que 67% deste volume foi destinado ao mercado chinês. Este país, junto com a Espanha, a Holanda e a Tailândia, foram os principais destinos da soja brasileira.

Finalmente, é possível perceber que o mercado brasileiro de soja tem plena capacidade de atender a produção de biodiesel. Do processamento interno da soja, foram produzidas 28,5 milhões de toneladas de farelo de soja e 7,2 milhões de toneladas de óleo de soja. Mais da metade da produção de farelo deveria ser exportada, enquanto 76,4% da produção de óleo seria consumida internamente. Ou seja, mesmo com o rápido crescimento da produção de biodiesel no país nos últimos anos, a produção nacional de óleo de soja tem plena capacidade de atender as necessidades deste mercado.

Com relação aos preços, avaliou-se sua evolução para o óleo de soja a partir de 2009. Os dados, obtidos através do website IndexMundi, mostraram uma grande variação nos preços, como pode ser visto no Gráfico 5

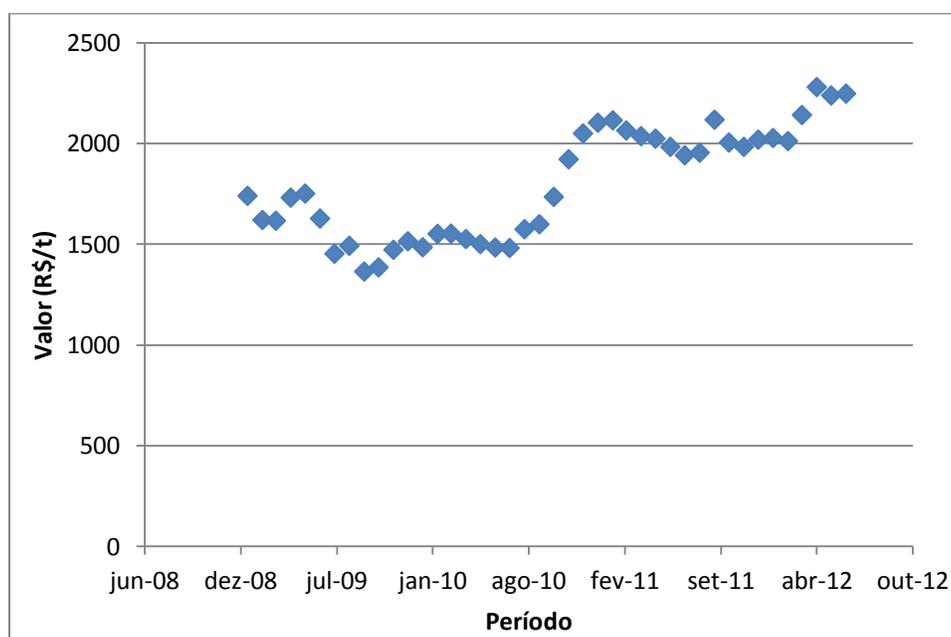


Gráfico 5 - Evolução de preços do óleo de soja.

Fonte: IndexMundi

Pode-se perceber uma oscilação intensa nos preços deste óleo no período considerado. Esta variação deve-se ao fato de que o óleo de soja é uma commodity, ou seja, tem sua cotação negociada a nível internacional, através da

bolsa de valores Chicago Board of Trade (CBOT), ou seja, é sujeito a variáveis internacionais de demanda e oferta deste produto. Além disso, pesquisas mostram uma grande correlação entre o preço do óleo de soja e o preço do barril de petróleo, ativo sujeito a intensas variações ao longo do ano.

Finalmente, em 2012 pode-se perceber um aumento substancial do preço deste óleo. Um dos fatores que contribuíram para este resultado foram as incertezas quanto a produção norte-americana, a qual além de ser a maior do mundo, é voltada para exportação, ou seja, exerce grande influência sobre o preço desta mercadoria. Além disso, a demanda mundial de óleo de soja, principalmente para a produção de biodiesel nos países europeus, também cresceu, levando ao aumento de preços deste mercado.

7.1.2. **Óleo de Palma / Dendê**

No universo de oleaginosas cultiváveis, o dendezeiro (ou palma) é a planta que apresenta maior produtividade por área cultivada. A média produtiva de óleo/hectare de terra é cerca de 10 vezes maior que a média produtiva da soja. Sob determinadas condições ambientais, pode produzir até 8 toneladas de óleo por hectare/ano. Na Amazônia, produções num intervalo de 4 a 5,5 toneladas de óleo por hectare/ano são comumente obtidas tanto em pesquisas quanto em plantações comerciais.

A existência de grande disponibilidade de áreas para plantio do dendezeiro permitirá atingir com eficiência uma meta de substituição de certo consumo de óleo diesel. Um estudo realizado pelo IBGE revelou que os 45.000 hectares existentes em 2003, para substituição de 5% de óleo diesel por biocombustível (B5) deveriam ser acrescidos cerca de 307.667 ha, representando um aumento percentual de 683,7% da área cultivada, caso o dendê fosse a ser a oleaginosa escolhida para produção de biodiesel em escala. É importante ressaltar que mesmo assim é um aumento percentual bastante inferior quando comparado aos quantitativos necessários para atender ao mesmo índice de substituição, se fossem indicadas, por exemplo, a mamona ou soja com, respectivamente, 2,45 e

3,41 milhões de hectares de incremento. A este estudo comparativo do impacto da adição física de áreas de plantio, acrescenta-se a necessidade de inversões financeiras anuais para implantação dos cultivos temporários, em contrapartida ao único investimento inicial despendido para formação do dendezal.

Tabela 7-5 - Estimativas do impacto da adição de 5% de biodiesel no óleo diesel consumido no Brasil sobre a área de cultivo de oleaginosas selecionadas.

Cultura	Área (ha)	Incremento (ha)	Percentual (%)
Soja	18.534.300	3.408.885	18,4
Girassol	43.200	3.097.981	7171,3
Algodão	739.200	4.437.500	600,31
Mamona	128.000	2.454.787	1917,8
Dendê (palma)	45.000	307.667	683,7

Fonte: CONAB, IBGE. Cálculos do Departamento Econômico da FAESP, citado por Meireles (2003) e adaptado por Souza 2004.

Do fruto do dendê podem-se produzir dois tipos de óleos, extraídos por processos físicos sem o uso de solventes químicos, como calor e pressão. Mundialmente falando, o óleo de dendê é o mais produzido, superando até mesmo o óleo de soja.

O óleo de palma comercial tem uma composição média centrada em cinco ácidos graxos principais: mirístico (14:0), palmítico (16:0), esteárico (18:0), oléico (18:1), linoléico (18:2).

Tabela 7-6 – Composição do Óleo de Palma

Número de Carbonos	Nome do Ácido Graxo	Concentração (%m/m)
C14:0	Mirístico	0,5 – 2,4
C16:0	Palmítico	32 – 47,5
C18:0	Esteárico	3,5 – 6,3
C18:1	Oléico	36,4 – 67,1
C18:2	Linoléico	13,0 – 43,0

Fonte: Manual do Biodiesel

O óleo de palma está entre os mais qualificados para produção de biodiesel por conta de sua composição e alta produtividade com baixo custo. Portanto, a análise econômica da produção de biodiesel a partir desta matéria prima será realizada posteriormente.

Mercado Brasileiro de Óleo de Palma

O mercado brasileiro de óleo de palma advém de duas fontes: a produção nacional, e o volume importado. No Brasil, a plantação de óleo de palma ocorre apenas na região norte do país. Atualmente, a empresa Agropalma corresponde a aproximadamente 70% da produção nacional de óleo de palma, com 150 mil toneladas anuais em 2011, mesmo valor divulgado pela empresa como produção de 2010. Desta maneira, pode-se estimar a produção nacional de azeite de dendê em 214 mil toneladas anuais. Da produção correspondente a Agropalma, cerca de 1/3, ou 50 mil toneladas, foram exportadas para outros países devido a vantagens comerciais. Ou seja, a parcela efetiva da produção nacional destinada ao mercado interno é de 143 mil toneladas.

Entretanto, somente a produção nacional não é suficiente para atender a demanda interna do país. Além da indústria do Biodiesel, a indústria alimentícia brasileira utiliza o óleo de palma como um de seus insumos. Além disso, o óleo de dendê é usado como matéria-prima na fabricação de sabões, sabonete, sabão em pó, detergentes e amaciantes de roupa biodegradáveis.

Desta maneira, para suprir a produção nacional, o Brasil importa grandes volumes anuais de óleo de palma, como mostra a Tabela 7-7:

Tabela 7-7 - Importações Brasileiras das NCM's 1511.10.00 (Azeite de Dendê Bruto) e 1511.90.00 (Outros Azeites de Dendê)

Período	US\$ FOB	Kg Líquido	US\$/Kg
2012*	137.632.529	130.414.434	1,06
2011	246.245.530	214.462.333	1,15
2010	124.816.141	155.812.780	0,8
2009	91.882.784	128.293.113	0,72
2008	171.939.239	158.368.656	1,09

Fonte: AliceWeb/MDIC

Como se pode ver, o volume de importações brasileiras de óleo de dendê em 2011, de 214 mil toneladas, foi praticamente igual a produção nacional destinada ao mercado interno. Ou seja, praticamente metade do mercado nacional dessa oleaginosa é suprido pelas importações. Em 2011, os principais exportadores de azeite de dendê foram a Indonésia, com 149 mil toneladas, a Colômbia, com 38 mil toneladas, e a Malásia, com 20 mil toneladas.

Com relação aos preços, verifica-se uma grande variação nos preços, como mostra o Gráfico 6:

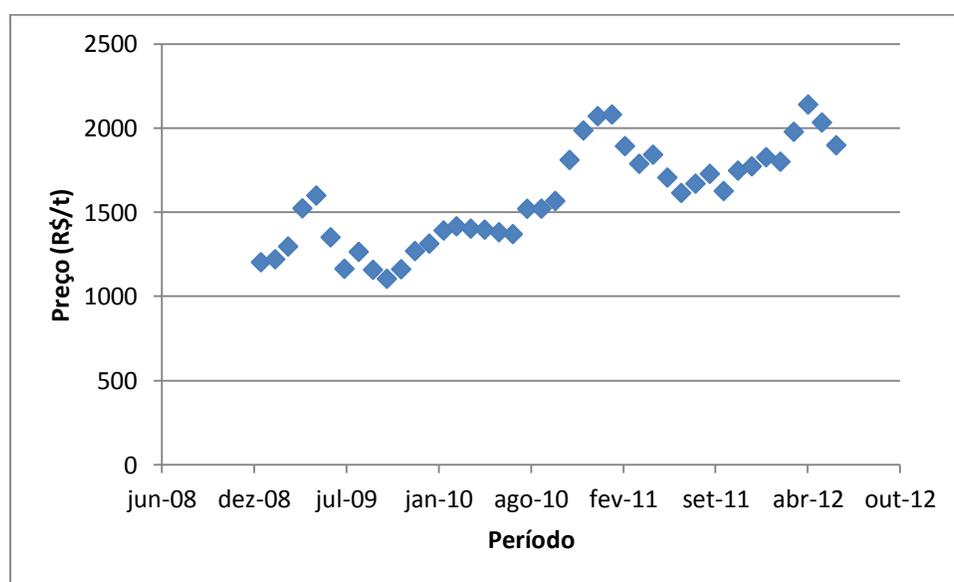


Gráfico 6 – Evolução de Preços do Óleo de Palma

Fonte: Index Mundi

Pode-se perceber uma oscilação intensa nos preços deste óleo no período considerado. Esta variação deve-se ao fato de que o óleo de palma é uma commodity, ou seja, tem sua cotação negociada a nível internacional, através da bolsa de valores Chicago Board of Trade (CBOT), ou seja, é sujeito a variáveis internacionais de demanda e oferta deste produto.

A partir de dezembro de 2010, pode-se observar um aumento no preço do óleo de palma. Esse aumento ocorreu em grande parte devido ao aumento da demanda desta oleaginosa, principalmente para utilização em alimentos, sabões e cosméticos, o qual impulsionou o preço deste produto.

7.1.3. Óleo de Mamona

A mamoneira ganhou destaque nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. Nas regiões Sul e Sudeste houve necessidade de desenvolvimento de maquinário para colheita automática visando garantir competitividade com outros produtos concorrentes, pois a cultura de variedades indeiscentes (frutos que não se abrem espontaneamente) com maturação fixa em todas as bagas facilita a automação. No Nordeste houve miscigenação de espécies ocasionando um hibridismo com frutos deiscentes, exigindo múltiplas colheitas durante o ano todo e dificultando a automação, obrigando a operação manual.

A mamona durante alguns anos foi colocada pelo governo brasileiro como uma planta de grande potencial tanto para extração de óleo quanto para produção de biodiesel. Houve incentivo para seu plantio em regiões carentes do país através de programas de benefício social. O governo brasileiro foi um dos maiores divulgadores dessa cultura sinalizando que essa deveria ser a principal oleaginosa no processo de substituição do diesel brasileiro, através do Programa Nacional de Biodiesel. A ideia original seria realizar um programa assegurando fonte de renda contínua para famílias carentes, utilizando mão-de-obra para trabalhar na colheita de mamona, pois a planta necessitaria de pouco sistema mecanizado e não precisaria de adubos e agrotóxicos (nocivos a saúde humana).

No entanto, estudos posteriores demonstraram que existe uma série de problemas para viabilizar a produção de biodiesel com 100% de óleo de mamona. A Figura 3 demonstra a reação de transesterificação do óleo.

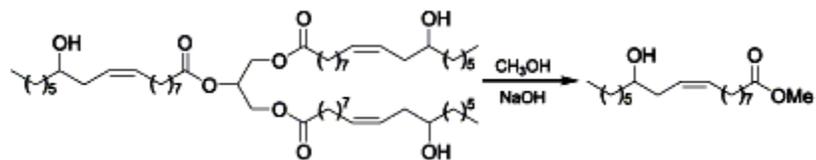


Figura 3 - Reação de transesterificação do óleo de mamona

Fonte: LOPES, Carolina R. et al . Síntese de novas amidas graxas a partir da aminólise de ésteres metílicos. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 33, n. 6, 2010

Observa-se que no caso da mamona a obtenção de biodiesel é prejudicada tanto se utilizarmos catálise básica quanto ácida, por conta da dificuldade de separação (decantação) posterior dos produtos resultantes. Isto se deve ao fato de que há maior viscosidade do biodiesel formado por conta da presença de um grupo hidroxila na cadeia, proveniente do ácido ricinoléico, responsável por cerca de 90% da composição do óleo de mamona.

O biocombustível com alta viscosidade promove desgaste maior dos motores de combustão. A viscosidade cinemática do óleo de mamona é cerca de 100 vezes maior que a do petrodiesel, podendo chegar a 300 mm²/cm frente os 3,05 mm²/cm do derivado do petróleo. Tais fatores representam um grande entrave na utilização da mamona como fonte principal para produção do biocombustível.

Tendo em vista estes problemas técnicos, a análise econômica da produção de biodiesel a partir do óleo de mamona não será realizada, já que sua produção não atende às especificações impostas pela agência reguladora.

7.2. Álcool

Já foi visto anteriormente que o álcool é um dos reagentes da reação de transesterificação. Os álcoois mais utilizados na reação de transesterificação são os álcoois de baixa cadeia molecular, principalmente metanol e etanol, por proporcionarem maior rendimento do processo e menor tempo de reação.

A determinação do álcool utilizado no processo produtivo levou em consideração o preço e o rendimento da reação. Como o metanol é um produto mais barato e o rendimento reacional é maior, este foi escolhido para ser o

reagente da reação de transesterificação do processo em estudo. Os próximos capítulos trarão detalhes de preço e quantidades de álcool utilizados no projeto.

7.3. Catalisador

A transesterificação pode ser realizada por catálise ácida ou básica. No entanto, catalisadores alcalinos (hidróxidos de sódio e de potássio; ou os alcóxidos correspondentes) proporcionam processos mais rápidos que catalisadores ácidos. Soluções de alcóxidos com o álcool correspondente apresentam vantagens sobre os hidróxidos porque a reação de formação de água:



não pode ocorrer no sistema de reação, assegurando que o processo de transesterificação esteja livre de água, já que esta em contato com o triglicérido acarreta a formação de ácidos graxos livres, reduzindo assim a eficiência do processo produtivo.

Diante desta situação, ficou definido que o processo será catalisado por um alcóxido, de maneira a se atingir maiores conversões em tempos relativamente menores. O alcóxido utilizado no processo será o metilato de sódio, também conhecido como metóxido de sódio.

8. Processo Produtivo

O processo produtivo é composto por três etapas: uma unidade de transesterificação onde o óleo vegetal é submetido à uma transesterificação química, uma unidade de purificação do biodiesel produzido e uma unidade de purificação da glicerina produzida. O processo produtivo analisado neste projeto é descrito por Haas et al. e vem ilustrado na Figura 4

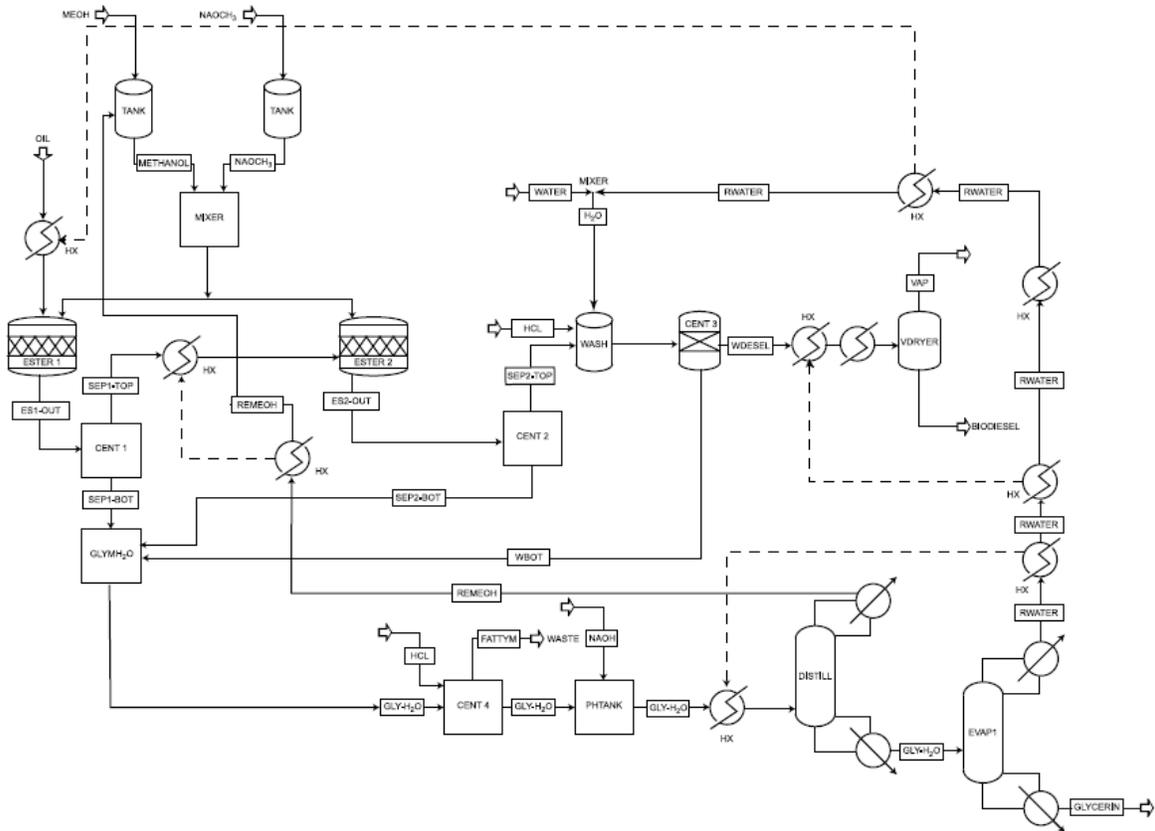


Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo

Fonte: Haas et al

Tabela 8-1 – Equipamentos do Processo Produtivo

Equipamentos	Descrição
ESTER	Reator de Transesterificação
CENT	Centrifuga
VDRYER	Secador à Vácuo
PHTANK	Tanque de Correção de pH
GLYM _{H2O}	Tanque de Glicerina Bruta
HX	Trocador de Calor
DISTILL	Torre de Destilação
EVAP	Evaporador

Fonte: Haas et al

Tabela 8-2 – Correntes do Processo Produtivo

Corrente	Descrição
ES-OUT	Saída do reator de transesterificação
FATTYM	Ácido Graxo Livre
GLYH ₂ O	Corrente Glicerol-Água
MEOH	Metanol
NAOCH ₃	Metóido de Sódio
REMEOH	Metanol Recuperado
RWATER	Água Recuperada
SEP-BOT	Fase de saída da centrifuga rica em glicerina
SEP-TOP	Fase de saída da centrifuga rica em biodiesel
WBOT	Corente Aquosa recuperada da lavagem
WDESEL	Mistura de Biodiesel-Água

Fonte: Haas et al

8.1. Transesterificação

A transesterificação do óleo vegetal utilizando metanol e catalisada por metóxido de sódio ocorre em dois reatores contínuos sequenciais. Os reatores são do tipo CSTR e são mantidos a uma temperatura de 60 °C.

São realizadas duas reações de transesterificação sequenciais. O primeiro reator é alimentado continuamente com óleo e uma solução de 1,78% (m/m) de metóxido de sódio em metanol. O volume do reator é calculado de maneira que o tempo de residência seja igual a 1 hora, para que a reação chegue a uma conversão de 90%.

O produto do primeiro reator passa por uma centrifugação continua de maneira a separar a fase rica no coproduto glicerol, o qual é enviado para a unidade de recuperação de glicerol. A corrente de metil-éster, que ainda possui traços de metanol e óleo, alimenta um segundo reator, também do tipo CSTR a uma temperatura de 60 °C, juntamente com uma corrente de 1,78% (m/m) de metóxido de sódio em metanol. Novamente o volume do reator é calculado de maneira que o tempo de residência seja igual a 1 hora de maneira que a conversão seja 90%.

A mistura de metil-ésteres, glicerol, reagentes que não reagiram e catalisador da saída do segundo reator também alimentam uma centrifuga

contínua. A fase rica em glicerol é enviada para a unidade de recuperação de glicerol, enquanto que a corrente de metil-éster impuro é enviada para a seção de purificação.

8.2. Purificação do Biodiesel

A corrente de saída da centrifuga rica em metil-ésteres é lavada com água a um pH 4,5 para neutralizar o catalisador e converter quaisquer sabões em ácidos graxos livres, reduzindo assim a tendência de espumação. Outra centrifugação é então aplicada para separar o biodiesel da fase aquosa. Este último é então enviado para a unidade de recuperação de glicerol.

A corrente resultante de biodiesel, pode conter certo percentual de água acima das especificações do mercado brasileiro. A água é removida em um secador a vácuo, de um valor inicial de aproximadamente 2,5% para cerca de 0,045%.

8.3. Recuperação da Glicerina e Purificação

No processo, as correntes impuras de glicerol resultantes da transesterificação nos reatores e a água resultante da lavagem do biodiesel são misturadas em um tanque. A mistura é tratada com ácido hidrocloreto para converter os sabões em ácidos graxos livres, permitindo assim uma remoção por centrifugação. A corrente de glicerol é neutralizada com soda cáustica. Metanol é recuperado dessa corrente por destilação e é reciclado no processo. Finalmente, a corrente de glicerol é destilada para reduzir a quantidade de água. Neste ponto, a concentração de glicerol é de 80% em água, adequado para venda no mercado de glicerina.

8.4. Entradas e Saídas do processo

Segundo Haas et al., o processo está definido para as seguintes entradas e saídas capazes de gerar ou consumir caixa:

Tabela 8-3 – Definição das entradas do processo de produção do biodiesel

Entradas	Consumo Anual
Óleo Vegetal (kg)	33.634.606
Metanol (kg)	3.366.545
Metóxido de Sódio (kg)	420.478
Ácido Clorídrico (kg)	239.949
Hidróxido de Sódio (kg)	167.375
Água (kg)	1.124.000

Fonte: Haas et al

Tabela 8-4 - Definição das saídas do processo de produção do biodiesel

Saídas	Geração Annual
Biodiesel (kg)	33.728.019
Glicerina 80% (kg)	3.006.148

Fonte: Haas et al

Vale frisar que foram consideradas as entradas e saídas do processo capazes de gerar caixa, e desconsideradas as incapazes, como por exemplo a saída de água e ácidos graxos livres, que não possuem valor comercial.

9. Localização

9.1. Critérios de Escolha Adotados

Este capítulo apresentará as justificativas para a escolha do estado para a implantação da usina de biodiesel. Os dois principais critérios utilizados, carga tributária e custos logísticos, serão descritos a seguir, enquanto uma avaliação pormenorizada do estado escolhido será feita na sequência.

Vale ressaltar que não foi apurada a diferença de alguns custos entre os estados brasileiros. Entre eles, vale destacar o custo do terreno onde a fábrica seria implantada e o custo de mão de obra, bem como os encargos tributários cobrados sobre estes itens. Embora muito provavelmente sejam diferentes para cada estado, são custos de menor importância quando comparados ao valor do investimento inicial feito e dos custos de produção.

9.1.1. **Carga Tributária**

Os impostos incidentes sobre a produção de biodiesel são: o PIS/PASEP (Programa de Integração Social e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público), o COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social), o IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) e o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços).

Em primeiro lugar, os três primeiros impostos citados não interferiram na escolha do estado ao qual será aplicado o investimento, uma vez que estes encargos são iguais em todas as regiões do território nacional. Para o PIS, o valor cobrado é de R\$ 26,41 por metro cúbico de biodiesel B100, enquanto o COFINS é de R\$ 121,59 por metro cúbico. Ambos os impostos estão sujeitos aos coeficientes de redução previstos pelo Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, cujo texto foi alterado pela última vez através do Decreto nº 7.768, de 27 de junho de 2012. Para o IPI, o valor cobrado é R\$ 0,00.

O ICMS, por sua vez, possui ampla variação de estado para estado. A alíquota máxima cobrada pelos estados, autorizada pelo CONVÊNIO ICMS 113/06, publicado no Diário Oficial da União em 11/10/2006, é de 12%. Embora o valor deste encargo seja definido pela união, cada estado possui liberdade de escolha sobre a alíquota cobrada, a grande maioria dos estados adota o mesmo valor, de 12%. Vale ressaltar que o ICMS interestadual, cobrado entre a circulação interestadual, é de 4%.

À exceção destes estados, o estado do Mato Grosso se destaca no quesito tributário. O estado cobra do biodiesel uma alíquota de ICMS de 4% para as

usinas, sendo que aquelas que dobrarem a produção obtida em julho de 2012 pagam apenas 3%. Essa vantagem ocorre mesmo nos casos em que o produto seja exportado para outro estado nacional, pagando um ICMS Interestual de 4% sobre o valor da mercadoria.

9.1.2. Custos Logísticos

A fim de se estimar os custos de transporte, foram feitas cotações do frete pago para a importação de óleo de palma oriundo da Indonésia, e do transporte de óleo de soja matogrossense, os insumos que mais contribuem para o custo final da mercadoria, ambos para o estado de São Paulo. Também foram feitas cotações para o transporte de biodiesel e óleo de soja entre alguns estados. Os valores obtidos variaram muito entre si, variando até 400% entre as transportadoras para os mesmos trajetos.

Em primeiro lugar, as estimativas indicaram não haver diferença significativa entre o frete pago no transporte do biodiesel e no transporte de óleo de soja e de palma. Por esse motivo, tanto a proximidade dos mercados produtores quanto a proximidade dos mercados consumidores passaram a ser itens de igual importância no critério de decisão.

Ainda, o valor do frete médio obtido entre a cidade de São Paulo e de Campo Grande, distantes aproximadamente 1500 km entre si, foi de R\$ 0,07 / Kg de biodiesel transportado. Já o frete cobrado na importação do Óleo de Palma oriundo da Indonésia para a capital paulista foi de R\$ 0,10 / Kg. Estes valores altos mostram a necessidade de ter uma produção próxima tanto da região produtora de matéria-prima, quanto do mercado de destino.

Neste relatório, priorizaram-se regiões produtoras de óleo de soja e de óleo de palma como destino da planta, devido a possibilidade de comercializar o B100 produzido com mais de uma região consumidora, sem elevar demais o custo com a logística do produto. Ou seja, os estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Goiás e Paraná, os 4 maiores produtores nacionais de grãos e óleo de soja em 2011, passaram a ser considerados possíveis destinos para a planta escolhida.

9.2. Escolha do Estado Produtor

Pelos dois principais critérios utilizados, a região escolhida para a instalação da planta de biodiesel foi o estado do Mato Grosso. Em primeiro lugar, o estado possui um forte incentivo fiscal para a produção de biodiesel, com alíquota de ICMS de 4% sobre o valor da mercadoria. Além disso, o estado é o maior produtor nacional de soja e óleo de soja. Desta maneira, no atual cenário econômico, foi o estado que apresentou mais vantagens para a produção deste biocombustível.

10. Levantamento de Informações

10.1. Cálculo do Investimento Inicial

Neste tópico será definido o investimento inicial do projeto, ou seja, o quanto será investido para implementar uma usina de biodiesel. Futuramente serão comparados o valor deste investimento inicial ao valor da empresa. Isso definirá se o projeto é ou não economicamente viável.

O custo de instalação fabril foi calculado tendo como base os equipamentos do fluxograma de processo da Figura 4, e está descrito no Anexo C. O custo foi calculado a partir do custo descrito por Haas et al no ano de 2006 e trazido a valores atuais pelo uso do CEPCI.

Para o projeto em questão, o valor total do investimento é de R\$ 33.067.282,00.

10.2. Cálculo dos Custos de Manufatura

Os custos operacionais foram estimados tendo como base dados disponibilizados pelas empresas Oxiteno e Dupont, e o levantamento feito por Haas para os custos anuais de operação de uma usina de biodiesel.

Os custos de manufatura incluem os gastos com óleo vegetal. No entanto, o preço do óleo será simulado por Monte Carlo. Dessa forma o custo do óleo vegetal foi excluído do cálculo de custo de manufatura.

O resultado obtido foi de R\$ 6.955.062,00. Este valor já apresenta a receita com a venda da glicerina produzida como co-produto.

Os valores usados para o cálculo dos custos de manufatura encontram-se no Anexo D.

10.3. Cálculo dos Preços a Serem Simulados

A Simulação de Monte Carlo será realizada para os principais fatores impactantes na rentabilidade do projeto: O preço de venda do biodiesel e o preço de compra do óleo vegetal.

10.3.1. Preço do Biodiesel

O preço do biodiesel foi calculado através de uma média dos preços médios dos leilões de biodiesel gerenciados pela agência reguladora da compra e venda do biodiesel no Brasil, a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). A simulação de Monte Carlo requer também o cálculo do desvio padrão da amostra em relação à média.

De acordo com os preços históricos do biodiesel descritos no Anexo E, calculou-se um preço médio de R\$ 2,25/litro e um desvio padrão de R\$ 0,17/litro.

10.3.2. Preço do Óleo de Soja

O preço do óleo de soja foi calculado através da média dos preços fornecidos pelo Bloomberg. Também foi calculado o desvio padrão dessa amostra que se encontra no Anexo E. Os valores encontrados foram de R\$ 1,91/litro para a média e 0,09 R\$/litro para o desvio padrão.

10.3.3. Preço do Óleo de Palma

O preço do óleo de palma foi calculado através da média dos preços fornecidos pelo Bloomberg. Também foi calculado o desvio padrão dessa amostra que se encontra no Anexo E. Os valores encontrados foram de R\$ 1,66/litro para a média e 0,14 R\$/litro para o desvio padrão.

10.4. Taxa de Desconto

A taxa de desconto, já apresentada anteriormente, será o custo de oportunidade do projeto, ou seja, a taxa mínima de retorno esperada para que o projeto seja viável do ponto de vista econômico.

Costuma-se igualar a taxa de desconto de um investimento ao valor da taxa de juros livre de risco. Embora os títulos da dívida pública brasileira emitidos pelo governo federal apresentem risco de moratória, eles são considerados como ativos livres de riscos. Portanto, a taxa de desconto do projeto em questão será igual à taxa pré-fixada para títulos emitidos pelo governo brasileiro com mesmo prazo de vencimento do período analisado pelo investidor.

No Brasil, a rentabilidade dos títulos é pré-fixada pela taxa básica de juros, a SELIC. A taxa selic-meta foi fixada pelo COPOM em 8% a.a.. Portanto este será o valor utilizado para a taxa de desconto do projeto.

11. Aplicação do Modelo

11.1. Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa foi esquematizado em uma planilha em Microsoft Excel. Nele, foram organizadas receitas e despesas, bem como os encargos tributários pagos ao governo brasileiro num horizonte de dez anos. Este período é o período escolhido para a depreciação total do capital investido na produção de biodiesel.

Dentro da estrutura do fluxo de caixa construído, organizou-se sua estrutura da seguinte forma:

- Receitas: Entrada de caixa devido à venda de produtos (Biodiesel + Glicerina)

- Despesas: Saídas de caixa devido à compra de matéria primas e insumos, utilidades, mão de obra, suprimentos, despesas gerais e depreciação do capital investido. As principais despesas do projeto são com a compra de matéria prima, principalmente o óleo vegetal.

- Encargos tributários: Encargos cobrados pelo governo brasileiro sobre a produção: PIS, COFINS, IPI e ICMS.

- Imposto de renda: Alíquota cobrada sobre o lucro da empresa.

Tendo definido as entradas e saídas de caixa, podemos fazer o seguinte equacionamento para o fluxo de caixa:

Lucro bruto = receitas – despesas

LAIR = lucro bruto – encargos tributários

Lucro líquido = LAIR – Imposto de Renda

Um exemplo de fluxo de caixa gerado pela simulação de Monte Carlo para cada óleo vegetal com o valor médio dos preços do biodiesel e do óleo encontra-se no Anexo F.

11.2. Simulação de Monte Carlo

Utilizando-se a mesma planilha em Microsoft Excel que foi utilizada para o cálculo dos fluxos de caixa descontados, necessários para se obter o VE, foram geradas 10 mil simulações. Dessa forma, serão obtidos 10 mil valores para o VE para realizar análises mais criteriosas com relação à viabilidade econômica. As simulações foram geradas utilizando-se um algoritmo em Visual Basic.

11.2.1. Óleo de Soja

O Gráfico 7 – Frequência dos Valores da Empresa obtidos na Simulação Gráfico 7 apresenta a frequência dos dados gerados pela simulação em intervalos de R\$ 2,5 milhões para o VPL.

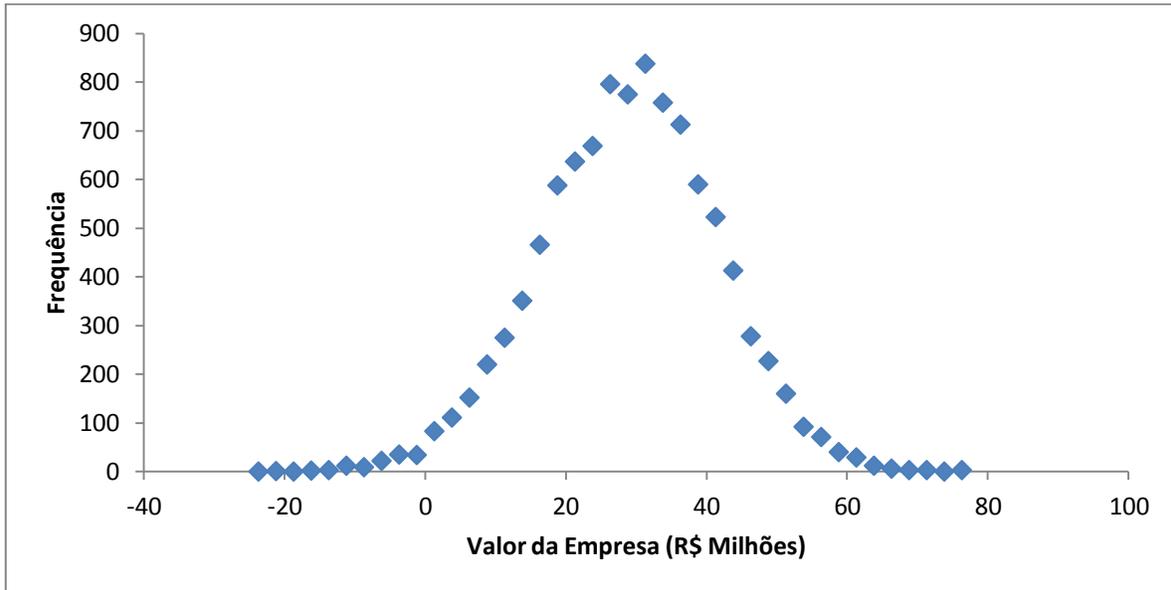


Gráfico 7 – Frequência dos Valores da Empresa obtidos na Simulação

Fonte: Elaborado pelo Autor

A média dos valores gerados para VPL foi de R\$ 28.903.576,51 e o desvio padrão de R\$ 12.473.368,64.

A viabilidade econômica ocorre quando o valor da empresa calculado é maior que o investimento inicial do projeto, ou seja, maior que R\$ 33.067.281,59. Tal fato ocorreu em 37,4% dos casos estudados, como pode ser notado no Gráfico 8. Note que área a esquerda do eixo vertical é a área de inviabilidade e a área a direita é a área de viabilidade.

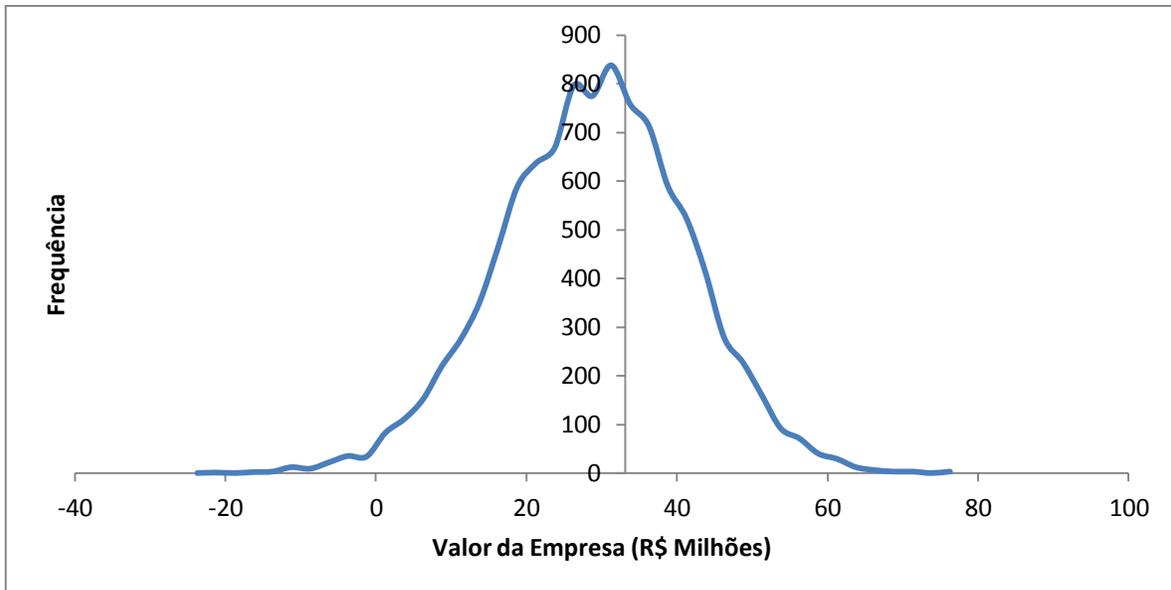


Gráfico 8 – Área de Viabilidade Econômica

Fonte: Elaborado pelo Autor

Sendo assim, com base nos dados utilizados e nos valores obtidos nas simulações, o projeto se mostrou viável em 37,4% dos casos. Ou seja, há um risco de 62,6% de o projeto falhar e se provar economicamente inviável.

11.2.2. Óleo de Palma

O Gráfico 9 apresenta a frequência dos dados gerados pela simulação em intervalos de R\$ 2,5 milhões para o VPL.

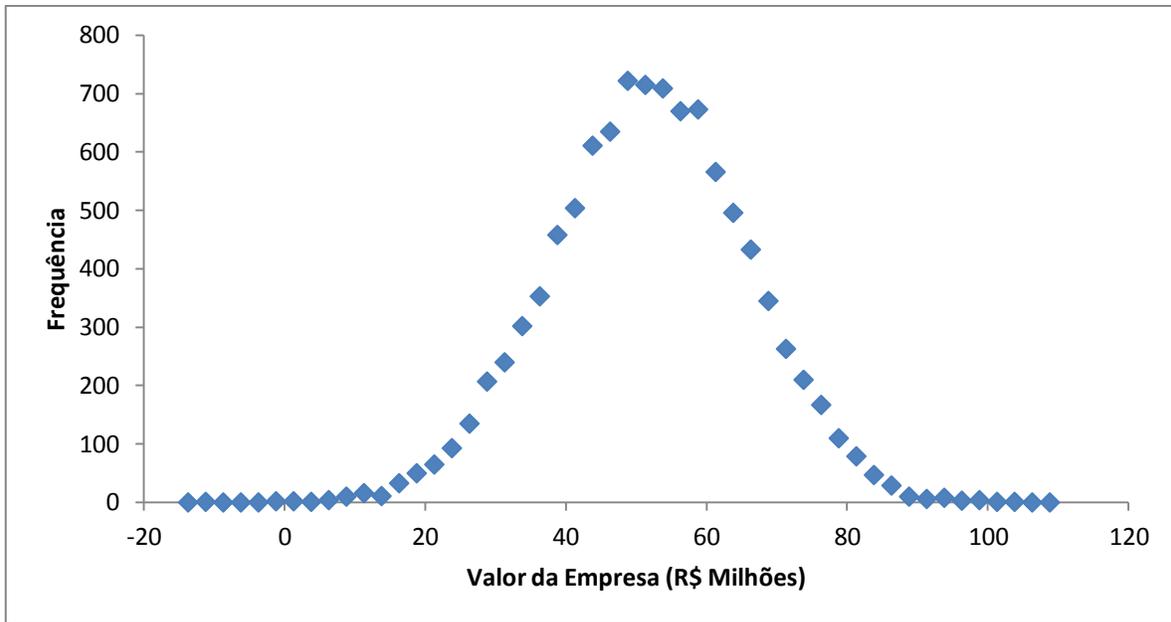


Gráfico 9 - Frequência dos Valores da Empresa obtidos na Simulação

Fonte: Elaborado pelo Autor

A média dos valores gerados para VPL foi de R\$ 51.761.335,35 e o desvio padrão de R\$ 13.937.322,08.

A viabilidade econômica ocorre quando o valor da empresa calculado é maior que o investimento inicial do projeto, ou seja, maior que R\$ 33.067.281,59. Tal fato ocorreu em 90,7% dos casos estudados, como pode ser notado no Gráfico 10. Note que área a esquerda do eixo vertical é a área de inviabilidade e a área a direita é a área de viabilidade

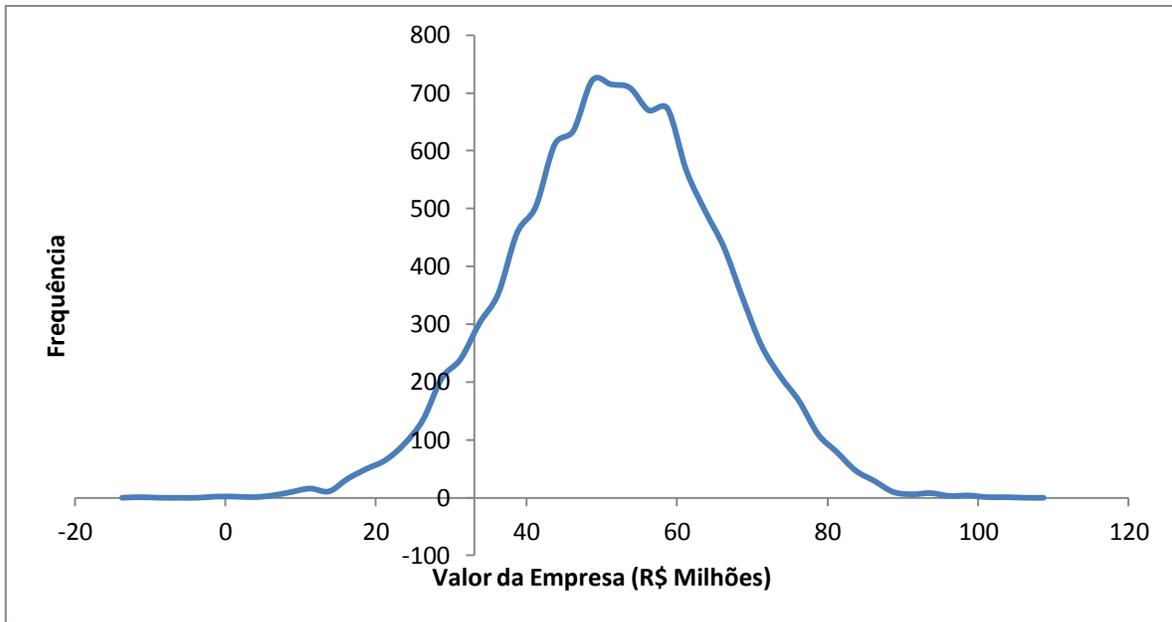


Gráfico 10 - Área de Viabilidade Econômica

Fonte: Elaborado pelo Autor

Sendo assim, com base nos dados utilizados e nos valores obtidos nas simulações, o projeto se mostrou viável em 90,7% dos casos. Ou seja, há um risco de 9,3% de o projeto falhar e se provar economicamente inviável.

12. Conclusão

A partir dos resultados obtidos e das considerações realizadas, pode-se apresentar conclusões sobre a viabilidade econômica do projeto considerando as diferentes matérias primas com as quais trabalhou-se.

Ao utilizar o óleo de soja como fonte de biodiesel, a produção de biodiesel pode ser considerada inviável economicamente. Isto porque, a partir das simulações feitas, a probabilidade de fracasso foi demasiadamente alta, da ordem de 62,6%. Ou seja, considerando as variações históricas dos elementos mais significantes que compuseram a simulação, a probabilidade de o projeto não atingir o retorno financeiro desejado em 10 anos é de 62,6%.

Pode ser considerado como fator decisivo para a inviabilidade do projeto a recente alta do preço do grão de soja no mercado nacional neste ano. A elevação dos preços desta commodity, de 13,2% entre junho de 2012 e junho de 2011, e de 51,5% entre junho de 2012 e junho de 2010, aliada ao fato de que este insumo corresponde por si só a mais de 90% custo de produção total do biodiesel, tornaram o projeto menos rentável economicamente.

Já a utilização do óleo de palma oriundo da produção agrícola familiar apresenta resultados muito mais otimistas. A probabilidade de fracasso obtida no projeto utilizando esta oleaginosa como principal insumo foi de 9,3%. De fato, o projeto só não se tornaria rentável em condições adversas, como uma alta do preço do óleo de palma concomitante a uma diminuição do preço do biodiesel. Ou seja, de modo geral a produção de biodiesel através do óleo de palma foi um projeto que se mostrou-se viável economicamente.

Vale ressaltar que os resultados das simulações feitas poderiam ter sido diferentes caso variáveis governamentais fossem levadas em conta. Como foi visto no capítulo 5.7 - Legislação, o mercado brasileiro de biodiesel tem contado com o suporte governamental para garantir a rentabilidade dos produtores deste segmento. Isto é, quando este passa por um período de dificuldades, a tendência é que a regulação governamental entre em ação, seja através da diminuição dos

impostos incidentes sobre a produção, bem como de preços do biodiesel, de modo a garantir a rentabilidade do mercado.

Desta forma, se fosse possível prever com exatidão a influência do governo brasileiro no mercado de biodiesel nos períodos de crise, a probabilidade de sucesso da produção deste biocombustível, advindo tanto do óleo de soja quanto do óleo de palma, seria maior. Em especial para o combustível feito através de óleo de soja, o qual por ser o principal insumo utilizado na fabricação do biodiesel, é dotado de maior influência sobre este mercado, a tendência é o que os resultados fossem ainda melhores que os obtidos nesse estudo, talvez garantindo, de fato, a viabilidade da produção.

Por fim, a viabilidade econômica do óleo de mamona como insumo para a produção de biodiesel esbarrou em quesitos técnicos para ser levada adiante. O fato de o biodiesel obtido através do fruto da mamoneira apresentar viscosidade cinemática duas ordens de grandeza acima do biocombustível produzido através de outras fontes representa um risco à durabilidade dos motores a diesel, caso seja aplicado integralmente na mistura B05. Uma vez evidenciada esta não conformidade técnica do produto oriundo do óleo de mamoneira, o estudo da viabilidade econômica planta de biodiesel utilizando este insumo foi descartado. Legislação

13. Referências Bibliográficas

Agência Nacional do Petróleo. Disponível em www.anp.gov.br , Acesso entre 20 jul. 2012 e 05 ago. 2012.

Aspectos Econômicos da Mamona. BiodieselBr.com
Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/mamona/mamona-economia.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

DIAS, Guilherme Leite da Silva. UM DESAFIO NOVO: O BIODIESEL. Estud. av., São Paulo, v. 21, n. 59, Apr. 2007 .

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A.; BIODIESEL DE SOJA: TAXA DE CONVERSÃO EM ÉSTERES ETÍLICOS, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CONSUMO EM GERADOR DE ENERGIA. Quím. Nova, São Paulo, v. 28, n. 1, Feb. 2005 .

GERIS, Regina et al . BIODIESEL DE SOJA: REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO PARA AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA. Quím. Nova, São Paulo, v. 30, n. 5, Oct. 2007 .

GITMAN, Lawrence J. Princípios de Administração Financeira. 7. ed. Hbra, 2002.

HAAS, M. J.; MCALOON A. J.; YEE, W. C.; FOGLIA, T. A.; A PROCESS MODEL TO ESTIMATE BIODIESEL PRODUCTION COSTS; Biosource Technology, 2006, 671-678.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Disponível em www.ibge.gov.br, Acessos feitos entre 20 jul. 2012 e 05 ago. 2012.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P.; THE The Biodiesel Handobook, Edgard Blucher, 2006.

LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B.; SILVA, C. C. M.; SANTOS; L. S. S.; MOURA, E. M.; MOURA, C. V. R.; BIODIESEL DE BABAÇU (*Orbignya sp.*) OBTIDO POR VIA ETANÓLICA; *Quim. Nova*, Vol. 28, No. 1, 19-23, 2005

Mamona – A planta. BiodieselBr.com.

Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/mamona/informacoes-gerais.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

NETO, P. R. C.; ROSSI, L, F, S.; PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL ALTERNATIVO AO ÓLEO DIESEL ATRAVÉS DA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA USADO EM FRITURAS; *Quim. Nova*, Vol. 23, No. 4, 531-537, 2000

PARENTE, E. J. de S. et al. BIODIESEL: UMA AVENTURA TECNOLÓGICA NUM PAIS ENGRAÇADO. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68p.

RESOLUÇÃO ANP Nº 4, DE 2.2.2010 - DOU 3.2.2010 – RETIFICADA DOU 22.2.2010. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Fev. 2010. Disponível em:
<[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2010/fevereiro/ranp%204%20-%202010.xml?f=templates\\$fn=document-frame.htm\\$3.0\\$q=\\$x=>](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2010/fevereiro/ranp%204%20-%202010.xml?f=templates$fn=document-frame.htm$3.0$q=$x=>)>. Acesso em: 21 nov. 2011.

SCHWAB, A. W.; BAGBY, M.O.; FREEDMAN, B.; PREPARATION AND PROPERTIES OF DIESEL FUELS FROM VEETABLES OILS. *Fuel* 66:1372-1378 (1987)

Sistema AliceWeb, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Acesso em: <aliceweb2.mdic.gov.br>. Acesso feito no dia 07 ago. 2012

SUAREZ, Paulo A. Z.; MENEGHETTI, Simoni M. Plentz. 70º ANIVERSÁRIO DO BIODIESEL EM 2007: EVOLUÇÃO HISTÓRICA E SITUAÇÃO ATUAL NO BRASIL. Quím. Nova, São Paulo, v. 30, n. 8, 2007 .

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A, L, .F; RODRIGUES, J, P.; ALVES, M. B.; BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE ÓLEOS E GORDURAS: DESAFIOS TECNOLÓGICOS PARA VIABILIZÁ-LO; Quim. Nova, Vol. 32, No. 3, 768-775, 2009

TURTON, Richard; Bailie, Richard C.; Whiting, Wallace B.; Shaeiwitz, Joseph A. - Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 3rd Edition, Pearson Education Inc. 2009.

ANEXO A - Legislação

Decreto de 23 de dezembro de 2003

Instituí a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia.

Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004

Institui o Selo Combustível Social a ser concedido a produtores de biodiesel que promovam a inclusão social da agricultura familiar e dá outras providências. Além disso, estabelece coeficientes de redução tributária dos importos PIS/PASEP e COFINS para produção advinda da agricultura familiar e da agricultura intensiva.

Decreto nº 5.298, de 06 de dezembro de 2004

Altera a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados incidente sobre o produto que menciona, o biodiesel, para 0%. Também altera o decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, definindo, para oleaginosas produzidas pela Agricultura Familiar, desoneração total e parcial de PIS/ COFINS em função da região produtora e oleaginosa: Norte, Nordeste e Semi-árido com mamona ou palma. Além disso, para oleaginosas produzidas pela Agricultura Intensiva, define desoneração parcial de PIS/COFINS em função da região Produtora e oleaginosa: Norte, Nordeste e Semi-árido, com mamona ou palma.

Decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005

Regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências. No Art. 1º autoriza a adição de 2%, em volume, de biodiesel

ao óleo diesel de origem fóssil a ser comercializado com o consumidor final, em qualquer parte do território nacional.

Decreto nº 5.457, de 06 de junho de 2005

Reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel. No Parágrafo Único do Art. 3º define que “(...) as alíquotas de Contribuição para o PIS/Pasesp e da Cofins incidentes sobre a importação e sobre a receita bruta auferida com a venda de biodiesel no mercado interno ficam reduzidas, respectivamente, para R\$ 38,89 (trinta e oito reais e oitenta e nove centavos) e R\$ 179,07 (cento e setenta e nove reais e sete centavos) por metro cúbico”.

Decreto nº 6.458, de 14 de maio de 2008

Altera o Decreto 5.294, de 6 de dezembro de 2004, em seu art 4º inciso III e em seu parágrafo III pelo qual a todo o biodiesel produzido a partir de qualquer matéria-prima da agricultura familiar do Norte, Nordeste e semi-árido será aplicado o coeficiente de redução diferenciado da PIS/PASEP e da Cofins de 100%, mantidas as demais condições estabelecidas no Decreto 5297.

Decreto nº 6.606, de 22 de outubro de 2008

Altera o Decreto 5.294, de 6 de dezembro de 2004, em seu art 3º pelo qual a todo o biodiesel produzido no Brasil passa ter o valor das alíquotas do PIS/PASEP e da Cofins estabelecidos em R\$177,95/m³ de biodiesel, mantidas as demais condições estabelecidas no Decreto 5297 e no Decreto 6.458.

Decreto nº 6.759, de 06 de fevereiro de 2009

Regulamenta a administração das atividades aduaneiras, e a fiscalização, o controle e a tributação das operações de comércio exterior. A importação de biodiesel deve ser efetuada exclusivamente por pessoas jurídicas constituídas na forma de sociedade sob as leis brasileiras, com sede e administração no País, beneficiárias de autorização ANP, e que mantenham Registro Especial na Secretaria da Receita Federal do Brasil.

Decreto nº 7.768, de 27 de junho de 2012

Altera o Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004. Com a utilização do coeficiente de redução determinado no caput, as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e sobre a receita bruta auferida com a venda de biodiesel no mercado interno ficaram reduzidas, respectivamente, para R\$ 26,41 (vinte e seis reais e quarenta e um centavos) e R\$ 121,59 (cento e vinte e um reais e cinquenta e nove centavos) por metro cúbico.

Além disso, altera os coeficientes de redução diferenciados da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS, previstos no § 1º do art. 5º da Lei nº 11.116, de 2005, os quais ficaram fixados em 0,8129, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semiárido; e 0,9135, para o biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF.

Deste maneira, com a utilização dos novos coeficientes determinados nos incisos I, II e III do caput deste artigo, as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a receita bruta auferida pelo produtor, na venda de biodiesel, ficam reduzidas para R\$ 22,48 (vinte e dois reais e quarenta e oito centavos) e R\$ 103,51 (cento e três reais e cinquenta e um centavos), respectivamente, por metro cúbico de biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semiárido; R\$ 10,39 (dez reais e trinta e nove centavos) e R\$ 47,85 (quarenta e sete reais e oitenta e cinco centavos),

respectivamente, por metro cúbico de biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF; e R\$ 0,00 (zero), por metro cúbico de biodiesel fabricado a partir de matérias-primas produzidas nas regiões norte, nordeste e semi-árido, adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF.

Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005:

Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis 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. Define as atribuições da ANP – Agência Nacional de Petróleo – no Art. 8º, conforme descrito nos parágrafos a seguir.

- Inciso I. Implementar a política nacional de petróleo e gás natural, com ênfase na garantia do suprimento de derivados de petróleo e de bicompostíveis; e a proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta de produtos.

- Inciso XVI. Regular e autorizar as atividades relacionadas à produção, importação, exportação, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda e comercialização do biodiesel, fiscalizando-as diretamente ou mediante convênios com outros órgãos da União, Estados, Distrito Federal ou Municípios.

- Inciso XVII. Especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e dos biocompostíveis.

Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005

Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre as receitas decorrentes da

venda desse produto; altera as Leis nº 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências.

Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011

Altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999, que dispõem sobre a política e a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis; o § 1º do art. 9º da Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores; as Leis nºs 10.336, de 19 de dezembro de 2001, e 12.249, de 11 de junho de 2010; o Decreto-Lei nº 509, de 20 de março de 1969, que dispõe sobre a transformação do Departamento dos Correios e Telégrafos em empresa pública; a Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios; revoga a Lei nº 7.029, de 13 de setembro de 1982; e dá outras providências.

Medida Provisória nº 532, de 28 de abril de 2011

Acresce e dá nova redação a dispositivos das Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999, que dispõem sobre a política e a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis; altera o § 1º do art. 9º da Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores; dá nova redação aos arts. 1º, 2º e 3º do Decreto-Lei nº 509, de 20 de março de 1969, que dispõe sobre a transformação do Departamento dos Correios e Telégrafos em empresa pública; altera a Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, que dispõe sobre a Organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências.

Resolução ANP nº 41, de 24 de novembro de 2004

Institui a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP – Agência Nacional de Petróleo – para o exercício da atividade de produção de biodiesel. Define o Produtor de biodiesel e suas obrigações. Produtor de biodiesel: empresa, cooperativa ou consórcio de empresas autorizado pela ANP a exercer a atividade de produção de biodiesel. Suas obrigações são: atender aos requisitos de qualidade de produtos especificados nas Resoluções da ANP; comercializar produto acompanhado de Certificado de Qualidade de acordo com a especificação brasileira para biodiesel em laboratório próprio ou terceirizado; e enviar mensalmente à ANP informações sobre movimentação de matérias-primas e de produtos.

Resolução ANP nº 42, de 24 de novembro de 2004

Estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel. Define o biodiesel B100 como “(...) combustível composto de alquil ésteres de ácidos graxos oriundos de óleos vegetais ou gorduras animais, designado B100 observando atendimento ao Regulamento Técnico ANP nº4/2004 (...)”. Além disso, estabelece que distribuidores e refinarias podem realizar a mistura do biodiesel ao óleo diesel; e estabelece a exigência da Certificação do biodiesel para comercialização em laboratório próprio ou terceirizado. Define que os produtores e importadores de biodiesel devem obrigatoriamente enviar com periodicidade mensal à ANP resultados de ensaios de qualidade, volumes comercializados e matérias-primas utilizadas e, trimestralmente, enviar dados das análises específicas referenciadas.

Resolução ANP nº 31, de 04 de novembro de 2005

Regula a realização de leilões públicos para a aquisição de biodiesel.

Resolução ANP nº 2, de 12 de janeiro de 2011

Estabelece a especificação de óleo diesel B6 a B20 para uso experimental em frotas cativas ou em equipamento industrial específico. Ainda, estabelece a obrigação dos agentes autorizados ao uso deste combustível a analisar o produto a ser utilizado e a enviar mensalmente à ANP os resultados das características presentes, tabeladas posteriormente também em resolução. Para as entidades citadas acima, é estabelecida a necessidade de laudo de caracterização do biodiesel a ser usado puro ou misturado com óleo diesel e, para o caso de misturas com teores de 6% a 20% de biodiesel, laudo da mistura, de acordo com especificação estabelecida em regulamentação vigente, com a assinatura do responsável técnico e sua inscrição no órgão competente.

Resolução ANP nº 7, de 09 de fevereiro de 2011

Estabelece normas para a distribuição de combustíveis no mercado nacional.

Resolução ANP nº 8, de 09 de fevereiro de 2011

Altera as normas estabelecidas pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), regulamentado pela Resolução ANP nº 29, de 26 de outubro de 2006.

Resolução ANP nº 39, de 04 de agosto de 2011

Altera o inciso VI do art. 6º da Resolução ANP nº 8, de 6 de março de 2007. O inciso em questão trata da comprovação do Certificado de Registro Cadastral (CRC), emitido mediante atendimento aos níveis I, II e III, perante o Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores (SICAF), constando todos os documentos no prazo de validade, da matriz e da(s) filial(is) relacionada(s) com a atividade de TRR.

Resolução ANP nº 42, de 18 de agosto de 2011

Estabelece os requisitos necessários à concessão de autorizações de construção e de operação de instalação de combustíveis líquidos automotivos, incluindo o biodiesel, bem como combustíveis de aviação, solventes, óleos lubrificantes básicos e acabados, gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo combustível, querosene iluminante e asfaltos a serem outorgadas a distribuidor, a transportador-revendedor-retalhista (TRR), a produtor de óleos lubrificantes acabados, a coletor de óleo lubrificante usado ou contaminado e a rerrefinador de óleo lubrificante usado ou contaminado, bem como à alteração de titularidade da autorização e à homologação de contratos de cessão de espaço.

Resolução ANP nº 14, de 11 de maio de 2012

Estabelece a especificação do biodiesel contida no Regulamento Técnico ANP nº 4/2012 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.

ANEXO B – Exportações brasileiras da NCM 1520.00.10 - glicerol bruto

País	2012 (até Junho)			2011			2010			2009		
	US\$	Kg Líquido	US\$/kg	US\$	Kg Líquido	US\$/kg	US\$	Kg Líquido	US\$/kg	US\$	Kg Líquido	US\$/kg
CHINA	18.100.629	70.797.062	0,26	35.777.858	136.271.049	0,26	18.606.394	119.243.989	0,16	10.489.351	88.616.971	0,12
UCRANIA	234.513	1.051.630	0,22	290.382	1.153.170	0,25	0	0	0	0	0	0
HOLANDA	155.096	529.880	0,29	0	0	0	0	0	0	570.956	4.625.000	0,12
MALASIA	156.486	521.330	0,3	590.865	3.060.001	0,19	835.820	4.000.000	0,21	110.976	1.008.880	0,11
ESTADOS UNIDOS	43.295	239.460	0,18	1.583.911	4.125.460	0,38	1.884.000	9.600.000	0,2	381.085	3.305.944	0,12
PARAGUAI	127.688	166.066	0,77	173.002	156.620	1,1	86	44	1,95	96	68	1,41
ARGENTINA	3.822	25.478	0,15	66.819	127.536	0,52	21.562	77.565	0,28	24.145	75.895	0,32
BELGICA	2.486	6.683	0,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORTUGAL	130	10	13	72	5	14,4	114	31	3,68	0	0	0
ANGOLA	54	2	27	60	0	0	0	0	0	78	11	7,09
ALEMANHA	0	0	0	897.524	3.902.839	0,23	826.025	5.485.000	0,15	270.816	2.169.450	0,12
BOLIVIA	0	0	0	749.165	2.811.458	0,27	509.320	2.412.098	0,21	0	0	0
CHILE	0	0	0	984.861	1.942.740	0,51	0	0	0	0	0	0
COREIA DO NORTE	0	0	0	286.955	890.520	0,32	0	0	0	0	0	0
COREIA DO SUL	0	0	0	222.647	678.083	0,33	0	0	0	0	0	0
EMIRADOS ARABES UNIDOS	0	0	0	137.532	511.270	0,27	46.805	270.120	0,17	0	0	0
FILIPINAS	0	0	0	97.502	210.580	0,46	9.329	49.580	0,19	0	0	0
GUINE EQUATORIAL	0	0	0	37.939	96.440	0,39	0	0	0	40.000	80.000	0,5
HONG KONG	0	0	0	1.850	2.500	0,74	9.448	10.749	0,88	6.178	5.999	1,03
INDIA	0	0	0	1.568	585	2,68	1	10	0,1	1.200	1.500	0,8
INDONESIA	0	0	0	17	2	8,5	0	0	0	0	0	0
IRA	0	0	0	0	0	0	59.983	315.720	0,19	0	0	0

ITALIA	0	0	0	0	0	0	2.660	19.000	0,14	0	0	0
MACAU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	989	121	8,17
MEXICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35.798	247.960	0,14
PERU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141.346	1.029.490	0,14
TOTAL	18.824.204	73.337.601	0,26	41.900.529	155.940.858	0,27	22.811.547	141.483.906	0,16	12.073.014	101.167.289	0,12

ANEXO C – Estimativa de Custos de Construção Fabril

ITEM	Custo (US\$) (2003)	Custo (R\$) (2011)
Instalações de Armazenamento		
Tanque de Estocagem de Óleo	506.000	1.474.449
Tanque de Estocagem de Biodiesel	447.000	1.302.527
Tanque de Estocagem de Glicerol Cru	22.000	64.106
Estações de Carregamento/Descarregamento	50.000	145.697
Bombas para fins de Estocagem (5)	22.000	64.106
Subtotal Instalações para Armazenamento	1.047.000	3.050.885
Equipamentos de Processo		
Tanques de Estocagem de Metanol	24.000	69.934
Tanque de Metóxido de Sódio	25.000	72.848
Mistura Metanol/Catalisador	7.000	20.398
Reator #1 Pré-Aquecedor	3.000	8.742
Reator #1	70.000	203.975
Separador de Glicerol do Biodiesel #1	311.000	906.232
Reator #2 Pré-Aquecedor	9.000	26.225
Reator #2	61.000	177.750
Separador de Glicerol do Biodiesel #2	315.000	917.888
Misturador Biodiesel/HCl	7.000	20.398
Tanque de Lavagem de Biodiesel	35.000	101.988
Água de Lavagem do Biodiesel - Separador	328.000	955.769
Remoção da Água do Biodiesel Final - Pré-Aquecedor	9.000	26.225
Remoção da Água do Biodiesel Final - Aquecedor	2.000	5.828
Remoção da Água do Biodiesel Final - Tanque Flash	15.000	43.709
Remoção da Água do Biodiesel Final - Sistema de Vácuo	75.000	218.545
Tanque de Glicerol/Metanol	6.000	17.484
Torre de Destilação de Metanol - Pré-Aquecedor	4.000	11.656
Torre de Destilação de Metanol	95.000	276.823
Refervedor de Destilação	5.000	14.570
Condensador de Destilação	13.000	37.881
Separador Glicerol/Ácidos Graxos	174.000	507.024
Tanque de Armazenamento de Ácidos Graxos	10.000	29.139
Alimentador de NaOH para Mistura	5.000	14.570
Tanque de Mistura Glicerol/NaOH	6.000	17.484
Torre de Destilação de Glicerol	16.000	46.623
Refervedor para Destilação de Glicerol	26.000	75.762
Condensador para Destilação de Glicerol	2.000	5.828

Pós-Condensador para Destilação de Glicerol	13.000	37.881
Bombas (12)	62.000	180.664
Equipamentos Adicionais de Processo	433.000	1.261.732
Subtotal Processo	2.166.000	6.311.573
Equipamentos Utilidades		
Sistema de Torre de Resfriamento	174.000	507.024
Sistema de Regeneração de Vapor	104.000	303.049
Sistema de Instrumentação de Ar	25.000	72.848
Sistema de Distribuição Elétrica	100.000	291.393
Subtotal de Equipamentos e Utilidades	403.000	1.174.314
Total de Custos de Equipamentos	3.616.000	10.536.772
Outros Custos		
Instalação (200% do Custo de Equipamentos)	7.232.000	21.073.544
Ramais de Escoamento e Otimizações Diversas	500.000	1.456.965
Total Outros Custos	7.732.000	22.530.509
Custos Totais	11.348.000	33.067.282

Fonte: HAAS, Michael; MCALOON, Andrew; YEE, Winnie; FOGLIA, Thomas. A process model to estimate biodiesel production costs. Bioresource Technology, v. 97, 2006 .

ANEXO D – Custos de Manufatura

Descrição	Consumo Anual	Custo (R\$/Ano)	Custo Unitário (R\$/unidade)	Fonte
Metanol (kg)	3.366.545	3.736.865	1,11	AliceWeb
Metóxido de Sódio (kg)	420.478	430.990	1,03	Dupont
Ácido Clorídrico (kg)	239.949	57.588	0,24	Icis Pricing
Hidróxido de Sódio (kg)	167.375	147.290	0,88	Icis Pricing
Água (m ³)	1.124	4.195	3,73	Oxiteno
Subtotal Matérias Primas		4.376.928		
<i>Utilidades</i>				
Gás Natural (m ³)	1.897	904	0,48	Oxiteno
Tratamento de Água Efluente		100.000	100.000	Oxiteno
Eletricidade (kWh)	1.008.000	126.462	0,13	Oxiteno
Subtotal Utilidades		227.366		
<i>Mão-De-Obra</i>				
Operação		162.000	1.000,00	Oxiteno
Manutenção		60.000	5.000,00	Oxiteno
Supervisão		216.000	4.000,00	Oxiteno
Benefícios Extras		86.400	600,00	Oxiteno
Subtotal Mão de Obra		524.400		
<i>Suprimentos</i>				
Suprimentos Operacionais		32.400		Oxiteno
Suprimentos Manutenção		330.673		Oxiteno
Subtotal Suprimentos		363.073		
<i>Despesas Gerais</i>				
Geral e Administração		120.000	120.000,00	Oxiteno
Impostos sobre Propriedade		20.000	20.000,00	Oxiteno
Subtotal Despesas Gerais		140.000		
<i>Depreciação</i>				
@10% capital cost/year		3.306.728		
Subtotal Depreciação		3.306.728		
Subtotal Custos Operacionais		8.938.494		
<i>Crédito Coproduto</i>				
80% Glicerol (kg)	3.894.826	2.025.310	0,52	
Custos Operacionais Brutos		6.913.185		

ANEXO E – Preços Históricos

Biodiesel *	
Data	R\$/m ³
jan-11	2.296,76
fev-11	2.296,76
mar-11	2.296,76
abr-11	2.046,21
mai-11	2.046,21
jun-11	2.046,21
jul-11	2.207,61
ago-11	2.207,61
set-11	2.207,61
out-11	2.305,41
nov-11	2.305,41
dez-11	2.305,41
jan-12	2.332,79
fev-12	2.332,79
mar-12	2.332,79
abr-12	2.043,03
mai-12	2.043,03
jun-12	2.043,03
jul-12	2.552,30
ago-12	2.552,30
set-12	2.552,30

Óleo de Soja **	
Data	R\$/ton
jan-11	2.103,67
fev-11	2.115,41
mar-11	2.065,11
abr-11	2.036,81
mai-11	2.024,49
jun-11	1.984,00
jul-11	1.942,17
ago-11	1.955,12
set-11	2.118,62
out-11	2.005,41
nov-11	1.983,92
dez-11	2.019,80
jan-12	2.027,75
fev-12	2.012,37
mar-12	2.142,00
abr-12	2.280,69
mai-12	2.239,02
jun-12	2.248,04

Óleo de Palma **	
Data	R\$/ton
jan-11	2.072,60
fev-11	2.082,39
mar-11	1.894,49
abr-11	1.789,44
mai-11	1.843,54
jun-11	1.707,61
jul-11	1.616,11
ago-11	1.671,48
set-11	1.729,82
out-11	1.627,51
nov-11	1.748,77
dez-11	1.774,48
jan-12	1.828,47
fev-12	1.801,66
mar-12	1.979,47
abr-12	2.141,67
mai-12	2.034,85
jun-12	1.899,57

Fonte: * Preço médio dos leilões da ANP

** Index Mundi

