

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Avaliação da Sustentabilidade do Biodiesel de Soja no Brasil**

**Magaly Fonseca Medrano**

**Orientador: João Nildo de Souza Vianna**

**Dissertação de Mestrado**

**Política e Gestão Ambiental**

**Brasília - DF, Novembro 2007**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.**

**Avaliação da Sustentabilidade de Biodiesel de Soja no Brasil**

Autora: Magaly Fonseca Medrano

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração de Política e Gestão Ambiental, opção acadêmica.

Aprovado por:

---

João Nildo de Souza Vianna (Doutor, CDS/UnB)  
(Orientador)

---

Carlos A. Gurgel (Doutor, Departamento de Engenharia Mecânica)  
(Examinador externo)

---

Magda Eva Soares de Faria Wehrmann (Doutora)  
(Examinador interno)

Brasília, 21 de Novembro de 2007.

**MEDRANO, MAGALY FONSECA.**

Avaliação da Sustentabilidade do Biodiesel de Soja no Brasil. 98 p. (UNB - CDS, Mestre, Política e Gestão Ambiental, 2007).

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

1 – Biodiesel de Soja

2 – Dependência Energética

3 – Agricultura e Desenvolvimento

4 – Etanol

I - UnB-CDS

II - Título (Série)

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

---

Magaly Fonseca Medrano

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Jeová meu Deus. À minha avó Carmen Aburto, aos meus pais, Amparo Medrano e Oscar Fonseca, pelo constante e infinito apoio.

A Denise Návia e seus pais, a Denise Moura e Manoel Polycarpo Neto e outros poucos que quando estive no Brasil mostraram sinceridade, carinho, compreensão e preocupação pelo meu bem estar. Aos meus amigos da Costa Rica que a pesar da distância sempre acreditaram em mim e me brindaram palavras de estímulo para não desistir quando mais precisei.

Ao Dr. João Nildo de Souza Vianna, orientador desta dissertação, que com profissionalismo, paciência e sabedoria me conduziu.

A Shirley de Souza e Dona Zuleide que a pesar das dificuldades sempre estiveram do meu lado e fizeram com que eu me sentisse em casa. Podendo encontrar uma família que me desse amor, carinho e sinceridade.

Ao Centro de Aperfeiçoamento Profissional de Estudos Superiores (CAPES) que por meio do convênio PEC-PG viabilizou a minha permanência no Brasil para poder realizar os meus estudos.

E especialmente a você Ursulene que sem o teu apoio nada disto teria sido possível.

Finalmente aos professores e funcionários do CDS/UnB pela dedicação e profissionalismo.

## RESUMO

Na atualidade a produção atual do biodiesel no Brasil está sendo sustentada principalmente pela cultura da soja via metanol. Existe uma polêmica sobre si esta produção baseada nessa cultura contribuirá para desenvolver o país de maneira sustentável, tomando em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais e estratégicos. Por outro lado, os envolvidos no setor industrial agroenergético e os definidores de políticas públicas, estão interessados em substituir o metanol por etanol proveniente da cana-de-açúcar no processo produtivo de biodiesel. As razões são várias, econômicas, estratégicas e ambientais principalmente.

Com a introdução das misturas obrigatórias no próximo ano, o país inicia uma nova fase em termos energéticos, desta maneira, o trabalho objetiva responder questões como o potencial de regionalização, logística, impactos ambientais decorrentes da produção de diversas misturas, geração de emprego e efeitos sobre a balança comercial dentre outros.

Com base na exploração de dados e informações de entidades públicas e privadas conseguiram-se gerar dados primários que junto com os dados secundários ajudaram a vislumbrar se efetivamente a produção de biodiesel de soja visa à obtenção do desenvolvimento sustentável. A análise foi feita em quatorze estados, incluindo o Distrito Federal, o motivo da escolha destes estados foi o acesso e disponibilidade regional das matérias-primas (soja e cana-de-açúcar).

Dentre os principais resultados alcançados podem-se mencionar primeiramente que basear a produção nacional de biodiesel em commodities como a soja,, geram um alto grau de instabilidade ao setor industrial de biodiesel; as possibilidades de gerar emprego e renda são mínimas; as misturas B2, B5 e B10 de soja não geram grandes benefícios ambientais em relação à quantidade de gases que são emitidos para atmosfera; o destino da glicerina decorrente dessas misturas está ainda sob análises e pesquisas e uma diminuição nas importações de diesel derivada da introdução das misturas obrigatórias geraria uma economia de divisas.

Palavras-chaves: Agroenergia, Dependência Energética, Biodiesel de Soja, Processo de Produção de Biodiesel, Cadeia Produtiva, Inclusão Social, Esmagamento, Oleaginosas, Cana-de-açúcar, Etanol, Glicerina.

## ABSTRACT

Biodiesel production in Brazil is currently being sustained mainly by soybean cultivation, mixed with methanol. There is a discussion about the possibility of this soybean-based production can contribute to develop the country in a sustainable manner, taking into account social, economic, environmental and strategic aspects. On the other hand, all those related to agroenergy activities, including public policy makers, are interested in using ethanol derived from sugar cane, instead of methanol. There are economic, strategic and environmental reasons for this. With the introduction of biodiesel blends in 2008, the country begins a new stage of its energy history. In this way, the present text seeks to answer questions about the potential for productive regionalization, logistics, environmental impacts from different blends of production, creation of job and trade balance behavior. Based on the use of data and information arising from public and private entities, it was possible to obtain and create primary data that, joined with secondary data, allowed a glimpse about how effectively soybean biodiesel production is oriented towards sustainable development. The analysis was applied in 14 states, including the Federal District. The criteria for selecting these states was access to and regional availability of raw material (soybean and sugar cane). Some of the results reached by the study indicate that commodities such as soybean are highly dependent on the international market, affecting in this way biodiesel production; the possibilities of creating jobs are minimal; B2, B5 and B10 biodiesel blends do not minimize in significant levels the quantity of gases that are emitted to the atmosphere; the fate of glycerin generated from these blends is still being studied; and a possible reduction in imports arising from the introduction of the soybean biodiesel blends will help reduce foreign currency expenditures.

**Key Words:** Agroenergy, Energetic Dependence, Soybean Biodiesel, Biodiesel Production Process, Productive Chain, Social Inclusion, Oil Extraction, Oil Plants, Sugar Cane, Ethanol, Glycerin.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS  
LISTA DE QUADROS  
LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

## INTRODUÇÃO

<b>1. AGROENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....</b>	<b>7</b>
1.1 AGRICULTURA NO BRASIL: UM OLHAR AO PASSADO.....	7
1.1.1 Revolução Agrícola.....	8
1.1.2 Políticas para Agricultura.....	10
1.2 DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA.....	12
1.3 ÁREA ALIMENTAR VRS ÁREA ENERGÉTICA.....	15
1.3.1 Soja.....	17
1.3.1.1 Produção Nacional.....	18
1.3.1.2 Produção Mundial.....	21
1.3.2 Cana-deAçúcar.....	22
1.3.2.1 Produção Nacional.....	22
1.3.2.2 Produção Mundial.....	25
1.3.3 Terras Agricultáveis e Biodiversidade.....	27
1.4 SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS NATURAIS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA.....	31
1.5 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA OS BIOCOMBUSTÍVEIS.....	36
15.1 Participação do Estado de São Paulo na definição de Políticas para a Agroenergia.....	36
<b>2. BIODIESEL DE SOJA VIA ROTA ETILICA.....</b>	<b>38</b>
2.1 O QUE É O BIODIESEL?.....	38
2.2 CADEIA PRODUTIVA DO BRASIL.....	38
2.2.1 Matérias-Primas para a Produção de Biodiesel.....	39
2.2.1.1 Soja e outras Oleaginosas.....	39
2.2.1.2 Álcool no Processo Produtivo de Biodiesel.....	41
2.2.1.3 Catalisador.....	42
2.2.2 Indústria de Oleaginosas.....	42
2.2.2.1 Preparação da Matéria-Prima.....	44
2.2.2.1.1 Limpeza/Descascamento.....	44
2.2.2.1.2 Moagem.....	44
2.2.2.1.3 Condicionamento/Laminação.....	44
2.2.2.1.4 Cozimento.....	45
2.2.2.1.5 Extrusão.....	45
2.2.2.2 Extração de Óleo.....	45
2.2.2.2.1 Extração por Solvente.....	45
2.2.2.2.2 Extração Mecânica.....	46
2.2.2.3 Refino de Óleo.....	46
2.2.2.3.1 Degomagem.....	47

2.2.2.3.2 Neutralização.....	47
2.2.2.3.3 Branqueamento.....	47
2.2.2.3.4 Desodorização.....	47
2.2.2.3.5 Winterização.....	47
2.2.3 Produção Industrial de Biodiesel.....	48
2.2.3.1 Rota Tecnológica.....	48
2.2.3.1.1 Craqueamento Catalítico.....	48
2.2.3.1.2 Transesterificação.....	48
2.2.3.2 Características do Produto Final.....	53
2.2.3.2.1 Biodiesel.....	53
2.2.3.2.2 Glicerina.....	54
2.2.4 Logística do Biodiesel.....	60
2.2.4.1 Usinas de Biodiesel.....	64
2.3 MARCO REGULATÓRIO.....	67
2.3.1 Marco Tributário Federal.....	68
2.3.1.1 Leilões de Biodiesel.....	69
2.3.1.2 Alíquotas Aplicáveis ao Biodiesel.....	72
2.3.1.3 Custo Final de Venda do Biodiesel de Soja.....	73
2.4 IMPORTAÇÃO E CONSUMO DE DIESEL.....	74
2.5 CATEGORIA E DISPÊNDIO DAS IMPORTAÇÕES.....	75
2.6 GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA.....	77
<b>3. REGIONALIZAÇÃO DO BIODIESEL DE SOJA VIA ROTA ETILICA.....</b>	<b>79</b>
3.1 PRODUÇÃO REGIONAL DE BIODIESEL DE SOJA.....	79
3.1.1 Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE).....	79
3.1.2 Soja Esmagada (CAE).....	81
3.1.3 Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE).....	82
3.1.3 Óleo de Soja para as Misturas B2, B5 e B10 em 2008.....	84
3.15 Álcool Anidro.....	91

**CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**  
**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Oferta Interna de Energia no Mundo – 2005.....	13
<b>Figura 2</b>	Matriz de Combustíveis Líquidos – 2004.....	14
<b>Figura 3</b>	Evolução da Produção de Soja no Sul x Centro Oeste.....	19
<b>Figura 4</b>	Distribuição da Produção Mundial da Soja em 2006.....	21
<b>Figura 5</b>	Distribuição da Produção Mundial de Cana-de-Açúcar em 2005.....	26
<b>Figura 6</b>	Distribuição da Produção Mundial de Etanol em 2005.....	27
<b>Figura 7</b>	Área ocupada pela Soja Vrs Biomassas do Brasil em 2006.....	29
<b>Figura 8</b>	Área ocupada pela Cana-de-açúcar Vrs Biomassas do Brasil em 2006...	30
<b>Figura 9</b>	Cadeia Produtiva do Biodiesel.....	39
<b>Figura 10</b>	Fluxograma da Extração de Óleo de Soja.....	43
<b>Figura 11</b>	Elementos que interferem no Processo Produtivo de Biodiesel.....	49
<b>Figura 12</b>	Fluxograma do Processo Produtivo de Biodiesel.....	51
<b>Figura 13</b>	Consumo e Produção de Glicerina Refinada (EUA e Europa).....	56
<b>Figura 14</b>	Produção de Glicerina Bruta a partir das misturas B2, B5 e B10 de Soja em 2008 x Produção e Consumo Nacional de Glicerina Bruta...	59
<b>Figura 15</b>	Produção de Glicerina Refinada a partir das misturas B2, B5 e B10 de Soja em 2008 x Produção e Consumo de Glicerina Refinada dos EUA e Europa.....	60
<b>Figura 16</b>	Fluxograma da Logística do Biodiesel.....	61
<b>Figura 17</b>	Usinas de Biodiesel no Brasil.....	64
<b>Figura 18</b>	Marco Regulatório do Biodiesel.....	67
<b>Figura 19</b>	Importação e Consumo de Diesel.....	74
<b>Figura 20</b>	Produção Estadual de Óleo de Soja a partir da Capacidade Atual (CAE) e Ociosa (COE) de Esmagamento Vrs Quantidade necessária de Óleo para produzir B2, B5 e B10.....	89
<b>Figura 21</b>	Produção de Álcool Anidro Estadual Vrs Álcool necessário para as misturas B2, B5 e B10 em 2008.....	92

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Distribuição do Consumo de Diesel.....	15
<b>Quadro 2</b>	Evolução da Área plantada, produção e produtividade da Soja.....	18
<b>Quadro 3</b>	Produção Regional e Estadual de Soja.....	20
<b>Quadro 4</b>	Área Plantada, Colhida e Produtividade da Cana-de-açúcar.....	23
<b>Quadro 5</b>	Produção e Destinação da Cana-de-açúcar.....	24
<b>Quadro 6</b>	Distribuição da Área Ocupada de acordo com o Tipo de Atividade	28
<b>Quadro 7</b>	Dimensões da Sustentabilidade.....	32
<b>Quadro 8</b>	Informações Técnicas de Oleaginosas.....	40
<b>Quadro 9</b>	Comparação entre Rota Metélica e Etélica.....	41
<b>Quadro 10</b>	Emissões de Biodiesel de Soja em Relação ao Diesel.....	54
<b>Quadro 11</b>	Produção e Consumo de Glicerina nos EUA e na Europa.....	55
<b>Quadro 12</b>	Preços de Glicerina Refinada nos EUA e na Europa.....	57
<b>Quadro 13</b>	Preços de Glicerina Crua e Refinada na Europa.....	57
<b>Quadro 14</b>	Empresas Produtoras de Biodiesel que tiveram participação nos leilões de Biodiesel.....	65
<b>Quadro 15</b>	Usinas Piloto Produtoras de Biodiesel.....	66
<b>Quadro 16</b>	Estimativa de Participação de Soja nos leilões de Biodiesel.....	69
<b>Quadro 17</b>	Quantidade de Biodiesel de Soja que foi leiloado e produzido a partir da Matéria-Prima proveniente da agricultura familiar.....	70
<b>Quadro 18</b>	Matérias Primas utilizadas para produzir o Biodiesel que foi arrematado ao longo dos cinco leilões e sua participação com respeito à agricultura familiar.....	71
<b>Quadro 19</b>	Alíquotas de PIS/PASEP/COFINS aplicáveis à produção de Biodiesel.....	72
<b>Quadro 20</b>	Custo Final de Venda por litro de Biodiesel de Soja e Outras Oleaginosas para cada leilão.....	73
<b>Quadro 21</b>	Importação por Categoria de Uso – 2006.....	75
<b>Quadro 22</b>	Dispêndio com a Importação de Diesel.....	76
<b>Quadro 23</b>	Número de Empregos Gerados em diversas atividades agrícolas para cada 100 hectares.....	77
<b>Quadro 24</b>	Características e número de funcionários que trabalham em uma Planta de Biodiesel.....	78
<b>Quadro 25</b>	Capacidade Anual Instalada de Processamento de Soja por Estado	80

<b>Quadro 26</b>	Quantidade de Soja Esmagada por Ano.....	81
<b>Quadro 27</b>	Capacidade Ociosa de Esmagamento por Ano.....	83
<b>Quadro 28</b>	Consumo de Diesel por Estado.....	84
<b>Quadro 29</b>	Óleo de Soja por Estado necessário para realizar a mistura B2 em 2008.....	85
<b>Quadro 30</b>	Óleo de Soja por Estado necessário para realizar a mistura B5 em 2008.....	86
<b>Quadro 31</b>	Óleo de Soja por Estado necessário para realizar a mistura B10 em 2008.....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM-	Associação Brasileira da Indústria Química
ANP-	Agência Nacional de Petróleo
BN-	Banco do Nordeste
BNDS-	Banco Nacional de Desenvolvimento
CAE-	Capacidade Atual de Esmagamento
CDS	Centro de Desenvolvimento Sustentável
CIE-	Capacidade Instalada de Esmagamento
CMMAD-	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CNA	Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAH-	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano
CI	Conservação Internacional
COE-	Capacidade Ociosa de Esmagamento
COFINS-	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
EMBRAPA-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EFC	Estrada de Ferro de Carajás
FAO-	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FAPRI-	Food and Agricultural Policy Research Institute
FBDS	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
FOB-	Free on Board
GLP-	Gás Liquefeito de Petróleo
LEA-	Laboratório de Energia e Ambiente
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA-	Ministério de Desenvolvimento Agrário
OVEG-	Programa de Óleos Vegetais
PASEP-	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIB-	Produto Interno Bruto
PIS-	Programa de Integração Social
PNPB-	Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel
PROALCOOL-	Programa Nacional de Produção de Alcool
PRODIESEL-	Programa de Produção de Diesel
PRONAF-	Programa Nacional de Agricultura Familiar
SAF-	Secretaria de Agricultura Familiar
UICN-	União Internacional pela Conservação da Natureza
UNICA	União Canavieira de São Paulo
USDA-	United States Department of Agriculture

## INTRODUÇÃO

Desde o começo dos tempos, a humanidade tem precisado de energia para efetuar qualquer tipo de atividade. Esta energia encontra-se na natureza, contida, nos rios, nos mares e oceanos, nas florestas, no ar e nas profundidades da terra. A energia pode ser proveniente de recursos fósseis ou de recursos renováveis, como energia eólica, solar, biomassa, hidráulica, etc. Com o devido processamento, esta energia, tanto a fóssil quanto a renovável pode ser utilizada para gerar calor, luz, transportar produtos e/ou seres vivos e movimentar máquinas e motores.

Dado o aumento constante do consumo energético, o ser humano tem feito uso de tecnologias para extrair e transformar a energia presente nos recursos naturais e desta forma disponibilizá-la para o consumo humano. O problema é que os recursos fósseis são esgotáveis têm um estoque limitado quando comparados com a velocidade com que são consumidos. Apesar de estes recursos terem um processo de renovação, leva muito tempo para chegar ao estágio no qual os conhecemos, como é o caso do petróleo, o carvão mineral e o gás natural entre outros. Em contrapartida, os recursos renováveis e dentre eles os óleos vegetais que são obtidos da biomassa, estão sujeitos às normas e interesses do setor agroindustrial, fenômeno que começou com a modernização da agricultura e acabou tornando os frutos do campo em commodities. No Brasil, existem diversas oleaginosas que são utilizadas como matéria-prima para produção de biodiesel e com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) se conseguiu inserir este biocombustível na matriz energética nacional, representando mais uma opção para atender o consumo crescente de energia. Por outro lado, para efetivar uma produção que estivesse associada a uma política de inclusão social, se estabeleceu um modelo tributário com o propósito de incentivar os produtores industriais a obter matéria-prima proveniente da agricultura familiar. Desta maneira se estudará a soja, suas origens e características para avaliar as possibilidades e limitações que a mesma tem como matéria-prima na produção de biodiesel comprometido com o desenvolvimento sustentável.

No que se refere à mistura de óleo de soja com etanol, pode-se dizer que existem uma série de fatores (abrangência geográfica, aspectos logísticos, ambientais) que favoreceriam aos produtores industriais a optarem por essa rota tecnológica, mas primeiro será necessário

estudar sua composição, seu mercado e as variáveis que intervêm nele para determinar sua escolha. Finalmente, deverão ser analisados os benefícios econômicos, ambientais e sociais decorrentes da introdução das misturas obrigatórias B2, B5 e B10 de soja via etanol em 2008.

### O Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é analisar se a produção de biodiesel de soja, por estar inserida em uma cadeia produtiva altamente técnica, poderá contribuir para o desenvolvimento sustentável, considerando as dimensões sociais, econômicas, ambientais e estratégicas.

O presente trabalho busca alcançar os seguintes objetivos específicos:

1. Analisar os impactos ambientais decorrentes do uso de biodiesel de soja no que diz respeito à emissão de gases dos motores de diesel quando operam com as misturas de B2, B5 e B10.
2. Avaliar o potencial de regionalização e de logística para a produção de biodiesel de soja pela rota etílica.
3. Analisar as possibilidades de inclusão social da produção de biodiesel de soja e seu potencial para geração de emprego e renda.
4. Determinar quais seriam os efeitos sobre as importações de diesel decorrentes da introdução das misturas B2, B5 e B10.

### Hipótese

O setor produtivo de soja possui infra-estrutura, organização, recursos financeiros e tecnologia para a produção de biodiesel, mas sua participação não contribuirá para solucionar os problemas sociais, ambientais, econômicos e estratégicos do Brasil.

### Premissa

Este documento parte da premissa que não haverá acréscimo na área plantada de soja com o propósito de produzir biodiesel.

### Relevância da Pesquisa

O presente documento pretende destacar os aspectos importantes que fazem parte da cadeia produtiva do biodiesel de soja com o propósito de analisar e avaliar se sua produção atinge os objetivos do programa nacional de biodiesel, em termos sociais, ambientais e econômicos. Desta maneira procuraram-se responder as seguintes questões:

- Qual a contribuição da produção de biodiesel de soja para a redução das desigualdades sociais e preservação do meio ambiente?
  
- . A introdução obrigatória das misturas B2, B5 e B10 em 2008 ajudará a diminuir as emissões de gases poluentes para a atmosfera e gerará emprego e renda?
  
- . Existe mercado que possa absorver o excesso de glicerina resultante das misturas B2, B5 e B10 em 2008?
  
- . As regiões que contam com as matérias primas necessárias para produzir biodiesel de soja por meio da rota etílica, podem justificar a necessidade de instalação de uma base distribuidora de diesel?
  
- . Com a atual infra-estrutura e capacidade de esmagamento a produção de biodiesel de soja seria suficiente para satisfazer as demandas B2, B5 e B10 em 2008?

## Metodologia e Procedimentos

A metodologia adotada teve como base a exploração de dados e informações de agências, instituições privadas e governamentais, confrontados com outras informações disponíveis e com dados secundários.

Neste trabalho coletaram-se informações de Instituições Governamentais, Universidades, Empresas Privadas, Associações e outras entidades pertencentes ao Terceiro Setor, via internet e/ou por meio de visitas. Por outro lado, foram efetuadas consultas a profissionais de diversas áreas de estudo, todos eles, relacionados de uma ou outra maneira com tópicos agrícolas, ambientais e/ou energéticos. Os contatos foram realizados por e-mail, telefone e encontros marcados com antecipação. Por último foram realizadas pesquisas em livros, artigos e dissertações disponíveis principalmente na biblioteca do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS).

No que diz respeito ao trabalho de campo, foi realizada uma única visita à empresa Granol em Anápolis de Goiás, por meio da qual se conseguiram informações referentes ao tratamento da matéria-prima antes de iniciar o processo de transesterificação e o destino da matéria residual após o mesmo.

Posterior a obtenção de dados, prosseguiu-se com o cálculo e/ou análise dos mesmos. Isto com o propósito de encontrar conexões e relações que pudessem levar a conclusões objetivas e verificáveis.

Para gerar os dados correspondentes ao consumo de diesel, produção estadual de biodiesel e quantidade de glicerina resultante das misturas B2, B5 e B10 em 2008, foi necessário utilizar a função estatística de tendência no programa Excel, a qual retorna números em uma tendência linear que correspondem ao ponto de dados conhecidos mediante o método dos mínimos quadrados. No que diz respeito à participação da soja na balança do agronegócio e à quantidade de biodiesel soja nos leilões realizados pela ANP, seus dados



foram o resultado obtido de cálculos aritméticos básicos. Para cada um deles, se especificará o procedimento e o recorte temporal que foi utilizado para chegar a esse resultado.

No tocante à emissão de gases efetuada pelos motores diesel quando são adicionadas diversas misturas de biodiesel, utilizaram-se resultados que foram obtidos por meio de uma simulação efetuada no Laboratório de Energia da Universidade de Brasília.

Para a análise de empregos gerados pela produção de biodiesel de soja, separou-se a cadeia agrícola no que tange ao trabalho no campo e a área industrial (usina de biodiesel).

Como este trabalho objetiva à produção de biodiesel de soja por meio da rota etílica, para gerar os dados correspondentes à produção estadual de biodiesel, foi necessário selecionar aqueles estados que tivessem em comum tanto áreas plantadas de soja quanto cana-de-açúcar. Os estados escolhidos foram: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Bahia, Piauí, Pernambuco, Ceará, Amazonas, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A produção de biodiesel de soja para cada um desses estados foi calculada e projetada para o ano 2008, com base na série histórica do consumo de diesel e soja esmagada dentro de um espaço de tempo de sete anos (2000-2006). Para o restante dos dados que aparecem no decorrer do documento, apresenta-se a fonte de onde foram obtidos.

O presente documento está composto por cinco capítulos, o primeiro faz uma relação entre a agroenergia e o desenvolvimento sustentável, contendo dentro dele uma breve resenha histórica sobre como foi implantada e desenvolvida a agricultura no Brasil desde os tempos da colônia; as políticas agrícolas que transformaram a agricultura tradicional em agronegócio, como decorrência da revolução verde e as conseqüências que se derivaram da modernização da agricultura. Comenta-se também a atual dependência energética e a importância de preservar tanto a área alimentar quanto a área agroenergética sem ultrapassar suas fronteiras. Também se realiza uma análise da atual posição que a soja e a cana-de-açúcar têm no mercado nacional e internacional e o impacto ambiental que o crescimento dos seus plantios tem gerado ao longo do tempo.

Finalmente se comentam os fatores que levaram o país a acumular experiências na área da agroenergia e a importância que o Estado de São Paulo teve na definição de políticas públicas dos biocombustíveis. O capítulo dois refere-se a todos os fatores que tem a ver com o biodiesel de soja em geral: matéria-prima, cadeia produtiva, processo industrial, rotas tecnológicas utilizadas, produtos derivados do processo, logística do produto, marco legal, leilões, custo de venda, importação e consumo de diesel e geração de emprego e renda. No capítulo três se analisam os aspectos que estão relacionados com a produção regional do biodiesel de soja: Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE), Soja Esmagada (CAE), Capacidade Ociosa (COE), Óleo de soja e Álcool anidro. Por último, se encontram as conclusões que em forma resumida apontam quais são as fraquezas e fortalezas dessa produção assim como os fatores que intervêm e as medidas que deveriam ser tomadas para que os objetivos estipulados no Programa Nacional de Biodiesel sejam realizáveis.

## 1. AGROENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Com a introdução da mistura autorizativa B2 de biodiesel em 2005 no mercado, tem surgido diversas expectativas em termos econômicos, ambientais e sociais sobre os possíveis benefícios que poder-se-iam obter a partir da sua produção. Como este documento se foca na produção de biodiesel de soja por meio da rota etílica, é necessário comentar como se iniciou a agricultura no Brasil, quais foram as políticas e os alicerces que favoreceram essas lavouras (soja e Cana-de-Açúcar) na época, para se tornar em fontes energéticas importantes tanto nacional quanto internacionalmente o dia de hoje.

### 1.1 AGRICULTURA NO BRASIL: Um olhar ao passado

De acordo com os registros, foi até meados do século XIX que a economia do país era baseada em um sistema agrícola caracterizado pela monocultura de caráter exportador e de uso intensivo de mão-de-obra escrava e servil. Isto significa que desde o começo, o caminho para o desenvolvimento tem-se mostrado exógeno, ou dito em outras palavras, a demanda por produtos no mercado internacional é um fator determinante na hora de definir as políticas agrícolas (HUFF, 2000).

A ocupação das grandes extensões agrícolas aconteceram com o propósito de aumentar a produção e não a produtividade. É evidente como a exploração e a pressão feita sobre o recurso terra tem sido intensiva desde os tempos da colônia no Brasil. Conforme ressaltou Marcel Bursztyń (1990, p. 16):

Esses conquistadores, ao contrário dos espanhóis, não encontravam nações indígenas tão bem estruturadas como as dos Incas e os Astecas aos quais massacraram. Aqui, foi a Natureza que pagou o preço da irracionalidade do processo de ocupação das novas terras.

O processo de colonização teve grandes implicações que repercutiram no processo de formação do país, uma vez que os colonizadores que chegaram, não desembarcaram com o

propósito de se estabelecer e refazer suas vidas, mas para fazer fortuna, procurando explorar todos os recursos existentes no meio (população nativa e natureza).

Dentre os primeiros produtos que foram introduzidos e cultivados no Brasil encontram-se a Cana-de-Açúcar e o algodão. Essas culturas ajudaram a transformar a região Nordeste em um centro político. Entre os anos 1840 e 1850 graças ao declínio do açúcar no mercado internacional, as grandes lavouras de Cana-de-Açúcar foram substituídas por café nas regiões de Minas, Rio de Janeiro e São Paulo, isto provocou o deslocamento geográfico do poder do Nordeste a estas regiões. Por um lado encontravam-se os senhores latifundiários no nordeste e por outro, a burguesia mercantil de Rio de Janeiro e São Paulo. Este grupo emergente que se encontrava no Sudeste estabeleceu políticas latifundiárias específicas que garantiam o acesso exclusivo ao poderoso e lucrativo comércio internacional do café (HUFF, 2000). Foi assim, como começou a produção intensa de café no território nacional.

No que diz respeito à soja, a mesma foi introduzida no Brasil no Estado da Bahia em 1882, mas as condições climáticas (baixa latitude) dessa região não ajudavam para que o cultivo progredisse. Em 1900 a soja foi testada no Rio Grande do Sul, onde as condições climáticas a favoreceram muito. Na década dos anos 20 e 40, tanto nos Estados Unidos quanto no Brasil a soja tinha sido introduzida com vista a avaliar seu desempenho como forrageira, só posteriormente foi plantada com fins de destinar o grão às indústrias de farelos e óleos vegetais (WEHRMANN, 1999).

### 1.1.1 Revolução Agrícola

A Revolução Verde nasceu nos países do primeiro mundo como estratégia política para ser implantada nos países em desenvolvimento e desta maneira ajudar a diminuir a escassez de alimento e poder gerar fontes de emprego. No terceiro mundo, tinha sido apresentada como uma solução milagrosa, a receita para a prosperidade, mas quando o descontentamento e escassez dos grupos agrícolas tiveram início, ficou ao descoberto o objetivo capitalista de tão famosa invenção (SHIVA, 1991).

No Brasil, ela foi implantada na região Sul do Brasil, na década de 60, especificamente a partir de 1965 (HUFF, 2000). Pouco antes dessa implantação, aproximadamente em meados dos anos 1950, a soja já contava com estímulos e incentivos suficientes para realizar sua produção em larga escala por ter demonstrado possuir vantagens econômicas e técnicas no seu processamento. Sua produção tinha permanecido como cultivo diferenciado no sul do país, até 1960, época que coincidiu com a introdução da Revolução Verde. Foi a partir desse ano que conseguiu se estabelecer como umas das culturas mais importantes em termos econômicos para o país. Tanto a soja como outras culturas beneficiaram-se das políticas públicas daquele momento, já que as mesmas levaram a modernizar os sistemas de produção no campo mediante o uso intensivo de insumos modernos.

Com o afã de obter maiores rendimentos, os produtores decidiram expandir a fronteira agrícola, onde a derrubada da mata era realizada principalmente por meio da queima das florestas. Esta prática já era conhecida desde os tempos da colônia. Como menciona Euclides da Cunha (1902) apud Bursztyn (1990):

“...durante meses se viu, no poente, através das noites, os reflexos vermelhos das queimadas (...). Pode-se imaginar os resultados de tal processo aplicado, sem cessar, durante séculos (...)”.

A incorporação de novas terras para o cultivo acontecia conforme a fertilidade dos solos ia-se esgotando (SZMRECSÁNYI, 1990).

O avanço geográfico da produção de soja resultado da Revolução Verde, coincidiu com o processo migratório que começou no Sul do país (60 e 70) em direção ao Centro-Oeste (anos 80) e Norte do país. Só foi a partir da década de 70, que a soja se consolidou como a principal lavoura do agronegócio brasileiro, sendo hoje o principal produto agrícola da pauta das exportações brasileiras.

Pode-se dizer então que a revolução verde não melhorou a situação que o mundo estava experimentando antes dela ser implantada. Mais bem, suas técnicas revolucionárias contribuíram para deteriorar os ecossistemas frágeis e distanciar ainda mais o relacionamento existente entre o produtor rural e a natureza. Este distanciamento tem acontecido porque com

o processo de desenvolvimento na sociedade moderna o ser humano criou uma série de mitos, tais como a crença de que os recursos naturais são infinitos, de que existe a possibilidade de conseguir a igualdade em termos sociais e econômicos (DUARTE, HUFF, LEONARDOS, 2002). De fato, pode-se dizer que antes de incorporar tecnologia no campo, o agricultor rural conseguia plantar e produzir uma ampla variedade de espécies onde a metade da sua terra permanecia coberta pela mata. A propriedade assumia múltiplas funções garantindo a sobrevivência da família e o que é melhor preservava a natureza. O novo modelo desmontou tudo isso e grande parte dos agricultores familiares adotou as suas diretrizes e passou a comprar na cidade o que antes produzia (SHIVA, 1991).

### 1.1.2 Políticas para Agricultura

As políticas agrícolas que definem as linhas de comando de produção estão orientadas a conquista de novos mercados. Isto viabiliza o crescimento do setor e a concentração de renda, situação que vem acontecendo desde o período colonial.

Todos os programas de ação, estratégias e processos que são incorporados à indústria agrícola, têm como objetivo principal maximizar o lucro dos investidores. A indústria agrícola pertence ao setor privado e a permanência das empresas nessa área é determinada pelos rendimentos que as mesmas apresentam. Cada uma das sementes, plantas, animais, rios, lagoas e solos que compõem essas grandes extensões de terras reservadas para a lavoura, contêm um valor econômico. Dito em outras palavras, a natureza é contabilizada.

Bursztyn na sua obra *Armadilhas do Progresso*, argumenta que as necessidades humanas são consumidoras de natureza e, portanto, quanto maior a população, maior o uso da mesma. Por sua vez ressalta que quanto maior o grau de desenvolvimento de uma sociedade, maior o grau de consumo desses recursos naturais.

Por outro lado, graças à falsa idéia de que os recursos naturais estão presentes na natureza para ser utilizados e consumidos de forma irracional, o ser humano criou uma brecha entre o ramo econômico e ecológico. O lucro se gera a partir do deterioro dos recursos naturais e não a partir dos aspectos que minimizam as atividades antropocêntricas. Neste

sentido, o autor Bursztyn (1995) afirma no seguinte comentário, que contrariamente ao que a maioria pensa, existe uma estreita relação entre o ser humano e a natureza:

A perda de solos agricultáveis, resultante do uso inadequado de tecnologias modernas, vêm se convertendo em fortes fatores de limitação da produtividade, comprometendo a capacidade de amortização de vultosos investimentos, cuja decisão se baseava em análises custo-benefício que desprezavam a degradação ambiental como fator de risco. Fica claro, portanto, que a economia afeta o meio ambiente e que, por outro lado, o meio ambiente afeta a economia. A constatação da existência dessa interação tem importante função pedagógica, pois permite dirimir o falso dilema de que economia e natureza representam uma relação inevitavelmente antagônica.

Pode-se dizer que a aproximação entre a disciplina econômica e ecológica só poderá ser obtida se voltarmos ao sistema agrícola antigo, que na atualidade muitos ambientalistas o chamam de sistema agrícola alternativo. Este sistema adota práticas e estratégias de produção voltadas para a manutenção dos recursos produtivos, aumento da biodiversidade dentro e próximo aos sistemas de produção, controle das populações de herbívoros, microrganismos e plantas dentre outros (INFORME AGROPECUARIO, 2001).

O sistema agrícola alternativo é na verdade, o resgate de técnicas empregadas há muitos anos, que toma em consideração a natureza no processo produtivo e ajuda a estabelecer uma relação de respeito entre o produtor e o meio ambiente, sendo beneficiadas desta maneira, tanto a área econômica quanto a ecológica.

Autores como Duarte, Leonardos e Huff (2002) mencionam que é importante observar as restrições impostas pelos ecossistemas na tentativa de se vislumbrar um desenvolvimento sustentável. Porém, argumentam que existe uma dubiedade das políticas públicas para o setor agrícola quando comparados os recursos destinados a programas ou projetos agroindustriais com aqueles destinados à manutenção ou conservação dos recursos naturais. Só quando a degradação ambiental se torna visível em termos contábeis, é quando as minorias colocam sua atenção em tão grave assunto.

Uma realidade que vai continuar acontecendo é o crescimento populacional e com ele vêm incluídos dois aspectos: aumento mundial da demanda por alimentos, urbanização acelerada e mudança nos hábitos de consumo. Por outro lado, os constantes aumentos no

preço do petróleo incentivam a corrida por combustíveis alternativos. Ante estas mudanças o produtor se vê forçado a correr cada vez mais rápido nos ganhos da produtividade.

Tal como Jank (2006) ressalta no seu artigo Políticas para o Futuro da Agricultura no Jornal o Estado de São Paulo:

O Agricultor do futuro tende cada vez mais a ser um gerenciador de contratos complexos com indústrias fornecedoras de máquinas e insumos – mecanização, agricultura de precisão, irrigação, biotecnologia, entre outros. [...] O novo objetivo das políticas agrícolas na próxima década é a inserção dos produtores no agronegócio global.

A atividade agrícola brasileira está intimamente ligada com os acontecimentos internacionais. Assim países que não dispõem de recursos naturais suficientes para expandir sua agricultura por falta de espaço, precisam suprir suas necessidades no mercado internacional. E neste sentido o Brasil tem se destacado como um dos países cuja produção agrícola tem um alto grau de internacionalização.

## 1.2 DEPENDENCIA ENERGÉTICA

Existe uma relação de dependência entre o ser humano e a natureza e no que se refere ao estoque dos recursos naturais, especificamente dos recursos fósseis, como é o caso do petróleo pode-se dizer que de acordo com as projeções, em 2050 começarão a se esgotar as atuais reservas. Em contrapartida, as fontes alternativas como a energia solar, eólica, geotérmica, biomassa e ondas, entre outras tem adquirido importância devido à existente necessidade por encontrar opções que ajudem a satisfazer a demanda crescente por energia. Neste sentido Brown (1979) apud Odum (1988) assinalou o seguinte:

A economia global depende, no final de contas, de certos ecossistemas básicos, como os mares, as florestas e a agricultura. Quando estes recursos são gastos ou perturbados, a economia mundial sofre junto; os bens e serviços de todos os tipos tornam-se mais escassos, custando mais para serem produzidos ou preservados, o que resulta numa inflação mundial.



Uma diminuição no estoque das reservas de petróleo ocasiona aumentos nos preços internacionais que, tal como, apontou Brown, afetam de maneira globalizada o curso energético e econômico dos países. O Brasil, apesar de possuir uma ampla diversidade de recursos fósseis e dentre eles o petróleo, o país se vê na necessidade de importar esse recurso dos países do Meio Oriente. Isto se deve a que as refinarias nacionais foram projetadas para processar petróleo leve e uma parte do petróleo que é extraído das jazidas corresponde à classificação de petróleo pesado. Neste sentido, e com o propósito de proporcionar mais segurança a oferta energética sem sucumbir às pressões de preços de insumos ou adversidades climáticas o governo decidiu iniciar pesquisas com o objetivo não somente de encontrar fontes energéticas alternativas que pudessem substituir as fontes convencionais, mas também ampliar e desenvolver programas que impliquem a utilização de energias renováveis. Dentre estes programas encontram-se aqueles relacionados com óleos vegetais que pertencem à categoria da biomassa e que são matéria-prima base para a produção de biodiesel. As pesquisas com biodiesel já eram realizadas desde os anos 1970, mas foi somente no ano 1980 e graças ao trabalho desenvolvido pelo pesquisador Expedito Parente que se conseguiu patentear o biodiesel.

A biomassa ocupa um papel importante na matriz energética nacional, tal como se apresenta a seguir na Figura 1:

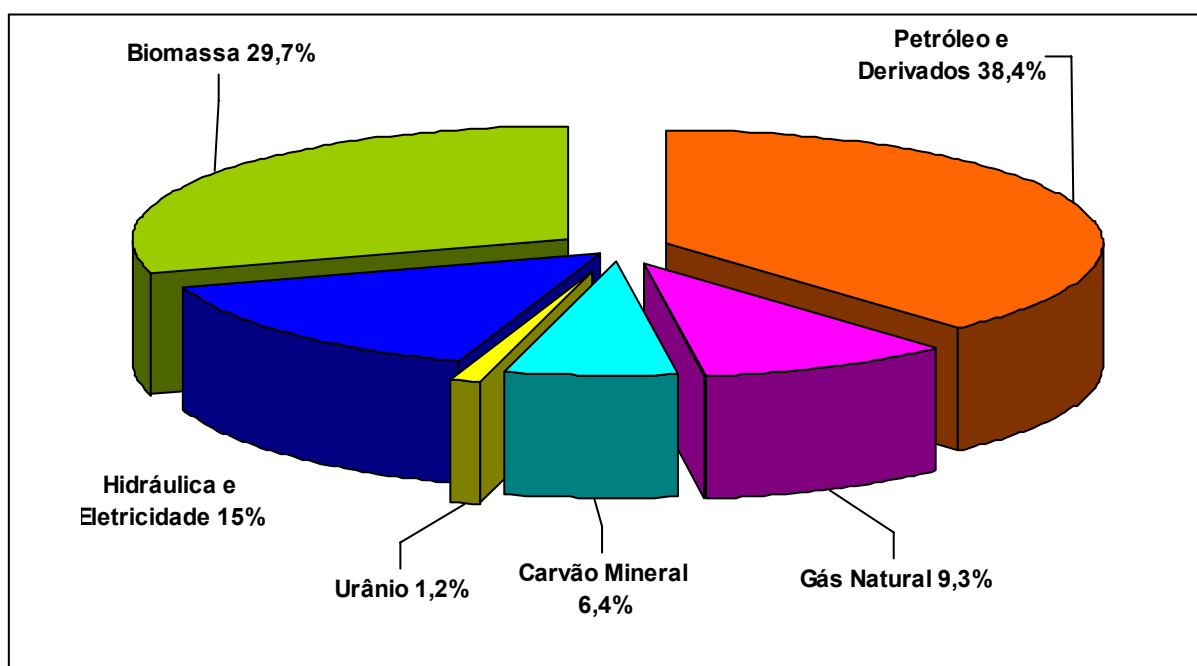


Figura 1 – Oferta Interna de Energia em 2005.  
Fonte: Matriz Energética Brasileira 2005. MME (2006).

A oferta interna de energia esta distribuída da seguinte maneira: 29,7% de Biomassa, 38,4% de Petróleo e Derivados, 9,3% de Gás Natural, 9,3% de Carvão Mineral, 1,2 de Urânio e 15,0% de Hidráulica e Eletricidade. A parcela da biomassa por sua vez está composta por 13,1% de lenha, 13,9% de Cana-de-Açúcar e 2,7% por outras matérias renováveis. Nesta última categoria se encontram as oleaginosas que são a base da matéria-prima para a produção de biodiesel. Estas fontes fornecem energia de maneira conjunta ou separada em forma de eletricidade, combustível ou energia térmica para diversos setores, tais como o setor comercial, industrial, residencial, agropecuário e de transporte entre outros. No que diz respeito aos combustíveis, existem três categorias: sólido, líquido e gasoso. Os combustíveis líquidos representam 40,1% do consumo final de energia no Brasil tal como se apresenta na Figura 2:

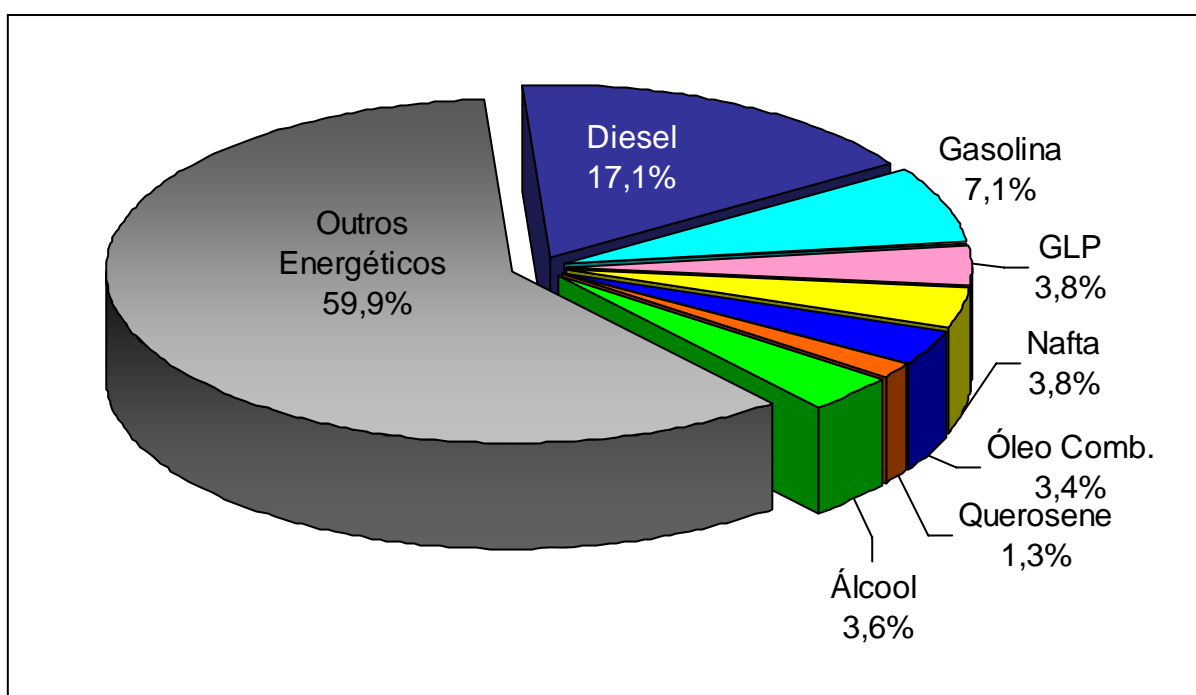


Figura 2 – Matriz de Combustíveis Líquidos em 2004.  
Fonte: Plano Nacional de Energia 2030. MME-EPE (2006).

A matriz de combustíveis líquidos está composta por 17,1% de diesel, 7,1% de Gasolina, 3,8% de GLP, 3,8% de Nafta, 3,4% de óleo combustível, 1,3% de Querosene e 3,6% de álcool. A porcentagem correspondente à parcela de diesel apresenta sua distribuição no Quadro 1 a seguir:

SETOR	PARTICIPAÇÃO
Transporte	78%
Agropecuário	14%
Geração de Energia Elétrica	5%

Quadro 1 – Distribuição do Consumo de Diesel.  
Fonte: Plano Nacional de Energia 2030. MME-EPE (2006).

Tal como se aprecia, 78% do diesel consumido no país é utilizado pelo setor de transporte público e privado (rodoviário, ferroviário e aéreo), 14% é utilizado por máquinas e equipamentos do setor agropecuário e 5% é utilizado pela indústria do setor elétrico.

Com a incorporação do biodiesel na matriz energética nacional as oleaginosas têm a oportunidade de substituir a parcela do diesel que está incluída na matriz de combustíveis líquidos, diversificando ainda mais a oferta interna de energia.

### 1.3 ÁREA ALIMENTAR VRS ÁREA ENERGÉTICA

A área alimentar é uma área primordial para a sobrevivência de qualquer ser humano. A Revolução Verde tinha sido adotada como estratégia para diminuir a fome no mundo, sendo que após sua incorporação só dificultou a vida do pequeno agricultor e das populações carentes. O pacote tecnológico da Revolução Verde utilizado até hoje em dia, minimiza em termos de esforço físico e tempo o processo produtivo, o problema é que o preço dos alimentos aumenta consideravelmente. Este aumento se deve a que no preço estão incluídos os custos decorrentes da sua produção. Se o produtor como investidor não obtiver os rendimentos necessários para continuar operando e seguir se adaptando as mudanças do mercado não poderá mais exercer tal atividade. Por outro lado, a população se vê cada dia, mais privada de consumir o essencialmente básico.

Da mesma forma como a demanda por alimento no mundo é constante e crescente, o consumo de energia é cada vez maior. Daí a necessidade de utilizar fontes alternativas que

possam vir satisfazer as necessidades de consumo dos diversos setores socioeconômicos da população.

Com o avanço do volume de adição do biodiesel ao diesel surge a pergunta se a incorporação de áreas à agroenergia não entra em competição com a agricultura de alimentos. Neste sentido, tal como foi mencionado antes, este documento parte da premissa de que no caso da soja, não haverá acréscimo na área plantada com o propósito de produzir biodiesel.

De acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o Brasil possui 366 milhões de hectares de terras agricultáveis férteis e de alta produtividade, dos quais 90 milhões ainda não foram explorados. Esses fatores beneficiam ao setor agropecuário e todos os negócios relacionados às suas cadeias produtivas. O agronegócio é hoje a principal locomotiva da economia brasileira, representando em média 37%<sup>1</sup> das exportações totais e responsável por 26,7%<sup>2</sup> do Produto Interno Bruto (PIB).

Dentre os produtos agrícolas que colocam o Brasil como um dos principais países exportadores no mundo do agronegócio se encontram a cana-de-açúcar e a soja, importantes tanto do ponto de vista alimentar quanto energético. Eles são responsáveis por 12,43%<sup>3</sup> das exportações totais (divisas).

Por outro lado, para os responsáveis por definir as políticas e estratégias do agronegócio brasileiro, um aumento na produção agrícola permite uma maior disponibilidade de lavouras e esse aumento por sua vez apresenta o comportamento da produção agrícola diante do aumento da população. Este aumento na produção e na área plantada em resposta ao aumento da demanda alimentar é a principal justificativa do modelo agroindustrial implantado nos países em desenvolvimento, mas que não veio acabar com a problemática de fome e desnutrição<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Média calculada com as exportações do agronegócio (divisas) dos últimos três anos (2004, 2005 e 2006), segundo informações disponíveis em CNA: Balanço 2006-Perspectivas 2007.

<sup>2</sup> Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil: 2006;07 a 2016/17, p.9.

<sup>3</sup> Comparar a porcentagem de participação das exportações do Complexo Soja (9.311 milhões de dólares), Açúcar e Álcool (7.771 milhões de dólares) com respeito às exportações totais realizadas em 2006 (137.471 milhões de dólares) de acordo com os dados consolidados da Balança Comercial Brasileira em 2006.

<sup>4</sup> De acordo com os dados divulgados na reunião internacional The State of Food Insecurity in the World realizada em 2006 organizada pela FAO, 820 milhões de pessoas de 854 milhões encontram-se atualmente em estado de desnutrição nos países em desenvolvimento.

Dentre os principais motivadores socioeconômicos de desmatamento encontram-se em ordem de importância: os madeireiros, a agricultura mecanizada para o cultivo de grãos, a pecuária e finalmente a agricultura familiar. Os primeiros dois casos são os maiores responsáveis pelos desmatamentos efetuados em nível nacional. No caso da soja, os incentivos de financiamento, a facilidade de exportação propiciado pela atual infra-estrutura de transporte (rodoviária, ferroviária e hidroviária principalmente) e os aumentos no preço da soja no mercado internacional superam muitas vezes os elevados custos para realização do desmatamento e preparação de terra em áreas florestais (COHENCA, 2005).

No que diz respeito à área ocupada pelas lavouras da soja e da cana-de-açúcar, pode-se dizer que juntas em 2006 alcançaram uma extensão territorial de 27,62 milhões de hectares, extensão que tende a aumentar ano após ano. Esses dados indicam que até o fim do ano passado, a área ocupada pela soja quase triplicava (2,92 vezes) a área ocupada pela Cana-de-Açúcar para esse mesmo ano (Ver Quadros 2 e 4). Isso não significa que deva existir menos preocupação com respeito à Cana-de-Açúcar, muito pelo contrário, independentemente do tipo de lavoura, a incorporação de novas terras com a finalidade de aumentar a rentabilidade do agronegócio brasileiro, só agrava o problema do desmatamento e da degradação dos solos. A continuação se apresentam informações referentes à área plantada, produção e produtividade de ambas as lavouras e suas respectivas participações no mercado internacional.

### 1.3.1 Soja

Desde sua introdução no país em 1882 no estado da Bahia e especificamente no Sul do país em 1900, a soja se expandiu rapidamente graças aos incentivos fiscais que receberam os produtores em meados dos anos 1950, estabelecendo assim uma estrutura que ia garantir até o dia de hoje o crescimento do setor (WEHRMANN, 1999). Este constante crescimento se vê motivado principalmente pelos aumentos na demanda alimentar nacional e internacional. Desde o ponto de vista energético, no Brasil já se realizavam testes com óleos vegetais na década de 1970, mas foi a partir da criação do Programa de Diesel (PRODIESEL) em 1980 e do Programa de Óleos Vegetais (OVEG) em 1983, que a soja adquiriu maior importância

como fonte alternativa de energia, já que o seu óleo é utilizado como matéria-prima para a produção de biodiesel (HOLANDA, 2006).

### 1.3.1.1 Produção Nacional

Dentre os grãos que são cultivados no Brasil, a soja é o cultivo que mais ocupa área para efetuar seus plantios, chegando a ter uma participação em 2006 de 44,81% do total da área destinada à produção de grãos, seguido do milho com 30,24%, do feijão com 9,03%, do arroz com 6,43%, do trigo com 3,81%, do algodão com 2,37% e das demais culturas com 3,31%.(CONAB: Grãos, 2007). No que diz respeito à evolução da área plantada, a soja tem apresentado avanços significativos na incorporação de terras para efetuar seus plantios tal como se apresenta no Quadro 2 a seguir:

<b>Ano</b>	<b>Área Plantada (Milhões Ha.)</b>	<b>Δ %</b>	<b>Produção (Milhões de Ton)</b>	<b>Produtividade (Ton/Ha.)</b>
2000	13,97	0	38,43	2,75
2001	16,33	16,89	41,91	2,56
2002	18,47	13,10	52,01	2,81
2003	21,38	15,76	49,79	2,32
2004	23,30	8,98	52,30	2,24
2005	22,22	-4,63	55,02*	2,41*
2006	20,58	-7,38	58,42*	2,82*

Quadro 2 – Evolução da área plantada, produção e produtividade da Soja.

Fonte: Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007)

\*CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos: Safras 2006/2007 e 2007/2008  
(1º Levantamento: Agosto 2007)

Tal como se pode observar, para o ano 2000, a área ocupada pela soja correspondia a 13,97 milhões de hectares, em 2001 a área aumentou 16,89% com respeito ao ano anterior. Em 2002, a área apresentou novamente um aumento de 13,10% e seguiu mantendo o nível de crescimento até o ano 2004, porque a partir do ano 2005 apresentou uma diminuição de 4,63% e 7,38% em 2006. Essas reduções de área aconteceram por vários motivos, queda nos preços internacionais, aumento da produtividade e os altos custos de escoamento da produção, principalmente nos estados de Mato Grosso e Goiás (CONAB: Grãos, 2007).

No tocante à produção regional de soja no Brasil, são duas as regiões que lideram a produção: a Região Sul e a Região Central, esta última foi incorporada a sojicultura em 1973, sendo o ano 1976 um ano emblemático em termos de história da sua produção. Naquele momento, a Região Central conseguiu-se posicionar como a segunda região produtora de soja no país. Em meados dos anos 90 e especificamente a partir de 1998 a produção da região Centro-Oeste supera a da Região Sul, deslocando-a desta maneira para o segundo lugar, situação que prevalece até o dia de hoje, tal como se apresenta na Figura 3:

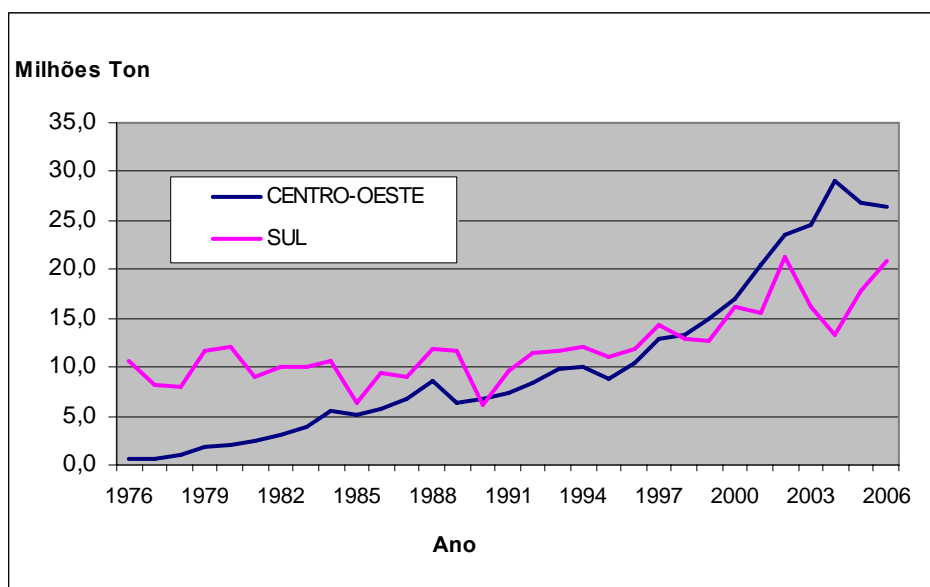


Figura 3 – Evolução da Produção de Soja nas regiões do Sul e do Centro-Oeste.  
Fonte: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2005.

Referente à participação da produção regional e estadual, o Quadro 3 a seguir, apresenta as diferentes quantidades produzidas por estado em 2005 e 2006. Desta maneira e em ordem de importância, o estado de Mato Grosso em 2006 foi responsável por 26,29% da produção nacional e 57,97% da produção regional, apresentando uma diminuição em ambas as categorias com respeito ao ano anterior. Outro estado que apresentou números importantes foi o estado de Paraná com 20,40% da produção nacional e 51,93% da produção regional, neste caso houve uma diminuição só na produção regional. O terceiro maior estado produtor é Rio Grande do Sul com 16,99% da produção nacional e 43,25% da produção regional, mostrando um crescimento com relação ao ano 2005. No que diz respeito ao Sudeste, o estado de Minas Gerais foi o maior produtor com 4,44% e 64,36% da produção nacional e regional respectivamente. No Nordeste, a Bahia foi responsável por 3,93% da produção nacional e

59,40% da produção regional. Finalmente na região Norte o estado de Tocantins, se destacou por ter gerado 1,11% da produção nacional e 59,87% da produção regional. O resto dos estados foram responsáveis pelo 26,84% da produção nacional, tal como se pode observar no Quadro 3 a continuação:

REGIÃO/UF	PRODUÇÃO (Em mil ton)		
	2005	2006	VAR.%
<b>NORTE</b>	<b>1.255,20</b>	<b>1.079,90</b>	<b>(13,97)</b>
RR	28,00	15,40	(45,00)
RO	283,00	277,50	(1,94)
AM	5,70	0,00	(100,00)
PA	238,10	140,50	(40,99)
TO	700,40	646,50	(7,70)
<b>NORDESTE</b>	<b>3.560,90</b>	<b>3.867,20</b>	<b>8,60</b>
MA	1.025,10	1.084,00	5,75
PI	544,50	486,00	(10,74)
BA	1.991,30	2.297,20	15,36
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>27.824,70</b>	<b>26.496,60</b>	<b>(4,77)</b>
MT	16.700,40	15.359,00	(8,03)
MS	4.445,10	4.881,30	9,81
GO	6.533,50	6.114,00	(6,42)
DF	145,70	142,30	(2,33)
<b>SUDESTE</b>	<b>4.137,10</b>	<b>4.033,30</b>	<b>(2,51)</b>
MG	2.482,50	2.595,80	4,56
SP	1.654,60	1.437,50	(13,12)
<b>SUL</b>	<b>18.249,20</b>	<b>22.944,50</b>	<b>25,73</b>
PR	9.645,60	11.915,60	23,53
SC	827,50	1.104,30	33,45
RS	7.776,10	9.924,60	27,63
<b>BRASIL</b>	<b>55.027,10</b>	<b>58.421,50</b>	<b>6,17</b>

Quadro 3 – Produção Regional e Estadual da Soja em 2005 e 2006.

Fonte: CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos: Safras 2006/2007 e 2007/2008 (1º Levantam.: Agosto 2007)

No que diz respeito às variações de produção de um ano para outro, pode-se observar que as regiões do Norte, Centro-Oeste e Sudeste apresentaram em 2006 uma recessão dos níveis produtivos com respeito ao ano anterior. Das cinco regiões brasileiras, somente duas conseguiram acrescentar a produção em 2006, isto aconteceu como resposta da diminuição da área plantada desse ano.



É importante mencionar que o principal produto da soja é o farelo/torta, que representa cerca de 80% do grão e é utilizado em sua maioria na indústria de rações. O restante 20% pode ser utilizado para o consumo humano ou para a fabricação de biodiesel, sendo atualmente um dos principais desafios para a agregação de valor do produto.

### 1.3.1.2 Produção Mundial

De acordo com as projeções feitas pelo Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI), tudo indica que a produção mundial de soja continuará sendo altamente concentrada, já que na atualidade os principais países produtores de soja são: Estados Unidos, Brasil, Argentina e a China. O anterior pode-se apreciar na Figura 4:

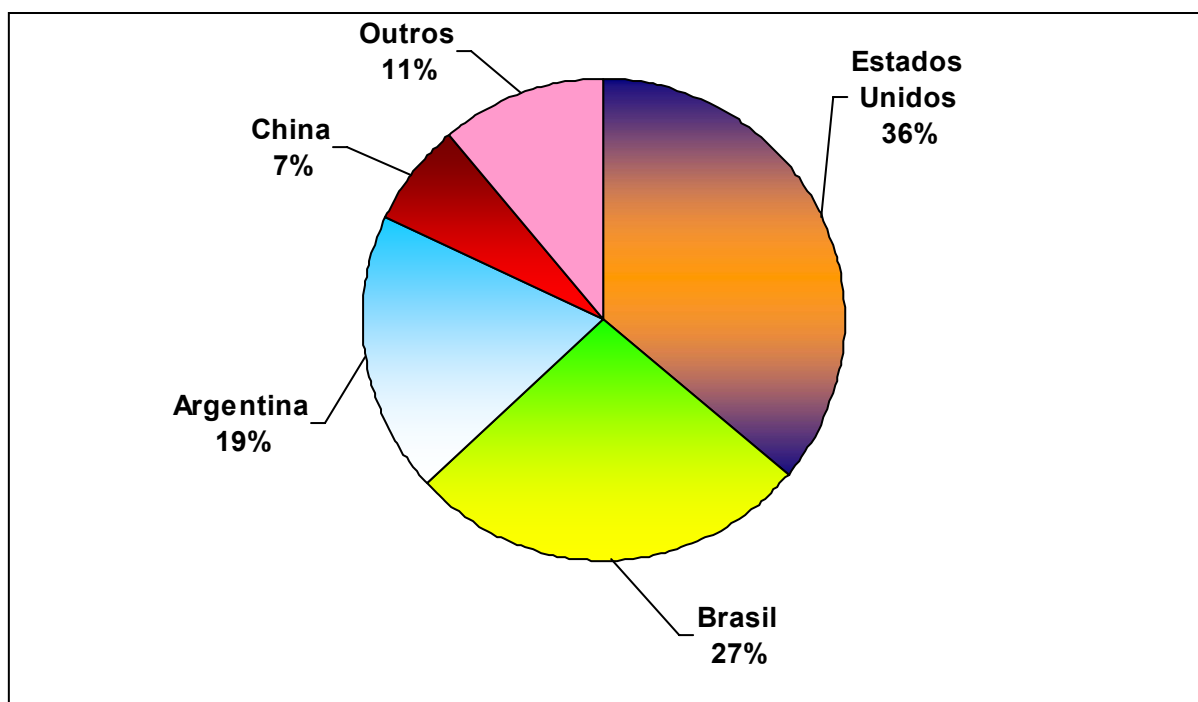


Figura 4 – Distribuição da Produção Mundial de Soja em 2006.

Fonte: Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil: 2006/07 a 2016/17. MAPA (2006).

O Brasil é o segundo país produtor de soja no mundo. Em um futuro não muito longe, o país tomará a liderança desse mercado, por tanto, sua área plantada e produtividade estão igualmente sujeitas à mudanças.

A produção mundial e local da soja está em função da sua demanda e neste sentido, os países que apresentam os maiores índices de consumo são: Estados Unidos, a China, o Brasil, a União Européia, Argentina e finalmente o Sudeste da Ásia. Por outro lado, os preços internacionais da soja não dependem somente da demanda, mas também de fatores que podem incidir eventualmente durante seu processo produtivo, tais como políticas comerciais e disseminação de doenças entre outros, situações que fazem com que o preço da soja flutue com facilidade (MAPA: Projeções, 2006).

O biodiesel de soja representa um produto alternativo para o setor, e as variações do preço no mercado internacional afetam diretamente o comportamento da sua oferta, já que quando os preços da soja estão em alta, o setor concentrará seus esforços para produzir e exportar a maior quantidade possível de soja, diminuindo desta maneira as possibilidades de produzir biodiesel.

### 1.3.2 Cana-de-Açúcar

Trazida ao Brasil em 1532, e localizada inicialmente no Nordeste, sua produção se expandiu pela região Sudeste, notadamente no Estado de São Paulo. Atualmente quase todos os estados brasileiros produzem cana, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor. No Brasil existem dados referentes à produção de açúcar e álcool desde 1948, mas a produção de álcool anidro e hidratado aconteceu a partir de 1951. Com a criação do Programa Nacional de Álcool (PROÁLCOOL) em 1975, sua produção aumentou significativamente, comportamento que até o dia de hoje permanece. Esse crescimento vem tomando força devido à crescente demanda energética tanto nacional quanto internacional. (MAPA: Balanço, 2007)

#### 1.3.2.1 Produção Nacional

A área plantada e colhida, a produção e produtividade da Cana-de-Açúcar, têm apresentado aumentos consideráveis, tal como se apresenta no Quadro 4:

<b>Ano</b>	<b>Área Plantada (Milhões Ha.)</b>	<b>Δ %</b>	<b>Área Colhida (Milhões Ha.)</b>	<b>Δ %</b>	<b>Produção (Milhões de Ton)</b>	<b>Produtividade (Milhões de Ton/Ha.)</b>
2000	4,82	0	4,82	-	325,33	67,51
2001	5,02	4,15	4,96	2,90	344,28	69,44
2002	5,21	3,65	5,10	2,82	363,72	71,31
2003	5,38	3,16	5,37	5,29	389,85	72,58
2004	5,57	3,41	5,63	4,84	416,26	73,88
2005	5,62	0,89	5,76	2,31	419,56	72,83
2006	7,04	25,27	6,19	7,47	457,98	74,05

Quadro 4 – Área plantada, Colhida e Produtividade da Cana-de-Açúcar  
Fonte: Balanço Nacional de Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007)

De acordo com os dados do Quadro 4, para o ano 2001 a área plantada correspondia a 5,02 milhões de hectares, apresentando um aumento de 4,15% com respeito ao ano 2000. Em 2002 a área tinha-se acrescentado em 3,65% e em 2003 tinha aumentado 3,16%. Os anos posteriores seguiram apresentando aumentos até chegar finalmente ao ano 2006 onde a área plantada chegou a ocupar 7,04 milhões de hectares, representando um aumento de 25,27%, a maior expansão da área dedicada ao cultivo de cana desde o ano 2000.

No que diz respeito à área colhida e à produção, pode-se notar que as mesmas mantiveram aumentos constantes e crescentes ano após ano. No tocante à produtividade, nota-se que a única diminuição que apresentou o setor se deu em 2005. Com tudo o anterior, pode-se dizer mais uma vez, que o aumento da área plantada e por sua vez da área colhida e da produção da Cana-de-Açúcar, estão em função das pressões feitas pela demanda nacional e internacional.

Por outro lado, a relação existente entre área plantada, a área colhida, a produção e a produtividade da cultura são analisadas em forma separada. O comportamento da área colhida é bastante parecido com o da área plantada, desta maneira em termos gerais quando há um aumento na área plantada, há um aumento na produção da lavoura e a mesma situação acontece com a área colhida, quando a área colhida apresenta um aumento, a produção também apresenta um aumento. Isto não quer dizer que de maneira isolada a produção não responda de maneira contrária, apresentando aumentos onde houve uma diminuição da área plantada e/ou da área colhida.

No tocante à produtividade, pode-se dizer que a mesma se comporta de maneira independente à área plantada e a área colhida. Finalmente a área colhida normalmente é menor do que a área plantada, mas não significa que não apresente esporadicamente uma extensão territorial maior do que a área plantada.

Em termos de distribuição e destinação da produção correspondente à indústria sucroalcooleira, destina-se aproximadamente a metade da mesma para a produção de cana e a outra metade para a produção de álcool. A continuação se apresenta o Quadro 5 com a estimativa de produção e destinação da Cana-de-Açúcar por Estado e Região:

REGIÃO	TOTAL	CANA-DE-AÇÚCAR (em 1000 t) INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA			
		TOTAL	AÇÚCAR	ÁLCOOL	OUTROS
<b>NORTE</b>	<b>1.330,80</b>	<b>1.137,40</b>	<b>197,40</b>	<b>940,00</b>	<b>193,40</b>
AM	303,00	248,50	160,60	87,90	54,50
PA	736,70	685,10	36,80	648,30	51,60
TO	291,10	203,80	0,00	203,80	87,30
<b>NORDESTE</b>	<b>65.011,40</b>	<b>54.927,60</b>	<b>33.675,00</b>	<b>21.252,70</b>	<b>10.083,90</b>
MA	2.341,40	1.957,40	30,40	1.927,00	384,00
PI	887,00	754,00	0,00	754,00	133,10
CE	1.942,90	23,30	0,00	23,30	1.919,60
RN	3.164,10	2.911,00	1.993,40	917,60	253,10
PB	6.576,10	5.326,60	1.249,50	4.077,20	1.249,50
PE	19.508,60	16.387,20	12.095,30	4.291,90	3.121,40
AL	25.410,40	24.139,90	16.897,90	7.242,00	1.270,50
SE	1.626,80	1.171,30	431,10	740,20	455,50
BA	3.554,10	2.256,90	977,40	1.279,50	1.297,20
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>53.544,20</b>	<b>48.511,50</b>	<b>17.241,80</b>	<b>31.269,70</b>	<b>5.032,70</b>
MT	15.642,10	14.828,70	4.614,40	10.214,30	813,40
MS	14.957,60	13.835,80	5.055,70	8.780,10	1.121,80
GO	22.944,50	19.847,00	7.571,70	12.275,30	3.097,50
<b>SUDESTE</b>	<b>360.948,20</b>	<b>321.470,00</b>	<b>159.241,40</b>	<b>162.228,70</b>	<b>39.478,20</b>
MG	40.961,80	36.742,70	17.613,60	19.129,20	4.219,10
ES	4.046,30	3.014,50	424,90	2.589,60	1.031,80
RJ	6.929,70	3.603,40	2.148,20	1.455,20	3.326,30
SP	309.010,40	278.109,40	139.054,70	139.054,70	30.901,00
<b>SUL</b>	<b>47.142,00</b>	<b>42.105,70</b>	<b>21.226,30</b>	<b>20.879,50</b>	<b>5.036,30</b>
PR	45.162,30	42.000,90	21.226,30	20.774,70	3.161,40
SC	669,70	0,00	0,00	0,00	669,70
RS	1.310,00	104,80	0,00	104,80	1.205,20
<b>BRASIL</b>	<b>527.976,60</b>	<b>468.152,20</b>	<b>231.581,90</b>	<b>236.570,60</b>	<b>59.824,50</b>

Quadro 5 – Produção e Destinação da Cana-de-Açúcar (Safrá 2007/2008)

Fonte: CONAB. Acompanhamento da Safrá Brasileira. Cana-de-Açúcar: Safrá 2007/2008 (1º Levantamento Maio 2007).

De acordo com os dados apresentados, de 527,97 milhões de toneladas que foram colhidas na primeira safra do presente ano, 468,15 milhões de toneladas foram destinadas para a indústria sucroalcooleira, onde 231,58 milhões (49,47%) foram utilizadas para a produção de açúcar e 236,57 milhões (50,53%) para a produção de álcool. Só a indústria sucroalcooleira, utiliza aproximadamente 88,67% da produção total de cana, o restante 11,33% (59.824,50 milhões de t) é utilizado para a produção de rapadura, melado, aguardente e forragem.

No referente à produção regional (açúcar, álcool e outros) pode-se notar que só o Sudeste, é responsável por 68,36% da produção nacional, seguido pelo Nordeste com 12,31%, o Centro-Oeste com 10,14%, o Sul com 8,93% e finalmente a Região Norte com 0,25%. Por outro lado, os estados que mais se destacam na produção de cana (açúcar, álcool e outros) são: São Paulo com 58,53%, Paraná com 8,55%, Minas Gerais com 7,76%, Alagoas com 4,81%, Goiás com 4,35%, Paraíba com 0,14% e 15,86% foi produzido pelo resto dos estados.

#### 1.3.2.2 Produção Mundial

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), são trinta e cinco os principais países produtores de Cana-de-Açúcar, dentre os quais se destacam primeiramente o Brasil com 34,35% da produção mundial, a Índia com 18,87%, a China com 7,13%, Paquistão com 3,84% e o resto dos países com 35,81%, tal como se apresenta na Figura 5:

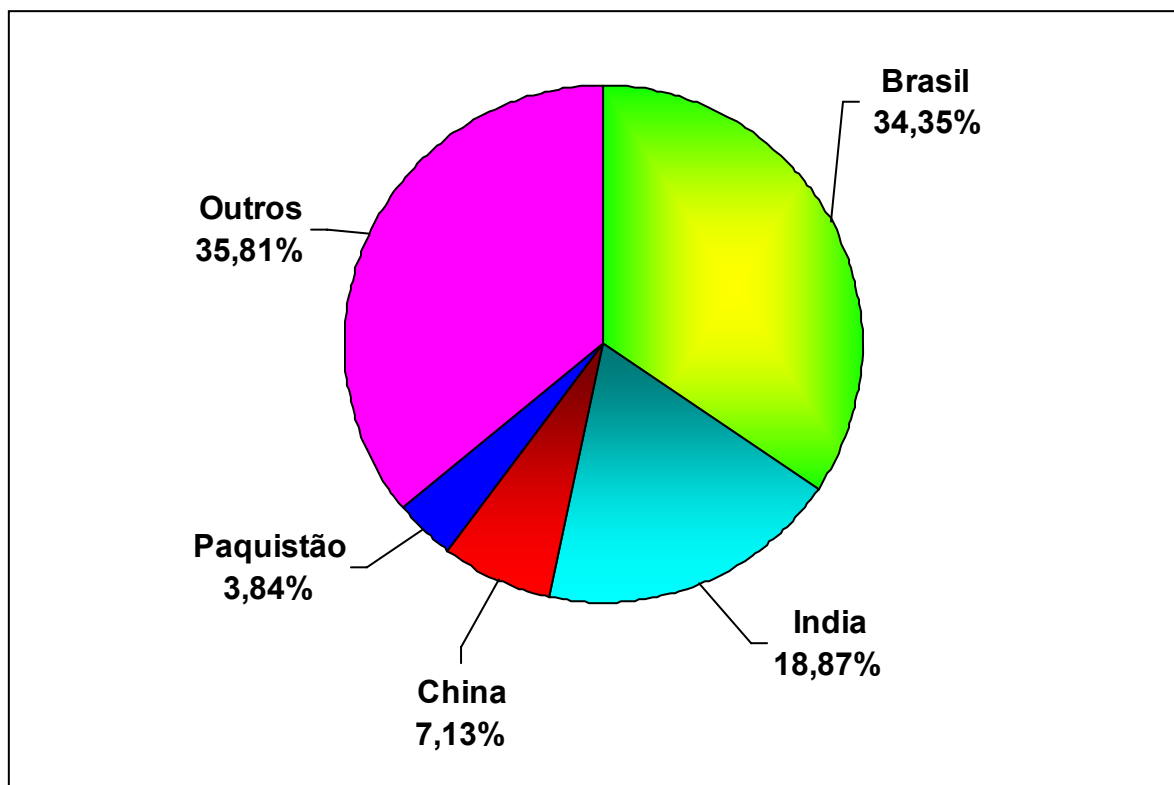


Figura 5 – Distribuição da Produção Mundial de Cana-de-Açúcar em 2005.  
Fonte: Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007).

Dentre os produtos derivados da cana-de-açúcar podem-se mencionar em ordem de importância o álcool anidro ou etanol, o açúcar e em pequena porcentagem outros derivados. A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) novamente fez uma classificação dos principais países produtores do etanol e dentre os 34 países que foram selecionados, o Brasil se encontra novamente em uma posição vantajosa, tal como se pode observar na Figura 6 a continuação:

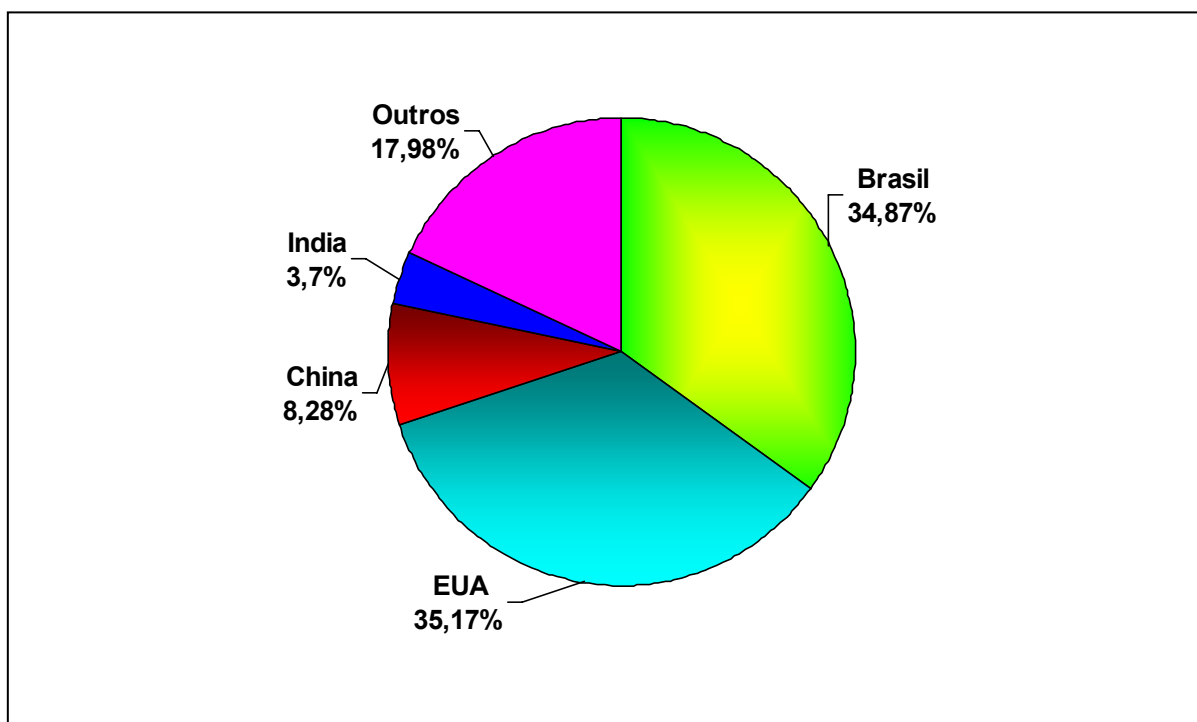


Figura 6 – Distribuição da Produção Mundial de Etanol em 2005  
Fonte: Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007).

O Brasil é responsável por 34,87% da produção mundial, Estados Unidos tem uma participação de 35,17%, sendo o etanol deste país produzido com milho. No que respeita à China, a mesma responde por 8,28% dessa produção, a Índia produz 3,7% e finalmente o resto dos países são responsáveis pelo remanescente 17,98%.

O Brasil ocupa uma posição fundamental no que se refere à produção de cana-de-açúcar e etanol, mantendo a liderança em ambos os mercados.

### 1.3.3 Terras Agricultáveis e Biodiversidade

No tocante à competição de terra cultivável para a produção de alimentos e/ou produção de energia, pode-se dizer que de acordo com a opinião de alguns especialistas ligados ao setor produtivo e às agências de governo tais como a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), Conservação Internacional (CI), União Canavieira (UNICA) e Agropolma, as quantidades exigidas atualmente e no futuro para a produção de biodiesel e

etanol não gerariam disputa pelo espaço agriculturável do país. No entanto, existe um mercado internacional que poderia mudar essa expectativa.

No que diz respeito aos ecossistemas brasileiros, considerados entre os mais ricos do mundo em biodiversidade, já tem sofrido alterações em decorrência da expansão agropecuária, e poder-se-ia ver ainda mais afetada caso venha ocorrer uma expansão desordenada da agroenergia. O Quadro 6 apresenta as diversas áreas que conformam o território brasileiro:

Ocupação	Milhões Ha.	%
<b>Floresta Amazônica e áreas de proteção</b>	<b>405</b>	<b>48</b>
<b>Cidades, rodovias, lagos, rios e outros</b>	<b>20</b>	<b>2</b>
<b>Área de produção agropecuária</b>	<b>366</b>	<b>43</b>
Pastagens	210	24,6
Culturas temporárias e permanentes	61	7,2
Florestas Cultivadas	5	0,6
Fronteira Agrícola	90	10,6
<b>Outros Usos</b>	<b>60</b>	<b>7</b>
<b>Brasil</b>	<b>851</b>	<b>100</b>

Quadro 6 – Distribuição da Área Ocupada de acordo com o tipo de atividade  
Fonte: Plano Nacional de Energia 2030. MME-EPE (2006)

Como se pode observar, dos 851 milhões de hectares que compõem o país, 405 milhões correspondem à floresta amazônica e áreas protegidas, 20 milhões estão ocupadas com cidades, rodovias e lagos entre outros, 366 milhões correspondem a área de produção agropecuária a qual está subdividida da seguinte maneira: 210 milhões de hectares são utilizados para pastagem, 61 milhões à produção de culturas temporárias e permanentes, 5 milhões pertencem às florestas cultivadas e 90 milhões correspondem à área potencialmente expansível para atividades da agropecuária. Finalmente existem 60 milhões de hectares que são ocupados para outros usos. Só a área dedicada à produção agropecuária representa 43% do total de hectares ocupados em nível nacional, 24,6% são utilizados para pastagem e 7,2% para o cultivo de lavouras. Já a fronteira agrícola representa 10,6% dos hectares que ainda não foram ocupados e que com o crescimento do agronegócio o risco dessa área diminuir aumenta.



Por outro lado, o Brasil abriga dois sítios geográficos importantes em biodiversidade (Mata Atlântica e Cerrado), mais de 50% da mais rica área em biodiversidade do planeta (Amazônia) e a maior área alagada tropical do mundo, o Pantanal. Essas áreas prioritárias nacional e internacionalmente para a conservação, já passam por problemas sérios de desmatamento, degradação ambiental e poluição. A soja começou pelo Sul e rapidamente se estendeu para outros estados e regiões colocando atualmente em risco a Amazônia. No que diz respeito à cultura da cana-de-açúcar, ela ocupa hoje largas extensões da Mata Atlântica de São Paulo e do Nordeste, ambientes considerados dentre os mais ricos em riqueza de espécies em todo o mundo. Os cenários para a expansão da agroenergia, podem sem dúvida agravar seriamente esses problemas, já bastante graves, se medidas adequadas e salvaguardas não forem implementadas antes da expansão prevista. A seguir nas Figuras 7 e 8, se detalha o anteriormente mencionado:

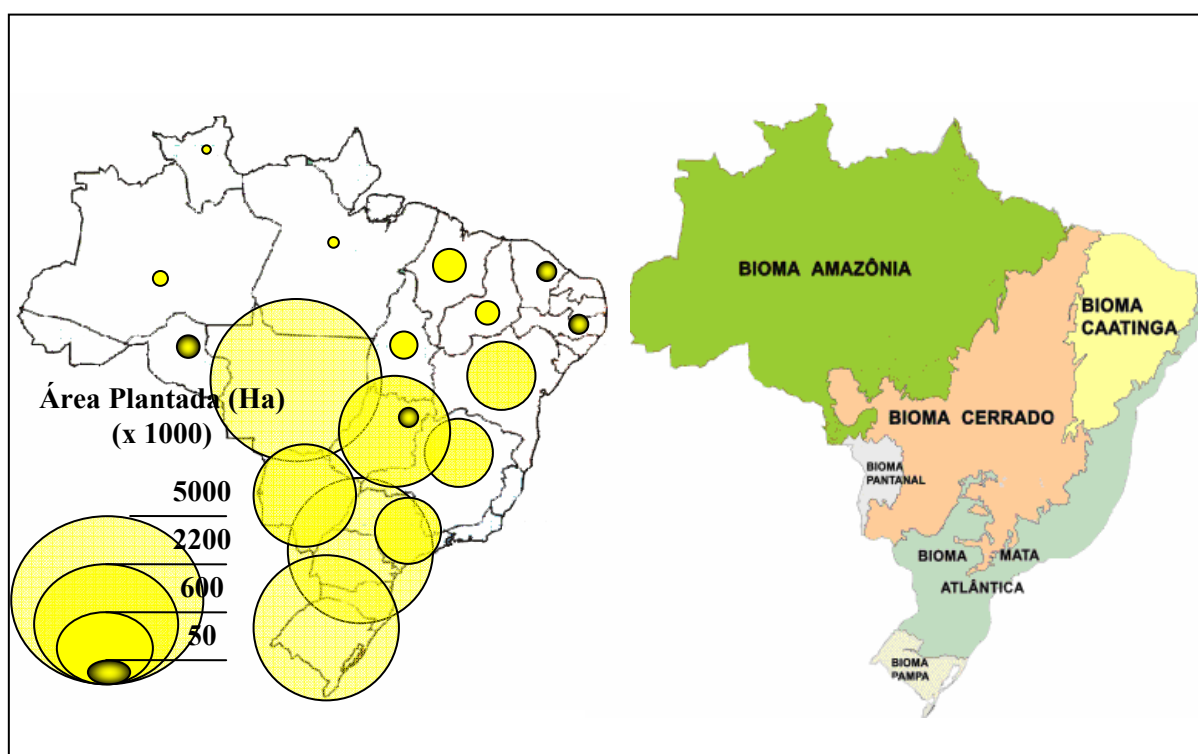


Figura 7 – Área ocupada pela Soja<sup>5</sup> Vrs Biomas do Brasil em 2006.

Fonte: Avaliação e Planejamento Integrados no Contexto do Plano BR-163 Sustentável: O setor da Soja na Área de Influência da Rodovia BR-163. Relatório Final. MMA (2006).  
IBGE, Geociências (2007)

A proporção da área plantada da soja abrange grande parte do território nacional, ocupando vastas proporções dos biomas brasileiros. Desta maneira pode-se notar como a área

<sup>5</sup> Mapa Atualizado pela Autora deste documento.

plantada dos Estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul segundo dados atualizados em 2006, varia entre 2.2 e 5 Milhões de hectares, já a área plantada dos Estados de Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia oscila entre 600 Mil ha. e 2.2 Milhões de hectares. A área correspondente aos Estados de Santa Catarina, Piauí, Amazonas, Roraima, Maranhão e Tocantins se encontra entre 50 e 600 Mil hectares. Finalmente a extensão da área plantada dos estados de Pernambuco, Ceará, Acre e o DF se encontra entre a faixa de 0 a 50 Mil hectares. No que diz respeito a área ocupada pela cana-de-açúcar, a Figura 8 apresenta uma dimensão da sua atual extensão geográfica:

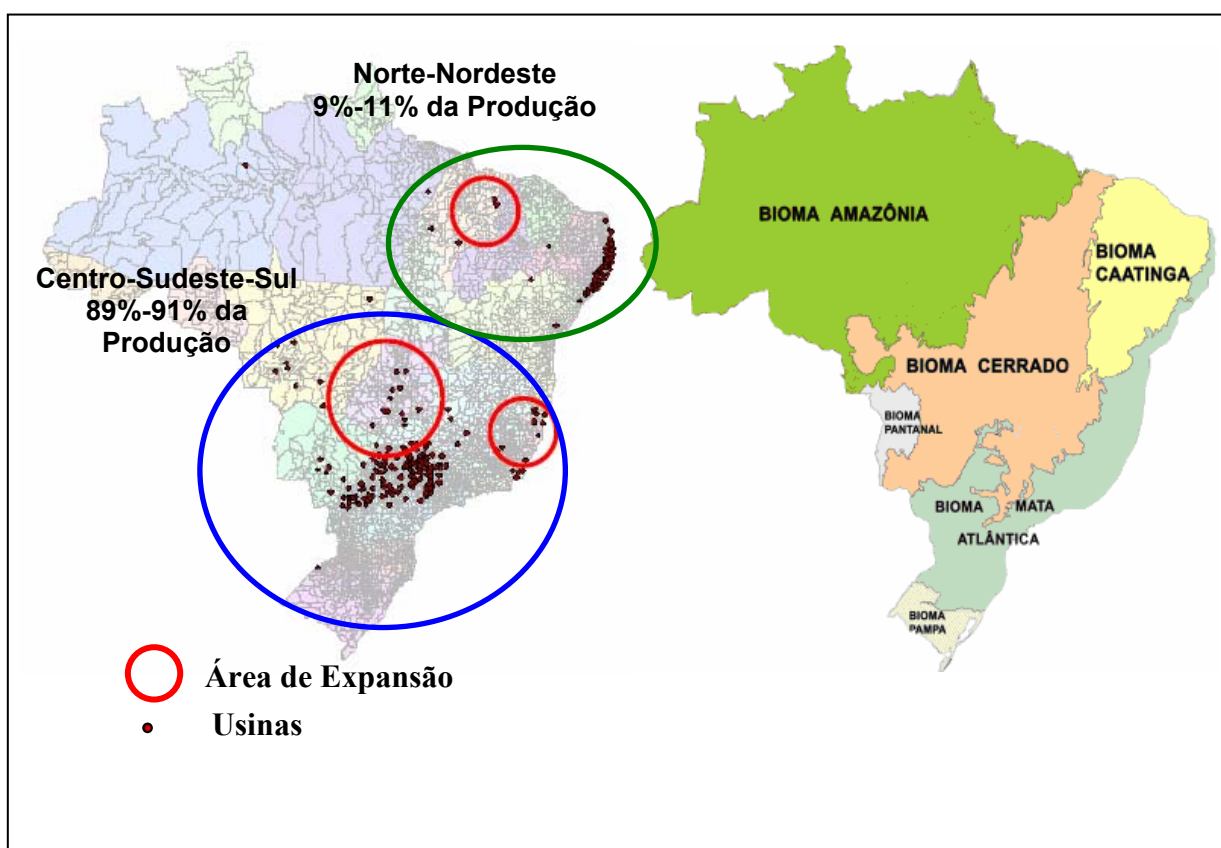


Figura 8 – Área Ocupada pela Cana-de-Açúcar Vrs Biomas do Brasil em 2006.  
 Fonte: Plano Nacional de Energia 2030. MME-EPE (2006)  
 IBGE, Geociências (2007)  
 DATO (2006)

Tal como se pode observar, as Regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul, são responsáveis por gerar entre 89% e 91% da produção nacional, a diferença da região do nordeste que gera entre 9% e 11% da produção no país. Só o Estado de São Paulo é responsável por 50% da produção sucroalcooleira. Isto indica que uma grande parte do bioma da Mata Atlântica localizada nesse estado está ocupada com plantações e usinas de cana-de-açúcar. O Nordeste

por sua parte também ocupa igualmente uma vasta área desse bioma com o cultivo e a produção da cultura, sendo a biodiversidade ameaçada com o desmatamento por causa do avanço da fronteira agrícola.

Não há dúvida de que um aumento desordenado da área plantada e da produção em prol das atividades agropecuárias podem prejudicar seriamente os ativos naturais.

#### 1.4 SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS NATURAIS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA

Hoje em dia não é desconhecido para ninguém o termo sustentável. A maioria dos projetos a serem desenvolvidos por entidades privadas, governamentais ou aquelas pertencentes ao terceiro setor, devem conter na fase de planejamento algum aspecto socioambiental. A dificuldade que se experimenta é tentar conciliar os interesses sociais com os econômicos, e neste sentido, com a globalização do sistema capitalista, a maximização do lucro é a ação predominante de qualquer setor produtivo para garantir a sua permanência e/ou progresso. O problema principal é que este progresso normalmente se dá em detrimento dos recursos naturais. A partir daí vários políticos pertencentes a governos de países desenvolvidos, decidiram incorporar nos seus discursos a importância de preservar os recursos naturais para garantir a sobrevivência de todos os seres humanos incluindo aqueles que não estão presentes. Este discurso começou com o termo ecodesenvolvimento introduzido por Maurice Strong, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (CNUMAH), a qual foi realizada em Estocolmo, Suécia em 1972.

Este ecodesenvolvimento evocava um novo estilo de vida, com valores próprios, um conjunto de objetivos definidos socialmente e visão do futuro, por isso caracterizou-se como um projeto de civilização. Foi a partir dessa configuração que Ignacy Sachs elaborou o que se denomina ‘as cinco dimensões da sustentabilidade do ecodesenvolvimento’ tal como se apresenta no Quadro 7 a continuação:

DIMENSÃO	OBJETIVO
Sustentabilidade Social	Redução das desigualdades Sociais
Sustentabilidade Econômica	Aumento da Produção e da Riqueza Social sem dependência externa
Sustentabilidade Ecológica	Melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações
Sustentabilidade Espacial/Geográfica	Evitar excesso de aglomerações
Sustentabilidade Cultural	Evitar conflitos culturais com potencial regressivo

Quadro 7 – Dimensões da Sustentabilidade  
Fonte: MONTIBELLER (2004).

O ecodesenvolvimento implicava um desenvolvimento que respondesse a variáveis endógenas, mas com o fenômeno da globalização o desenvolvimento se viu forçado a responder a variáveis exógenas. Neste sentido, Guimarães (2001) menciona que a principal ameaça é originária do ambiente externo e que a internacionalização dos mercados, da produção e dos modelos culturais enfraquece a capacidade dos Estados de manter a unidade e identidade nacional.

Na metade dos anos 1980 o discurso de desenvolvimento começa a tomar novamente importância, tendo desta vez como base a alternativa neoliberal.

Em 1987 o conceito de Desenvolvimento Sustentável é utilizado por primeira vez pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), conferência mundial realizada em Ottawa, Canadá. Nessa reunião foram mencionados os princípios que estavam intrínsecos na definição do mesmo:

O conceito de desenvolvimento sustentável e equitativo foi colocado como um novo paradigma, tendo como princípios:

- Integrar conservação da natureza e desenvolvimento;
- satisfazer as necessidades humanas fundamentais;
- perseguir equidade e justiça social;
- buscar a autodeterminação social e respeitar a diversidade cultural;
- manter a integridade ecológica (MONTIBELLER, 2004, p.49-50)

Em 1987, se efetua a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) em Genebra, onde se discutiram os temas contidos no relatório de Brundtland<sup>6</sup>. Foi a partir dessa reunião que o termo sustentável começou a ser utilizado com mais frequência por diversas entidades e para diversas situações. Nessa mesma comissão se retoma o conceito de desenvolvimento sustentável, dando-lhe a seguinte definição:

“O Desenvolvimento Sustentável responde às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades” (CMMAD, 1987).

Finalmente, em 1992 se realizou a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como Eco92, no Rio de Janeiro, onde os governos participantes decidiram adotar uma declaração referente ao Ordenamento, à Preservação e ao Desenvolvimento Sustentável das Florestas e concordaram com as estratégias e políticas estabelecidas na agenda 21<sup>7</sup> no referente à temática de desmatamento.

O Discurso do Desenvolvimento Sustentável surgiu e tem se mantido durante todo este tempo com a expectativa de que com ele ia-se obter um desenvolvimento mais justo e equitativo. Poder-se-ia dizer que o mesmo se encontra ante uma bifurcação, por um lado, oferece um possível caminho para a instauração de uma nova racionalidade econômica capaz de oferecer respostas adequadas às contradições e doenças socioambientais geradas pelo

---

<sup>6</sup> Este nome se deriva da Organizadora da Comissão, Sra. Gro Harlem Brundtland, Ministra de Noruega na época.

<sup>7</sup> Nesta agenda se estabeleceram os conceitos operacionais para a aplicação da política de desenvolvimento sustentável, referenciando a construção de Planos de Ação a serem implementados em nível global, nacional e local, bem como pelos cidadãos, em todas as áreas onde a atividade humana provoca impactos ambientais.

capitalismo, e por outro, aparenta ser uma ideologia que busca mascarar o caráter essencialmente depredador do capitalismo (MACHADO, 2005).

O atual modelo de desenvolvimento criado pelos países que lideram a revolução industrial se baseia no crescimento ilimitado e ele foi deslocado como receita universal para os países subdesenvolvidos vindo acrescentar as desigualdades sociais. No caso do Brasil, o modelo econômico utilizado para desenvolver o país foi essencialmente agrícola. Isto teve sustento por duas razões, primeiramente porque uma alta porcentagem das exportações brasileiras eram de produtos primários agrícolas e segundo, porque haviam interesses ligados ao comércio exterior. O país passou a depender da agricultura extensiva para se desenvolver, colocando-o rumo ao retrocesso socioecológico (FURTADO, 1974).

De acordo com Bursztyn (2001) esse modelo está fundamentado em teorias econômicas que apresentam uma trajetória linear, como se a construção do desenvolvimento econômico fosse um caminho acessível a todos os povos. Este modelo não tomava em consideração algumas limitantes para seu crescimento, tais como os limites ecológicos, o qual podia gerar conflitos dependendo de como e com que finalidade são utilizados os recursos naturais.

O atual modelo se apropria dos recursos naturais para materializar os projetos, tal é o caso da soja, da cana ou de qualquer outra cultura que tem sua base sustentada no campo e por tanto está sujeita a cumprir com certos padrões da indústria agropecuária em termos de operacionalização, quantidade e qualidade do produto, para finalmente poder colocar um preço e desta maneira recuperar todos os custos que acarretou a produção da lavoura. O problema é que não se tem conhecimento suficiente para calcular o valor econômico das espécies biológicas que se perdem nesse processo. (NORTON, 1997, p.255 apud MOTA, 2001).

Um aspecto que incentiva a apropriação dos recursos naturais é a sua localização geográfica, tal é o caso dos produtores de biodiesel, cuja matéria-prima está composta por óleo vegetal e álcool (Metanol/Etanol). No caso específico dos produtores de biodiesel de soja que decidirem optar pela rota etílica, deverão preferencialmente localizar suas usinas perto das plantações de cana-de-açúcar e soja. Tal como este caso, a localização geográfica de um

projeto responde a processos decisórios políticos que muitas vezes se desviam do plano original, ou inclusive não se chega a realizar, tudo depende das variáveis e os interesses que estejam no meio e por trás da implantação de determinado projeto.

É urgente encontrar um modelo que tome em consideração o aspecto socioambiental e deixe de lado a teoria utilitarista, já que a atual civilização industrial e o modelo de vida que ela trouxe, tem gerado um custo considerável para a natureza e para sociedade.

Segundo Furtado (2002) somente uma sociedade aberta, democrática e pluralista está em condições de adotar um verdadeiro modelo de desenvolvimento social, já que nos países do Terceiro Mundo e especificamente no Brasil, dadas as atuais condições de entrosamento internacional dos sistemas produtivos e dos circuitos financeiros, resulta difícil e quase impossível remover as estruturas de privilégios, aumentando o enriquecimento de uns poucos em detrimento da miséria de uma ampla maioria e da exploração dos recursos naturais.

No que diz respeito à produção de energia, é importante que se estabeleça um modelo que vise mudar a história da produção agrícola, podendo evitar uma nova concentração de terras e de riqueza levando a um novo episódio de crescimento concentrador e excludente. Por outro lado, as áreas plantadas tanto da soja quanto da cana-de-açúcar, para efeitos deste trabalho, não podem nem devem seguir impactando as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, como já aconteceu no passado. Não deve existir razão ecológica, social ou econômica para justificar os desmatamentos e novas conversões de ecossistemas naturais em ecossistemas agroenergéticos. Cabe ao governo aumentar a eficiência e eficácia dos mecanismos de controle, por meio do reforço da lei, esforços continuados de ampliação e aparelhamento dos efetivos de fiscalização, com ênfase na desconcentração de atribuições, integração de atuação, fortalecimento das estruturas físicas e transparência nos resultados, só assim, o plano de agroenergia estará em direção à rota da sustentabilidade.

## 1.5 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA OS BIOCOMBUSTÍVEIS

O Brasil possui uma experiência longa e diversificada na produção e uso de biocombustíveis, isto lhe permite ambicionar a liderança desse mercado no âmbito internacional.

Fatores como a oscilação no preço dos combustíveis fósseis, mudanças climáticas e a importância da energia no custo de produção, principalmente na indústria agropecuária, fazem com que a procura por recursos energéticos renováveis seja cada vez maior (MAPA: Diretrizes, 2007).

Cuidado especial deve ser tomado para com a agroenergia, pois o processo de produção das matérias-primas está associado ao ciclo biológico das espécies e o aumento da sua produção pode colocar em risco a existência das mesmas, tal como foi mencionado antes. A expansão da fronteira produtiva deve ser feita de forma a respeitar limites ambientalmente aceitáveis, minimizando por sua vez as perturbações no mercado de alimentos.

A ampliação da participação da agroenergia no país propicia a oportunidade de executar políticas sociais, ambientais e econômicas, além de alinhar-se com ações de carácter estratégico internacional. Neste sentido, pode-se dizer que o estado de São Paulo, foi pioneiro na definição de políticas que permitiram realizar pesquisas e incorporar Programas na área da agroenergia, tal como se verá a continuação.

### 1.5.1 Participação do Estado de São Paulo na definição de Políticas Públicas para a Agroenergia

Por ser um estado promissório desde o ponto de vista agrícola, industrial e econômico, o Estado de São Paulo sempre teve uma grande participação na definição de Políticas que incentivassem a produção e uso de biocombustíveis. Em 1970 o setor açucareiro desse estado já contava com uma infra-estrutura que permitiu fundamentar o Programa Nacional de Produção de Alcool (PROÁLCOOL) em 1975 por meio da implantação de destilarias de



álcool anexas às usinas de açúcar. Este programa foi considerado como a maior experiência mundial de exploração comercial de biomassa como fonte energética.

Com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em 2005, este Estado adquire novamente importância, já que independentemente de qual for a oleaginosa que vai ser utilizada para produzir biodiesel, sua composição vai precisar de álcool. Isto é, se o álcool a ser utilizado for bioetanol proveniente da cana-de-açúcar.

Ambos os programas organizaram a cadeia produtiva, definiram as linhas de financiamento, estruturaram a base tecnológica e editaram o marco regulatório. A única diferença que apresentam entre si, é o Selo de Combustível Social que visa apoiar a agricultura familiar por meio da geração de emprego e renda no campo (PAULA, SAKATSUME, 2006). Este ponto será analisado com mais detalhe na seção 2.6.

## 2. BIODIESEL DE SOJA VIA ROTA ETILICA

### 2.1 O que é o Biodiesel?

Existem diversas definições para o biodiesel, aqui citarei a definição autorizada e aprovada pelo Ministério de Agricultura e Desenvolvimento:

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que é obtido por meio do processo da transesterificação. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos vegetais, existindo dezenas de espécies vegetais no Brasil que podem ser utilizadas, tais como mamona, dendê, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras.

Por outro lado, segundo a Lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005 define o biodiesel da seguinte maneira:

“O biodiesel é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

### 2.2 Cadeia Produtiva do Biodiesel

O processo de produção de biodiesel começa com o plantio da lavoura no campo, seguido pela preparação da matéria-prima que é realizada pela indústria de oleaginosas e cujo produto final é processado pelos produtores de biodiesel. Posterior à sua produção, o B100 pode ser transportado tanto aos centros de distribuição autorizados quanto às refinarias onde é realizada a mistura correspondente (B2, B5, etc.), daí é novamente transportado até os centros revendedores onde o produto é oferecido ao consumidor final, tal como se apresenta na Figura 9. Nas seguintes seções se explicarão os diversos pontos desta cadeia produtiva.

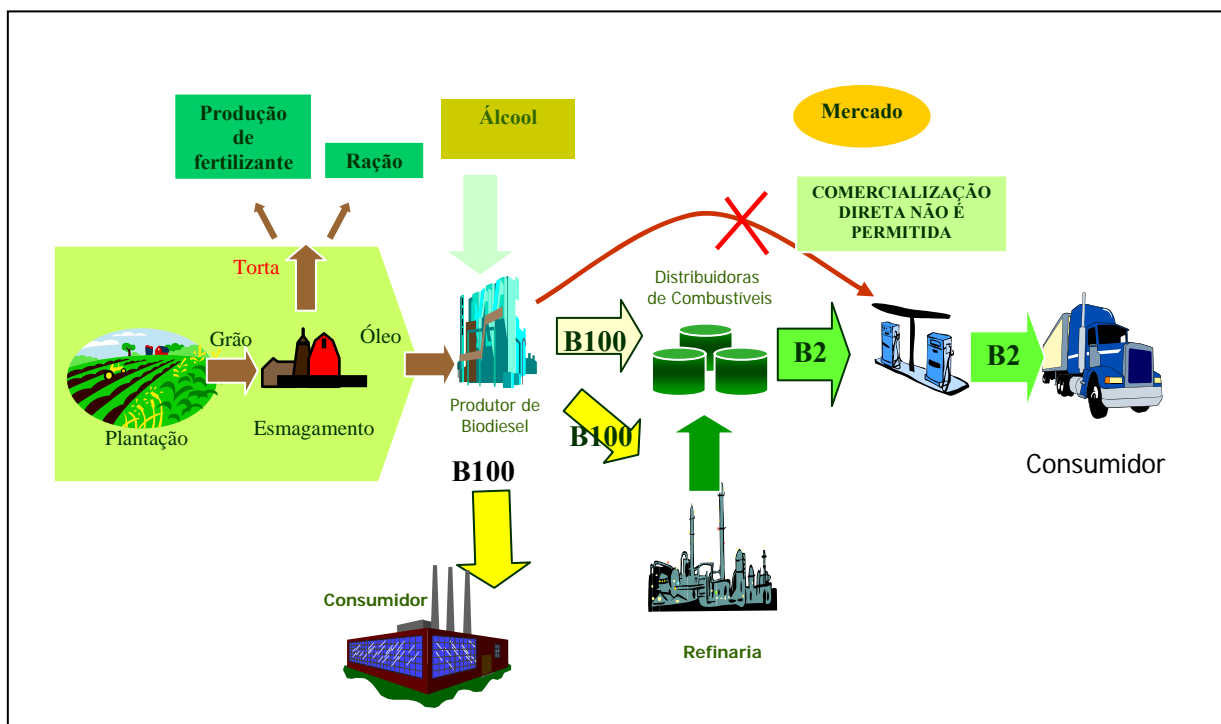


Figura 9 – Cadeia Produtiva do Biodiesel.  
Fonte: FURIAN (2006).

## 2.2.1 Matérias-Primas para a Produção de Biodiesel

Para a produção de biodiesel são necessárias as seguintes matérias-primas: óleo vegetal, álcool e catalisador. A seguir se detalharão e explicarão alguns aspectos técnicos de cada umas dessas matérias primas:

### 2.2.1.1 Soja e outras Oleaginosas

Dentre as oleaginosas mais conhecidas e que são utilizadas para produzir biodiesel se encontram: a soja, o dendê, o girassol, o algodão, o amendoim, a mamona, a canola e o pinhão manso. O Quadro 8 apresenta uma série de características que as diferenciam entre si, tal como pode-se observar:

Oleaginosa	Teor de óleo	Rendimento Aproximado de Óleo Vegetal Kg/Ha	Tipo de Cultura
Soja	20%	564	Temporária
Dendê	26%	4.000	Permanente
Girassol	44%	667	Temporária
Algodão	19%	361	Temporária
Amendoim	45%	676	Temporária
Mamona	48%	470	Temporária
Canola	38%	570	Temporária
Pinhão Manso	37%	2.000	Permanente

Quadro 8 – Informações Técnicas de Oleaginosas

Fonte: Balanço Nacional de Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007).

As características fisiológicas da planta é um dos aspectos a ser tomado em consideração na hora de escolher a oleaginosa que vai ser utilizada no processo de produção de biodiesel. Entre essas características podem-se mencionar o rendimento e teor de óleo e o tipo de cultura. Desta maneira tanto o dendê quanto o pinhão manso são duas culturas que além de ser culturas permanentes, possuem um alto rendimento de óleo vegetal por hectare. Em termos de teor de óleo, a Mamona, o Amendoim e o Girassol são as oleaginosas cujo teor de óleo se encontra entre os mais altos. Apesar da soja não apresentar vantagens no referente aos aspectos fisiológicos quando comparada com outras oleaginosas, ela possui uma infraestrutura bastante desenvolvida em termos financeiros, tecnológicos e logísticos que fazem com que inicialmente seja indicada como a oleaginosa sobre a qual poderá se sustentar o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) a longo prazo. Na atualidade a soja está tendo uma participação importante na produção de biodiesel em nível nacional, mas será importante mudar essa situação devido a que como tem se mencionando, a soja é dependente do mercado internacional, deixando ao setor industrial susceptível a eventuais mudanças.

### 2.2.1.2 Álcool no Processo Produtivo de Biodiesel

Outra das matérias primas utilizadas para a produção de biodiesel é o álcool (metanol ou etanol). Atualmente na produção de biodiesel no Brasil se utiliza metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), que é derivado do petróleo, portanto não renovável. Uma alternativa para substituir o uso deste recurso fóssil é o etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), e dada a abundância do produto feito no Brasil, a oferta do mesmo encontra-se disseminada por todo o território nacional, podendo favorecer em termos de custos de transporte tanto aos fornecedores quanto aos consumidores do produto. No entanto, existe uma série de fatores como as propriedades físicas da matéria, variáveis de mercado e aspectos tecnológicos que intervêm no processo e que o colocam em desvantagem ante o metanol. O Quadro 9, apresenta algumas das propriedades e características físicas e econômicas que ambos os produtos possuem em relação com o processo produtivo de biodiesel:

Quantidade e Condições Usuais Médias Aproximadas	Rotas de Processo	
	Metílica	Etílica
Quantidade Média Consumida de Álcool por 1.000 litros de biodiesel	75 Kg	120 Kg
Preço Médio em US\$/m <sup>3</sup>	245	365
Temperatura Recomendada de Reação	60°C	85°C
Tempo de Reação	45min	90min
Ponto de Fulgor (Flash Point)	11°C	17°C
Viscosidade (cSt) a 40°C	4,75	5,09

Quadro 9 – Comparação entre Rota Metílica e Etílica  
 Fonte: PARENTE (2003)  
 MACEDO (2004)  
 Methanex Co. Agosto, 2007.  
 BM&F. Agosto, 2007.

A rota metílica precisa de menos quantidade de álcool a ser consumida no processo do que a rota etílica. Outro aspecto é o preço das commodities, é menos caro comprar metanol do que etanol. Desde o ponto de vista de tempo de reação e consumo de energia, o metanol consome menos energia e tempo do que o etanol para realizar a conversão dos ésteres. Outra característica é o ponto de fulgor, que determina a temperatura a qual um líquido libera vapor ou gás em quantidades suficientes para formar uma mistura inflamável. Esta característica é importante em especial no que tange à segurança e aos riscos de transporte, armazenamento e manuseio do produto, quanto menor for o ponto de fulgor, maior será o risco de incêndio, no metanol e etanol estes níveis de fulgor correspondem a 11°C e a 17°C respectivamente.

### 2.2.1.3 Catalisador

O catalisador é um composto químico que ajuda a aumentar a velocidade da reação química sem alterar a composição dos elementos que estão envolvidos no processo. Estes catalisadores podem ser ácidos ou básicos (sodas), estes últimos são os mais utilizados dentre os quais se encontram o hidróxido de potássio (KOH) e o hidróxido de sódio (NaOH).

### 2.2.2 Indústria de Oleaginosas

A indústria de Oleaginosas é a encarregada de extrair o óleo do grão de soja, este óleo conhecido como óleo bruto é submetido a uma série de processos tais como a preparação da matéria-prima, extração e refino de óleo, que vão garantir a qualidade do produto final que poderá ser vendido ou utilizado para consumo humano ou para produzir biodiesel. O fator que determina seu destino é o preço do mercado. A Figura 10 apresenta em detalhe, o anteriormente mencionado:

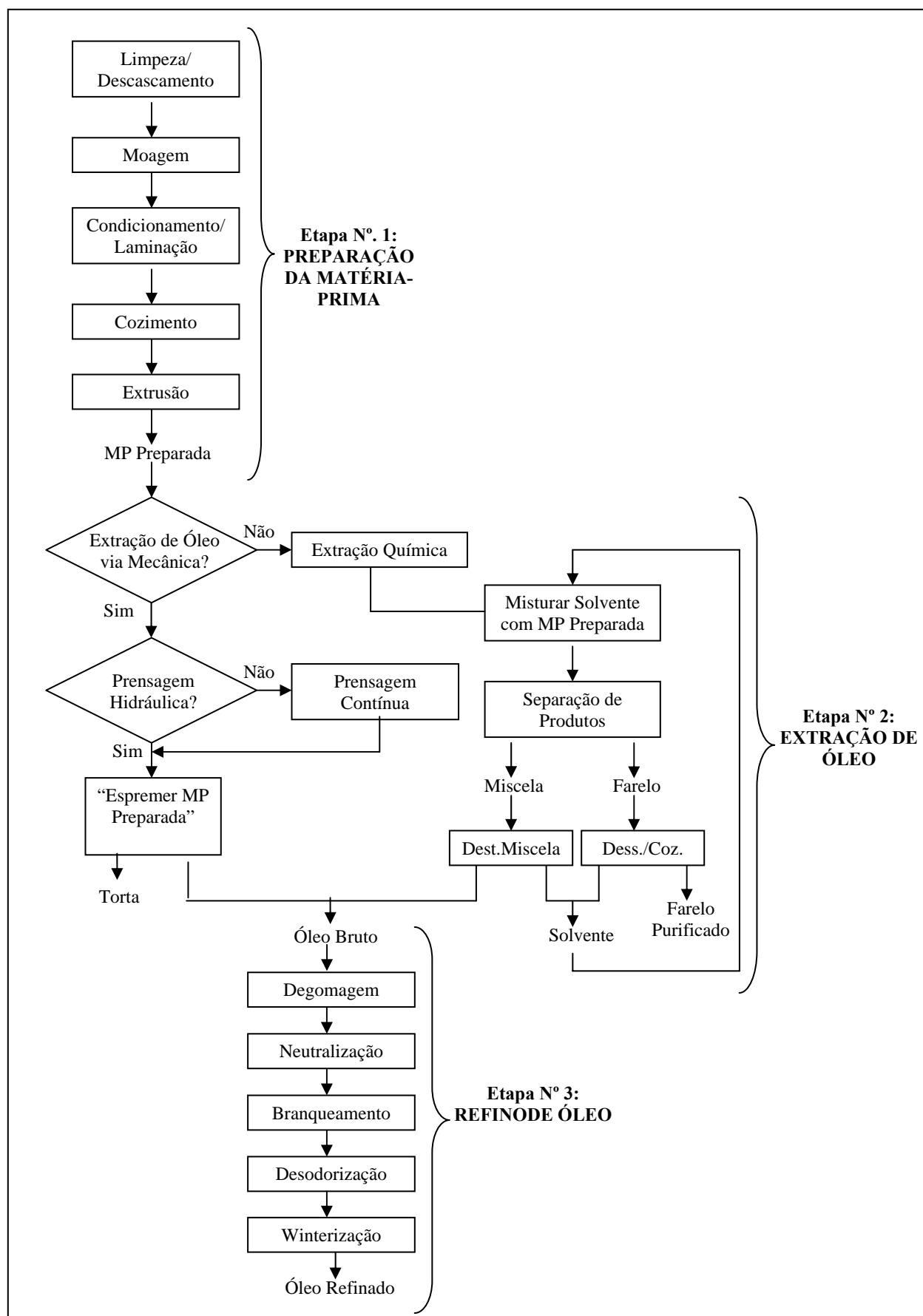


Figura 10 – Fluxograma da Extração de Óleo de Soja.

Fonte: Descrição do Processo Produtivo de Soja. MDA (2007).

Alternativas Tecnológicas Sustentáveis no Processamento de Óleos Vegetais. UFRJ (2007).

### 2.2.2.1 Preparação da Matéria-Prima

A primeira etapa do processo de extração de óleo compete à preparação da matéria-prima. A preparação da mesma vai depender da tecnologia a se utilizar para realizar a extração de óleo e do tipo de matéria-prima. Esta preparação inclui os seguintes passos: limpeza ou descascamento, moagem, condicionamento/laminação, cozimento e extrusão.

#### 2.2.2.1.1 Limpeza/Descascamento

A decorticação ou descascamento é realizada por meio da quebra das sementes em moinhos especiais sendo as cascas separadas por peneiras e correntes de ar. Algumas matérias-primas podem ser extraídas sem o descascamento, mas o rendimento do processo é menor e o farelo ou torta tem qualidade inferior, com menos proteína e mais fibra.

#### 2.2.2.1.2 Moagem

O óleo ou gordura está contido em células dentro das sementes. Com ajuda de moinhos especiais, estas células conseguem ser rompidas para liberar todo esse óleo ou gordura.

#### 2.2.2.1.3 Condicionamento/Laminação

O grão de soja é esmagado com o propósito de facilitar o escoamento do óleo até a superfície da semente. Este material esmagado, forma lâminas que possuem uma espessura de aproximadamente 0,3 mm. Para aumentar a plasticidade, auxiliando a formação de lâminas, o material é aquecido e umidificado (condicionado) antes da laminação.



#### 2.2.2.1.4 Cozimento

Finalmente o produto a ser extraído, deve ser cozido com o objetivo de terminar o rompimento das células, diminuir a viscosidade do óleo e principalmente inativar os fatores anti-nutricionais.

#### 2.2.2.1.5 Extrusão

A última etapa da preparação da matéria-prima cabe ao processo de extrusão, etapa básica antes de realizar a extração de óleo quando a mesma é realizada por meio de solvente. O material extrudado é mais compacto, porém mais poroso que as lâminas, facilitando sua extração.

#### 2.2.2.2 Extração de Óleo

Posterior a preparação da matéria-prima, se deve extrair o óleo ou gordura. Para matérias-primas com altos teores de óleo (mais de 30%), usa-se o processo de prensagem (Extração Mecânica). Para matérias-primas com teores menores de óleo, usa-se a extração por solvente (Extração Química).

Nos processos industriais, geralmente as matérias-primas ricas em óleo são prensadas até um teor de óleo da ordem de 20% e o restante do óleo é extraído por solvente.

Dependendo da tecnologia utilizada para efetuar a extração podem-se obter dois tipos de resíduos: torta, no caso da prensagem e farelo, no caso da extração por solvente.

##### 2.2.2.2.1 Extração por Solvente

O material é misturado com um solvente que geralmente é n-hexano (derivado de petróleo). O óleo se dissolve no solvente formando uma “miscela” que é separada do resíduo

(farelo). A miscela é destilada, separando o solvente do óleo. O farelo é submetido ao processo de dessolventização e cozimento onde é aquecido para retirar o solvente e inativar os fatores anti-nutricionais. Em ambos os casos o solvente é recuperado e reutilizado em novas extrações.

#### 2.2.2.2.2 Extração Mecânica

A extração mecânica se realiza por meio de prensas, estas prensas são cilindros com pequenas perfurações ou formados por barras de aço com um pequeno espaçamento entre elas.

Nas prensas hidráulicas ou descontínuas o material colocado no cilindro é comprimido por um pistão que “espreme” o óleo para fora das sementes.

Nas prensas contínuas o material é comprimido contra as paredes do cilindro por meio de uma rosca.

Em ambos os casos, o óleo “espremido” escoar pelas perfurações ou aberturas do cilindro restando a “torta” que é retirada do cilindro, no caso da prensa hidráulica ou empurrado para fora pela rosca no caso da prensa contínua.

#### 2.2.2.3 Refino de Óleo

O processo de refino de óleo está composto pelas seguintes etapas: degomagem, neutralização, branqueamento, desodorização e winterização.

#### 2.2.2.3.1 Degomagem

Consiste na remoção das gomas, ceras e substâncias que causam o escurecimento do óleo na etapa de desodorização.

#### 2.2.2.3.2 Neutralização

Consiste na remoção dos ácidos graxos livres com hidróxido de sódio (NaOH), reduzindo as gomas residuais e o ponto de fumaça dos óleos. O óleo neutralizado é lavado com água quente para remoção de sabões e é submetido à centrifugação.

#### 2.2.2.3.3 Branqueamento

Nesta etapa se remove o excesso de pigmentos, corantes e resíduos de sabões e metais.

#### 2.2.2.3.4 Desodorização

Por meio deste processo, se removem os odores e sabores desagradáveis causados pelos peróxidos, ácidos graxos livres e pesticidas.

#### 2.2.2.3.5 Winterização

Remove ceras e resinas. Faz um resfriamento lento do óleo para formação de cristais. Nesta etapa conseguem-se remover além de impurezas, indesejáveis para o consumo humano, antioxidantes naturais dentre outros.

## 2.2.3 Produção Industrial de Biodiesel

### 2.2.3.1 Rota Tecnológica

Duas rotas tecnológicas, ou processos químicos, são utilizados para transformar o óleo vegetal em um produto semelhante ao diesel, elas são:

#### 2.2.3.1.1 Craqueamento Catalítico

Consiste na transformação do óleo vegetal em uma mistura de hidrocarboneto por meio da degradação térmica entre 400°C e 500°C dos triglicerídeos<sup>8</sup> que constituem o óleo. Essa degradação é a quebra das moléculas do óleo vegetal e o processo é incentivado pelas altas temperaturas. Por outro lado, os compostos oxigenados corrosivos são removidos com ajuda do catalisador. Este método torna o óleo mais semelhante ao diesel (REVISTA ON-LINE BIODIESELBR: Craqueamento, 2007). O setor produtor de biodiesel não utiliza esta rota devido a que de acordo com o estipulado na resolução 42 da Agência Nacional de Petróleo o produto derivado do seu processo não é considerado biodiesel, mas sim biocombustível. Segundo o definido nesta resolução o biodiesel é um éster a diferença do produto final do craqueamento que é um carboidrato. Os biocombustíveis no Brasil seguem as especificações do diesel. Na atualidade só existe uma planta de craqueamento no país estabelecida na Universidade de Brasília mediante um convênio entre o Instituto de Química e Embrapa.

#### 2.2.3.1.2 Transesterificação

Consiste na reação química que acontece entre um triglicérideo como um óleo e um álcool (metanol, etanol, butanol, etc.) em presença de um catalisador para produzir éster<sup>9</sup> e glicerol<sup>10</sup>. O processo gera duas fases: a fase pesada de glicerol e a fase leve do éster etílico

---

<sup>8</sup> Cadeia composta por três ácidos graxos.

<sup>9</sup> Éster é qualquer de certos compostos orgânicos, líquidos ou sólidos, resultantes da combinação química de um ácido e um álcool.

<sup>10</sup> O Glicerol ou 1,2,3-Propanotriol é um composto orgânico pertencente à função álcool.

(PETERSON, 1996). As matérias-primas necessárias para a produção de biodiesel se apresentam na Figura 11 a continuação:

Rota Metílica					
Ingressam ao reator:			Saem do reator:		
1163 litros			=	1163 litros	
1012 lt Óleo	+ 139 lt Metanol	+ 12 lt de Catalisador	=	1000 lt de Biodiesel (86%)	
87%	12%	1%		+ 104 lt Glicerina	(9%)
				+ 48 lt de metanol	(4%)
				+ 11 lt fertilizantes	(1%)
Rota Etílica					
Ingressam ao reator:			Saem do reator:		
1163 litros			=	1163 litros	
953 lt Óleo	+ 198 lt Etanol	+ 12 lt de Catalisador	=	1000 lt de Biodiesel (86%)	
82%	17%	1%		+ 104 lt Glicerina	(9%)
				+ 48 lt de etanol	(4%)
				+ 11 lt fertilizante	(1%)

Figura 11 – Elementos que interferem no Processo Produtivo de Biodiesel.

Fonte: NBB (2007).

LELE (2007)

Tal como pode-se observar, para produzir 1000 litros de biodiesel utilizando metanol, são necessários aproximadamente: 1012 litros de óleo (87%), 139 litros de metanol (12%) e 12 litros de catalisador (1%), para obter posteriormente 1000 litros de biodiesel (86%), 104 litros de glicerina (9%), 48 litros de álcool (4%) e 11 litros de fertilizante (1%). No caso do etanol, para obter essa mesma quantidade de litros de biodiesel, é necessário inserir 953 litros de óleo (82%), 198 litros de etanol (17%) e 12 litros de catalisador (1%). As matérias que se obtém na saída do processo são as mesmas tanto para a rota metílica quanto para a rota etílica. A quantidade de matéria que foi inserida para realizar o processo deve de sair.

O processo de transesterificação consiste em uma série de reações reversíveis que começa com a separação decrescente das moléculas do óleo triglicérido o qual está composto por três moléculas de glicérido<sup>11</sup>. Desta forma, o óleo vegetal passa de um triglicérido para um diglicérido e deste, a um monoglicérido. Uma vez acontecida esta separação, procedesse a misturar o produto resultante com álcool o qual pode ser etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) ou metanol (CH<sub>3</sub>OH), e um catalisador. O resultado da reação química de todos esses elementos é a mistura dos ésteres metílicos ou etílicos por uma parte e de glicerina pela outra. A massa de álcool dependerá do tipo de álcool a ser utilizado, normalmente são incorporadas 3 moléculas de álcool para cada molécula de óleo, porém a massa do etanol é 1/3 maior que a do metanol.

As tecnologias de craqueamento e transesterificação não podem ser comparadas como rotas produtoras de biodiesel, mas sim como rotas produtoras de biocombustíveis. Desde o ponto de vista econômico é menos caro produzir um biocombustível em nível industrial mediante o processo de transesterificação e menos caro produzir um biocombustível a escala por meio da tecnologia do craqueamento. O contrário acontece na manutenção de ambos os sistemas tecnológicos, no craqueamento a manutenção é menos cara do que no processo de transesterificação.

A Figura 12 a seguir apresenta o fluxo do processo produtivo de biodiesel por meio da tecnologia de transesterificação:

---

<sup>11</sup> O glicérido provém de óleos e gorduras animais.

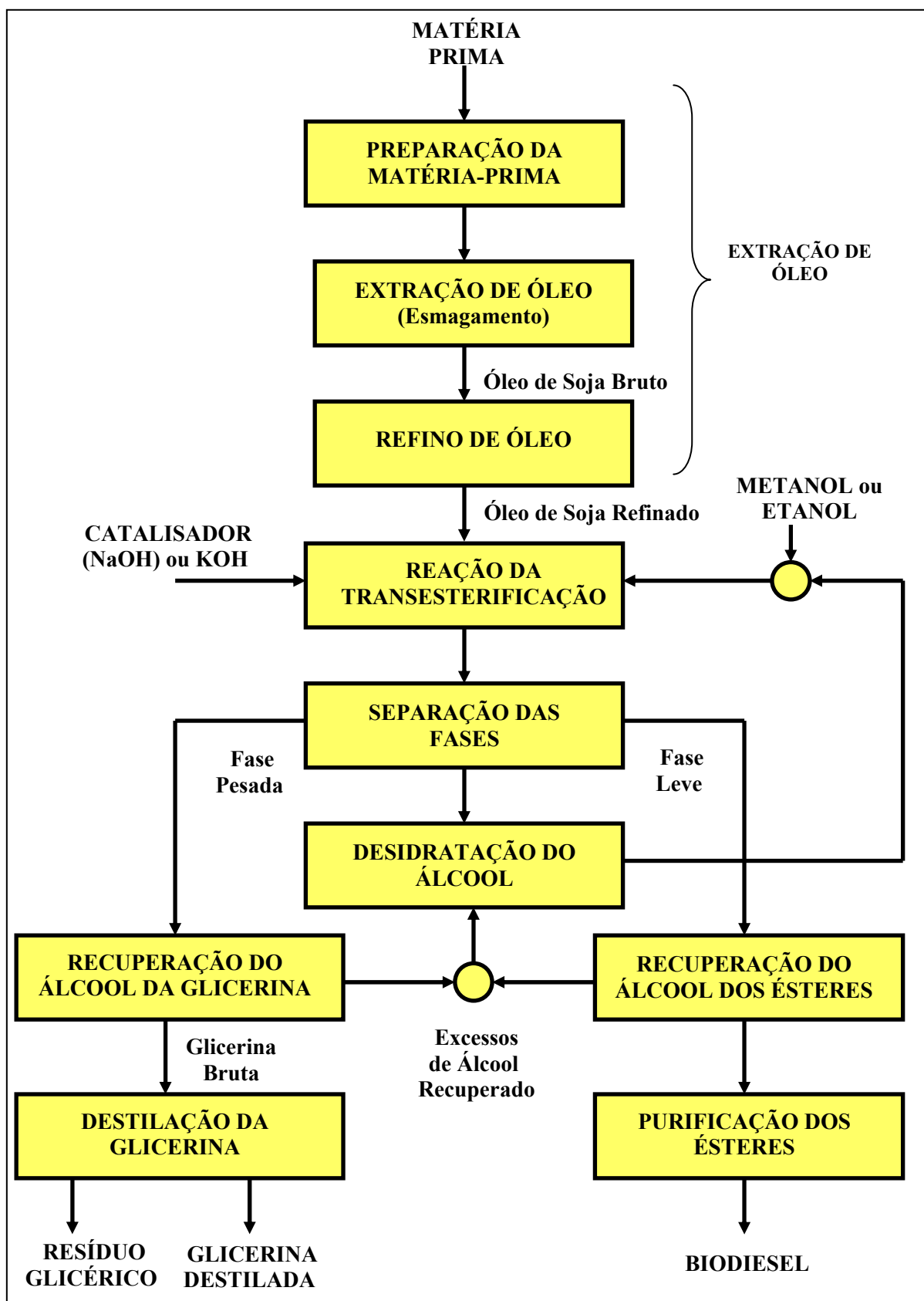


Figura 12 – Fluxograma do Processo Produtivo de Biodiesel  
 Fonte: RIBEIRO (2004). (Modificado pela Autora do presente Documento)

O óleo que vai ser utilizado no processo de produção de biodiesel, tal como foi mencionado no ponto 2.2.2, precisa se submeter às etapas que compõem o processo de extração de óleo, com o propósito de obter um óleo mais limpo e livre de impurezas. Realizado este procedimento, procede-se a inserir tanto o óleo refinado, quanto o álcool (etanol neste caso) e o catalisador dentro do reator. O produto resultante após a reação deve passar pelo processo de separação de fases, a qual é feita por meio de decantação ou centrifugação. A partir dela se originam duas fases: a fase pesada e a fase leve. A fase pesada é responsável pela produção de glicerina e a fase leve pela produção de biodiesel. Ambas as fases precisam recuperar o álcool que se encontra tanto na glicerina quanto nos ésteres por meio do processo de evaporação que ajuda a que sejam eliminados constituintes voláteis<sup>12</sup> facilitando a recuperação das partículas de álcool.

Posterior à fase de recuperação de álcool das matérias, procede-se a submeter o excesso de álcool ao processo de desidratação que é realizado por meio da destilação<sup>13</sup>. Esta desidratação consiste em separar o álcool da água. Efetuar a desidratação quando se utiliza metanol é menos complicada do que quando se utiliza etanol. Isto se deve à grande diferença de volatilidade existente entre o metanol e a água ou a ausência de azeotropismo<sup>14</sup>, característica presente no etanol que dificulta a separação das matérias. O propósito disto é obter um álcool depurado para poder reinseri-lo no ciclo produtivo. É importante mencionar que quanto maior a quantidade de água e ácido graxo que o óleo tiver, mais impuro o álcool sairá, por tanto o número de reciclagens sem o processo de desidratação dependerá da qualidade de matéria-prima<sup>15</sup>.

A etapa final deste processo produtivo, corresponde à depuração tanto da glicerina bruta quanto dos ésteres, no primeiro caso, se submete a glicerina bruta ao processo de destilação à vácuo<sup>16</sup> para obter a glicerina destilada e o resíduo glicérico. No caso dos ésteres, a purificação é realizada por meio da centrifugação, onde surge posteriormente o biodiesel (B100).

---

<sup>12</sup> Decorrente da palavra volatilidade, são todas aquelas substâncias que podem-se transformar em vapor.

<sup>13</sup> Passar diretamente uma substância do estado líquido ao gasoso, e depois novamente ao líquido, por condensação do vapor obtido.

<sup>14</sup> É o fenômeno que acontece quando uma mistura de duas ou mais substâncias, sob certa composição, possui um ponto de ebulição constante e fixo, como se fosse uma substância pura.

<sup>15</sup> Informação fornecida pelo Professor Paulo A. Z. Suarez da faculdade de Química da UnB.

<sup>16</sup> Também denominada destilação à pressão reduzida, é usada para remoção de solventes de baixo ponto de ebulição.



### 2.2.3.2 Características do Produto Final

Finalizado o processo de transesterificação, surgem dois produtos: o biodiesel e a glicerina. A continuação se comentam as características e utilização de cada um deles no mercado.

#### 2.2.3.2.1 Biodiesel

O biodiesel possui características técnicas definidas pela Agência Nacional de Petróleo no que se refere à composição, qualidade e normas de produção e comercialização. O biodiesel de soja possui uma série de vantagens em termos de infra-estrutura quando comparadas com outras oleaginosas. Essa infra-estrutura fez com que 39% dos 885.000 m<sup>3</sup> de biodiesel que foram leiloados em 2006 fossem produzidos com óleo de soja. Existem uma série de variáveis mercadológicas, econômicas e políticas que desaconselham a soja para sustentar a produção de biodiesel em escala nacional a longo prazo. Os preços internacionais de commodities como a soja, flutuam com frequência, e sendo o Brasil um dos países pertencentes à oligarquia mundial desta lavoura, o país se vê afetado positiva ou negativamente com qualquer tipo de variação no mercado. Desta maneira quando o preço da soja está em alta, os produtores industriais concentram seus esforços para comercializar sua produção no mercado externo, afetando desta maneira o estoque destinado à produção de biodiesel.

No que se refere aos benefícios ambientais que gera o biodiesel de soja, pode-se dizer que a estrutura molecular e os componentes lhe conferem em vários aspectos, uma combustão mais limpa que a do diesel petróleo, um desses aspectos é a inexistência de enxofre em sua composição. Esta substância é nociva para os seres vivos e principalmente para o ser humano, o principal efeito na saúde é no aparelho respiratório: causa irritação e aumenta a resistência do canal respiratório, principalmente em pessoas asmáticas e com deficiência respiratória, além de secreções da mucosa nasal.

No Laboratório de Energia e Ambiente (LEA) da Universidade de Brasília foram realizadas simulações e testes com diversas misturas de biodiesel de soja. O Quadro 10 a seguir apresenta os resultados dessas simulações:

Mistura	MP	CO	NOx	HC
B2	0	-1	1	-2
B10	-4	-5	1	-11
B20	-9	-10	2	-21
B30	-13	-14	3	-29
B50	-21	-22	5	-44
B100	-37	-40	10	-69

Quadro 10 – Emissões de Biodiesel de Soja em relação ao Diesel Biodiesel.

Fonte: VIANNA (2006)

Diminuições importantes na quantidade de particulados que são emitidos para atmosfera começam a ser observados a partir da mistura B50. Situação contrária acontece com o Oxido de Nitrogênio (NOx) onde com o avanço da mistura os gases emitidos tendem a aumentar. Em termos gerais pode-se dizer que a contribuição ambiental do biodiesel de soja esta relacionada diretamente com o percentual das misturas.

#### 2.2.3.2.2 Glicerina

A glicerina bruta é um produto que na atualidade está sendo comercializado, porém é mais valorizada a glicerina purificada ou refinada. A glicerina bruta contém impurezas e aproximadamente 75% dela (70%- 80%) está composta por glicerina pura. Na glicerina refinada o grau de pureza se eleva para 97,2% (95,5%-99%). Pode-se estimar que, aproximadamente 64% da glicerina bruta corresponde à glicerina refinada. Por outro lado, o mercado desta glicerina (refinada) é mais difícil e complexo de penetrar do que o mercado da glicerina crua. Isto se deve a que ela pode ser vendida com mais facilidade a centenas de empresas químico-farmacêuticas. Em contraste, no mercado da glicerina crua, um pequeno número de refinarias representa a base total de clientes potenciais (HOLANDA, 2006). No mercado nacional e internacional são muitas as empresas pertencentes à indústria química e farmacêutica que utilizam esta substância como matéria-prima para a fabricação e comercialização de diversos tipos de produtos. Desta maneira, a glicerina é ingrediente de

uma ampla diversidade de produtos alimentares, explosivos, plásticos, sintéticos, lubrificantes e produtos de cuidado pessoal e de beleza, entre outros tantos. (BONNARDEAUX, 2006)

#### a) Mercado Internacional

Segundo a Seção de Serviços Agrícolas Externos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em 2006 o biodiesel representou ser a principal fonte produtora de glicerina no mundo, havendo sido responsável por 41% da produção mundial. Com base nesses dados e segundo as projeções desse Departamento, a produção de glicerina no mundo poder-se-ia elevar para 57% em 2008 e para 63% em 2010. Dentre as outras fontes produtoras para esse mesmo ano (2006) podem-se mencionar: os ácidos grassos (32%), o sabonete (14%), o álcool grasso (10%) e outros (3%).

No Quadro 11, se apresentam os dados de produção e consumo dos dois maiores produtores e consumidores mundiais de glicerina refinada:

Ano	Consumo (Mil t)		Produção (Mil t)	
	EUA	Europa	EUA	Europa
1995	202	-	168	215
1996	206	-	163	224
1997	210	230	176	250
1998	198	241	161	239
1999	231	267	177	268
2000	263	295	169	296
2001	247	280	172	297
2002	241	300	167	300
2003	199	325	152	315
2004	190	348	153	320
2005*	197	360	160	333
2006*	204	373	175	366
2007*	211	386	200	417
2008*	218	399	236	492
2009*	226	413	288	601
2010*	234	428	360	751

Quadro 11 - Produção e Consumo de Glicerina Refinada nos Estados Unidos e na Europa.

Fonte: OLEOLINE (2007).

\* As projeções do Consumo e Produção de Glicerina foram baseadas nos índices de crescimento da USDA aplicáveis em nível mundial.

Pode-se dizer em termos gerais que o consumo e produção de glicerina refinada na Europa são superiores aos que apresenta os Estados Unidos, excetuando os anos de 1995 e 1996 onde a Europa não mostra dados de consumo. Quanto maior for a produção de glicerina bruta no mundo, maior será a produção de glicerina refinada. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção de glicerina cresceu 4% anualmente até em 2005 e espera-se que esse crescimento aumente entre 10% e 25% entre o ano 2006 e 2010. Já o consumo pode aumentar entre 3% e 4% que é pouco significativo quando comparado com o nível de produção futura que a glicerina pode apresentar. Na Figura 13 se apresenta a tendência de consumo e produção europeu e norte-americano:

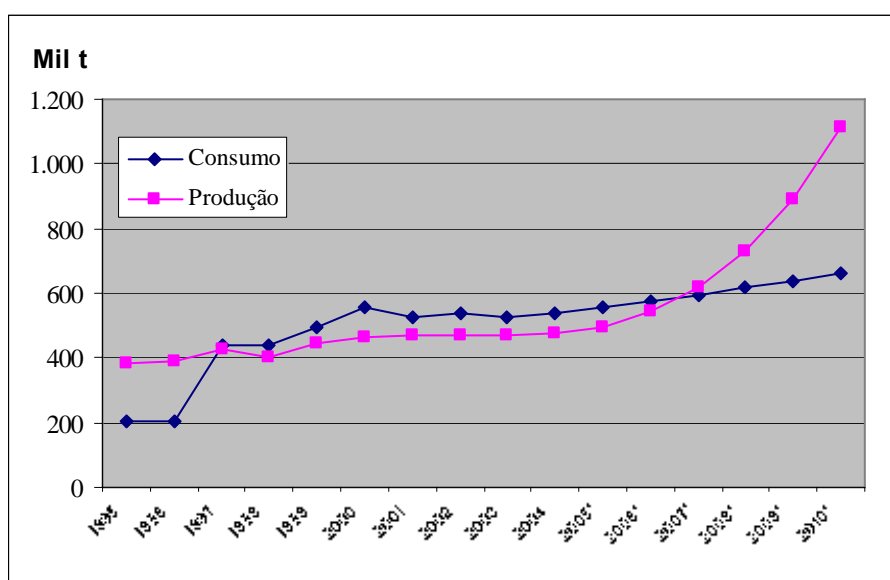


Figura 13 – Consumo e Produção de Glicerina Refinada nos Estados Unidos e na Europa.

Fonte: OLEOLINE (2007).

A produção de glicerina gerada pelos Estados Unidos e pela Europa conseguirão superar seu consumo a partir de 2007. Esta superprodução é preocupante e ela tem levado aos produtores de glicerina de diversas partes do mundo a explorar principalmente dois mercados: a indústria de polyol e a indústria de alimentação animal, especialmente o setor de aves e suínos.

### ❖ Preço da Glicerina no Mundo

No que diz respeito aos preços da glicerina no mercado internacional, tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, a tendência é de diminuir como consequência da superprodução. No Quadro 12 se apresenta uma estimativa dos preços dos dois tipos de glicerina refinada nos Estados Unidos para o ano 2008:

<b>2008</b>	
Categoria	\$/lb
Glicerina Refinada Kosher <sup>17</sup>	4,2
Glicerina Refinada	3,2

Quadro 12 - Preços de Glicerina Refinada nos Estados Unidos (EUA).

Fonte: OLEOLINE (2007).

De acordo com as projeções realizadas por Oleoline, o preço da glicerina refinada Kosher será de \$4,2 a libra em 2008. No referente ao preço da glicerina refinada seu preço será de aproximadamente \$3,2 a libra. No Quadro 13 a seguir pode se observar uma estimativa dos preços dos diversos tipos de glicerina para o ano 2008 na Europa:

<b>2008</b>	
Categoria	\$/ton
Glicerina Refinada Kosher	671
Glicerina Refinada	610
Glicerina Crua	200

Quadro 13 – Preços de Glicerina Crua e Refinada na Europa.

Fonte: OLEOLINE (2007).

Na Europa a glicerina refinada Kosher é mais cara do que a glicerina refinada e do que a glicerina crua. Segundo as projeções de Oleoline, em 2008 a tonelada de glicerina refinada kosher custará \$671,00. Por outro lado, o preço da tonelada de glicerina refinada e da tonelada de glicerina crua será de \$610,00 e \$200 respectivamente.

<sup>17</sup> A glicerina Kosher é a glicerina refinada que seguiu as normas de qualidades estipuladas pela religião judaica.

## b) Mercado Nacional

No Brasil a tendência de produção de glicerina é parecida com o crescimento exponencial que esse subproduto está tendo nos Estados Unidos e na Europa.

São várias as alternativas que os produtores de biodiesel têm para determinar o destino da glicerina. Dentre essas alternativas podem-se mencionar:

- Exportar a produção
- Utilizar o estoque para gerar energia térmica
- Transformar a glicerina em combustível
- Transformar a glicerina em etanol
- Introduzir a glicerina no mercado de sorbitol

De acordo com informações fornecidas pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), a produção nacional de glicerina bruta é de aproximadamente 13 mil toneladas ao ano, para um consumo de 14 mil toneladas. Essa glicerina é utilizada pela indústria farmacêutica, de cosméticos e pelo setor de tintas e vernizes principalmente. A Figura 14 apresenta a produção e consumo da glicerina bruta e refinada em nível nacional decorrente das misturas B2, B5 e B10 de soja comparadas com a produção e consumo nacional de glicerina em 2008:

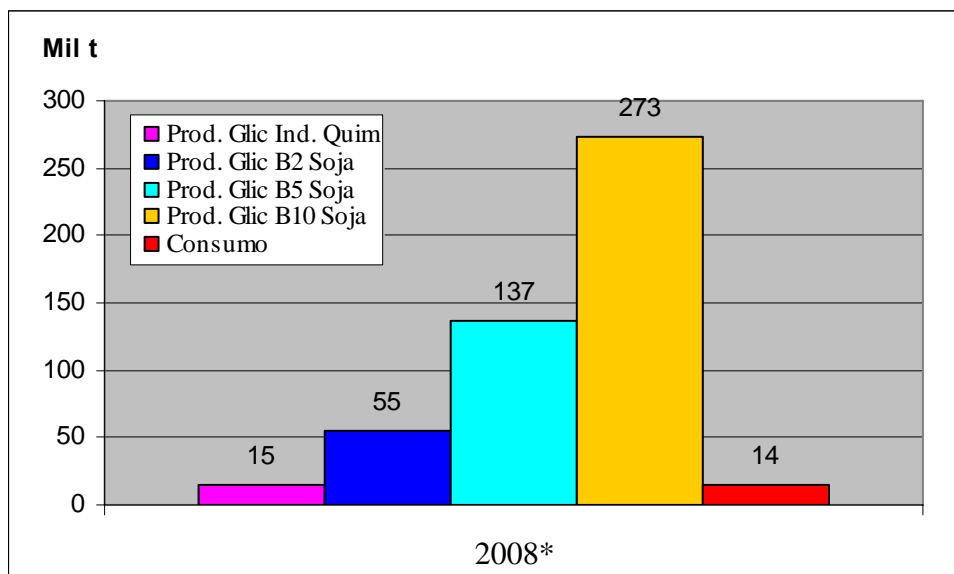


Figura 14 - Produção de Glicerina Bruta a partir das misturas B2,B5 e B10 de Soja em 2008 X Produção e Consumo Nacional de Glicerina Bruta.

Fonte: ABIQUIM (2007).

As projeções do Consumo e Produção de Glicerina em nível nacional foram baseadas nos índices de crescimento da USDA aplicáveis em nível mundial.

De acordo com os índices de crescimento do setor, em 2008 a indústria química do país vai produzir aproximadamente 15 000 toneladas de glicerina bruta, Por outro lado, se as misturas de biodiesel de soja B2, B5 e B10 fossem introduzidas de maneira obrigatória no próximo ano, se teria uma produção de 55.000, 137.000 e 273.000 toneladas de glicerina bruta, quantidades que superam como mínimo quatro vezes a quantidade gerada pela indústria química nacional quando comparada com a glicerina bruta gerada a partir da mistura B2. Por outro lado, o consumo nacional de glicerina bruta no país poderá ser aproximadamente de 14.000 toneladas, neste sentido existe um problema sério no que diz respeito ao destino da glicerina bruta excedente derivada da produção só do biodiesel de soja.

No que se refere à glicerina refinada no Brasil, a Figura 15 apresenta os diversos níveis de produção decorrentes das misturas B2, B5 e B10 de soja, comparadas com a produção de glicerina refinada nos Estados Unidos e na Europa:

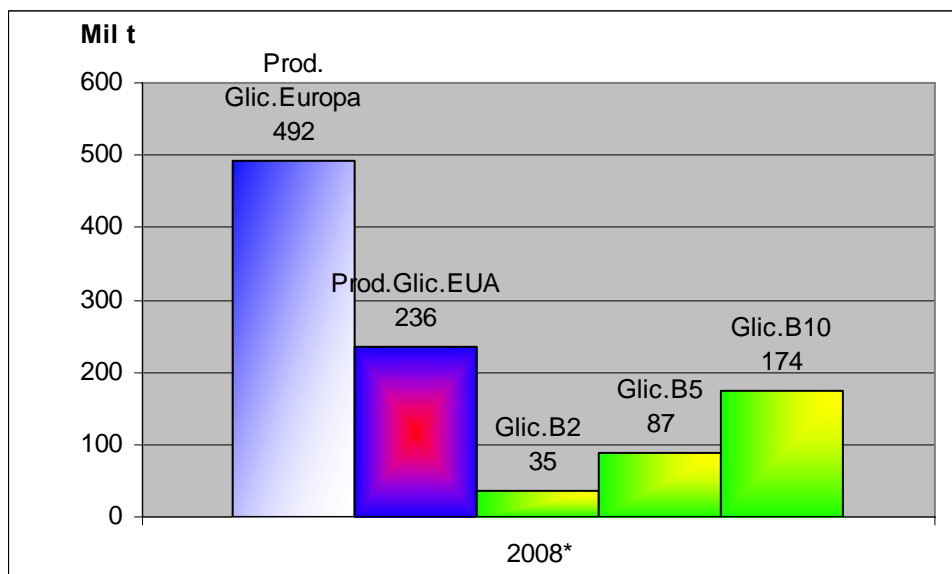


Figura 15 – Produção de Glicerina Refinada a partir das Misturas B2, B5 e B10 de Soja em 2008 X Produção e Consumo de Glicerina Refinada dos EUA e Europa.

Fonte: HENARD (2007)

A Produção de Glicerina Refinada em 2008 foi baseada nos índices de crescimento da USDA aplicáveis em nível mundial.

Em 2008 a produção de glicerina refinada na Europa e nos Estados Unidos será aproximadamente de 492.000 e 236.000 toneladas respectivamente e comparadas com a produção de glicerina refinada decorrente das misturas B2, B5 e B10 de soja no Brasil, essas quantidades correspondem a 14,83%, 36,86% e 73,73% com respeito ao total de glicerina refinada que se produzirá nos Estados Unidos. Por outro lado, essas misturas representam 7,11%, 17,68% e 35,37% do total de glicerina refinada que será produzida na Europa para esse mesmo ano.

#### 2.2.4 Logística do Biodiesel

Na logística e distribuição dos biocombustíveis é importante tomar em consideração três aspectos: a localização das áreas de produção, os centros de mistura e os centros de consumo. Estes pontos ou centros de mistura e distribuição são os que vão determinar o custo real do combustível e seu balanço energético global.



Para explicar com mais detalhe como funciona a logística dos biocombustíveis, pode-se observar a Figura 16. Tanto as refinarias quanto os produtores de biodiesel e álcool precisam transportar a matéria-prima até as bases primárias e secundárias com o propósito de realizar as misturas correspondentes. Para isso, as empresas utilizam diferentes mecanismos e meios de transporte, entre os quais se encontram: rodovias, dutos, cabotagem, ferrovias e hidrovias.

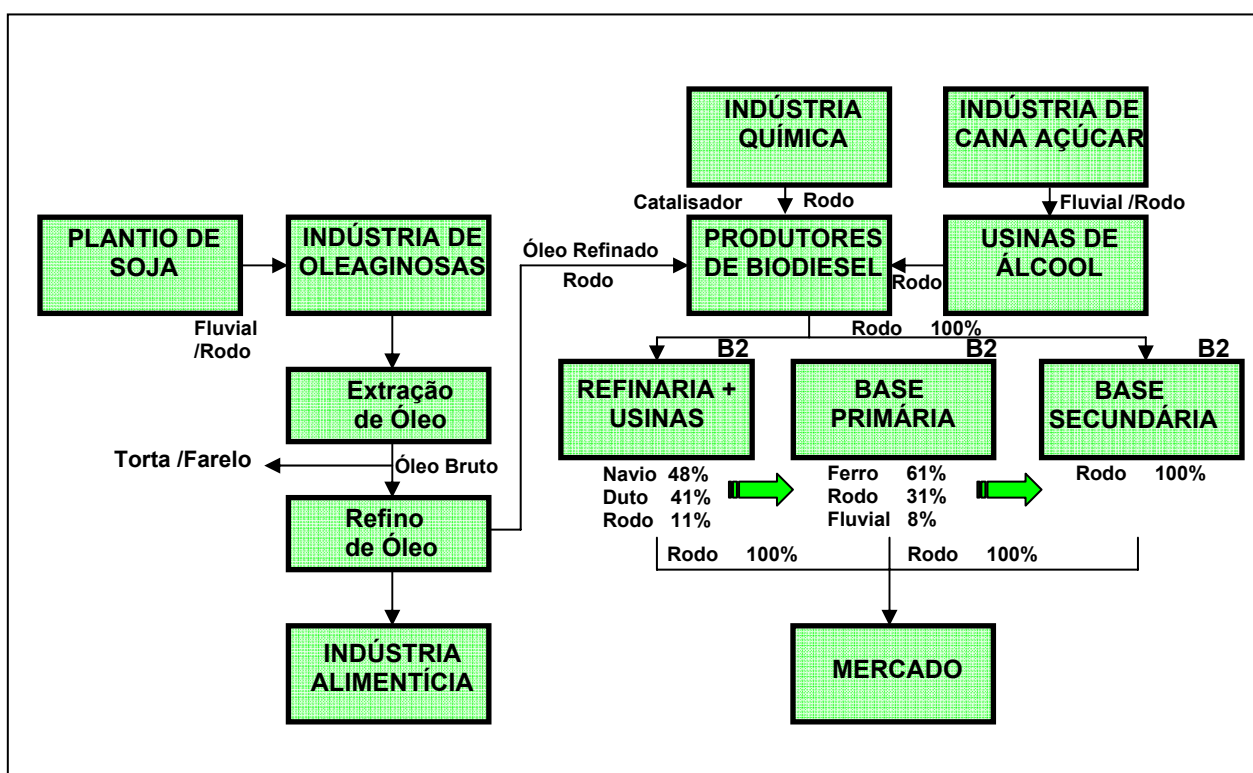


Figura 16 – Fluxograma da Logística de Biodiesel  
Fonte: DATO (2006).

Tanto o grão de soja quanto a cana-de-açúcar e o catalisador a serem utilizados, devem ser transportados via rodovia para ser processados e/ou inseridos na unidade de transesterificação da planta de produção de biodiesel. Por outro lado, o fato de existir refinarias, base primária e base secundária, não significa que para realizar as misturas de biodiesel, o produto deva de passar por cada uma delas. O biodiesel puro pode passar por qualquer um dos centros de mistura e distribuição para posteriormente chegar ao mercado. Contudo, encontra-se a rota mais complexa que acontece quando o diesel que sai das refinarias e usinas deve passar por diversos centros de distribuição, neste caso, para chegar à base primária, 48% desse produto é transportado via navio (mar), 41% via duto e 11% por meio de rodovias. Caso deva-se novamente transportar o produto até a base secundária, 61% do combustível é transportado por ferrovias, 31% por Rodovias e 8% via fluvial (rios).

Finalmente o produto misturado é transportado para o mercado, utilizando como única opção as rodovias.

Por outro lado, a coleta de biodiesel nas unidades de produção para o transporte aos centros de mistura representa uma demanda adicional para o transporte de cargas inflamáveis, sendo necessário à realização de estudos específicos para avaliação da frota de caminhões-tanque disponíveis no mercado, e eventuais necessidades de financiamentos para ampliação e renovação da mesma.

Vale destacar que o mercado de combustíveis já dispõe de grande infra-estrutura de logística<sup>18</sup> para o suprimento das necessidades do país, capaz de atender a implementação de um programa de uso do biodiesel. As bases de distribuição de combustíveis estão distribuídas em todos os estados da federação, de acordo com a lógica econômica e comercial dos agentes privados e da Distribuidora, que atuam neste mercado altamente competitivo.

No Brasil, quem possui o monopólio de transporte dos combustíveis é a Petrobrás, de tal maneira tanto o biodiesel de soja quanto o biodiesel de qualquer outro tipo de oleaginosa utiliza o complexo logístico do diesel. A seguir se enumeram os recursos com que conta esta empresa para executar essa logística:

- 115 Transportadoras Rodoviárias (6 800 Caminhões-Tanque)
- 17 Transportadoras Fluviais (240 Balsas-tanque)
- 5 operadores de Ferrovias
- 75 Bases de Distribuição
- 96 Depósitos

---

<sup>18</sup> É necessário mencionar a importância que representa em termos logísticos a Estrada de Ferro Carajás (EFC) que interliga a província mineral de Carajás, no Pará, com o Porto de Ponta de Madeira, em São Luis, Maranhão. A pesar de que estes dois estados não correspondem a nenhum dos estados em estudo.

No que se refere à produção de biodiesel de soja por meio da rota etflica, é importante destacar que a planta produtora de biodiesel deverá estar localizada em uma área estratégica em termos de aquisição das matérias primas, produção e plantas de esmagamento de soja por um lado e produção de cana-de-açúcar e etanol pelo outro. Segundo as normas de logística, o fato de que uma região conte com as matérias primas necessárias para produzir determinado produto, não significa que o preço dele vá estar abaixo da faixa do preço do mercado. Em outras palavras, o preço do produto que é produzido e vendido na própria região já inclui o custo do frete de posteriores viagens a outras áreas geográficas. Tal é o caso do biodiesel que para realizar as misturas é necessário percorrer grandes distâncias até chegar aos centros de distribuição. Tanto o frete quanto os impostos são apenas dois fatores dentre os vários que existem que fazem com que o preço dos combustíveis varie. Desta maneira quando o preço aumenta ou diminui por diversas razões, várias regiões se vem beneficiadas ou prejudicadas ao mesmo tempo. Por isso a pesar do Brasil ser um país de dimensões continentais o preço dos combustíveis não varia grandemente de uma região para outra.

Um aspecto importante que está sob estudo neste momento é a localização geográfica das distribuidoras de diesel. Desta maneira, a região além de contar com a soja e a cana-de-açúcar também contaria com uma planta distribuidora de diesel que possibilitaria realizar a misturas de biodiesel na própria localidade, evitando assim o deslocamento da frota de caminhões pelas vias rodoviárias gerando emissões que prejudicam o meio ambiente e colocando em risco a vida das pessoas no decorrer do caminho, consumindo energia para o transporte.

Para localizar geograficamente uma distribuidora de diesel, deve ser analisado o consumo regional do mesmo. Desta maneira se cada litro de diesel precisa de 2% de biodiesel (B2), para poder inserir em uma região 100% de biodiesel nela produzido, é necessário que o consumo de diesel seja, ao menos, 50 vezes maior que a produção local de biodiesel, para começarmos avaliar a necessidade de implementação da mesma região, pois essa seria a quantidade satisfatória para o consumo regional de biodiesel produzido.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Comentário de Manuel Polycarpo Neto (Coordenador da ANP, Brasília)

### 2.2.4.1 Usinas de Biodiesel

Na atualidade existem cinco tipos de usinas, aquelas que estão construídas e produzindo, as usinas piloto, aquelas que já estão construídas, mas não estão produzindo, as que se encontram em fase de construção e finalmente as usinas que estão na etapa de planejamento. A Figura 17 a seguir apresenta a localização de usinas por categoria em nível nacional:

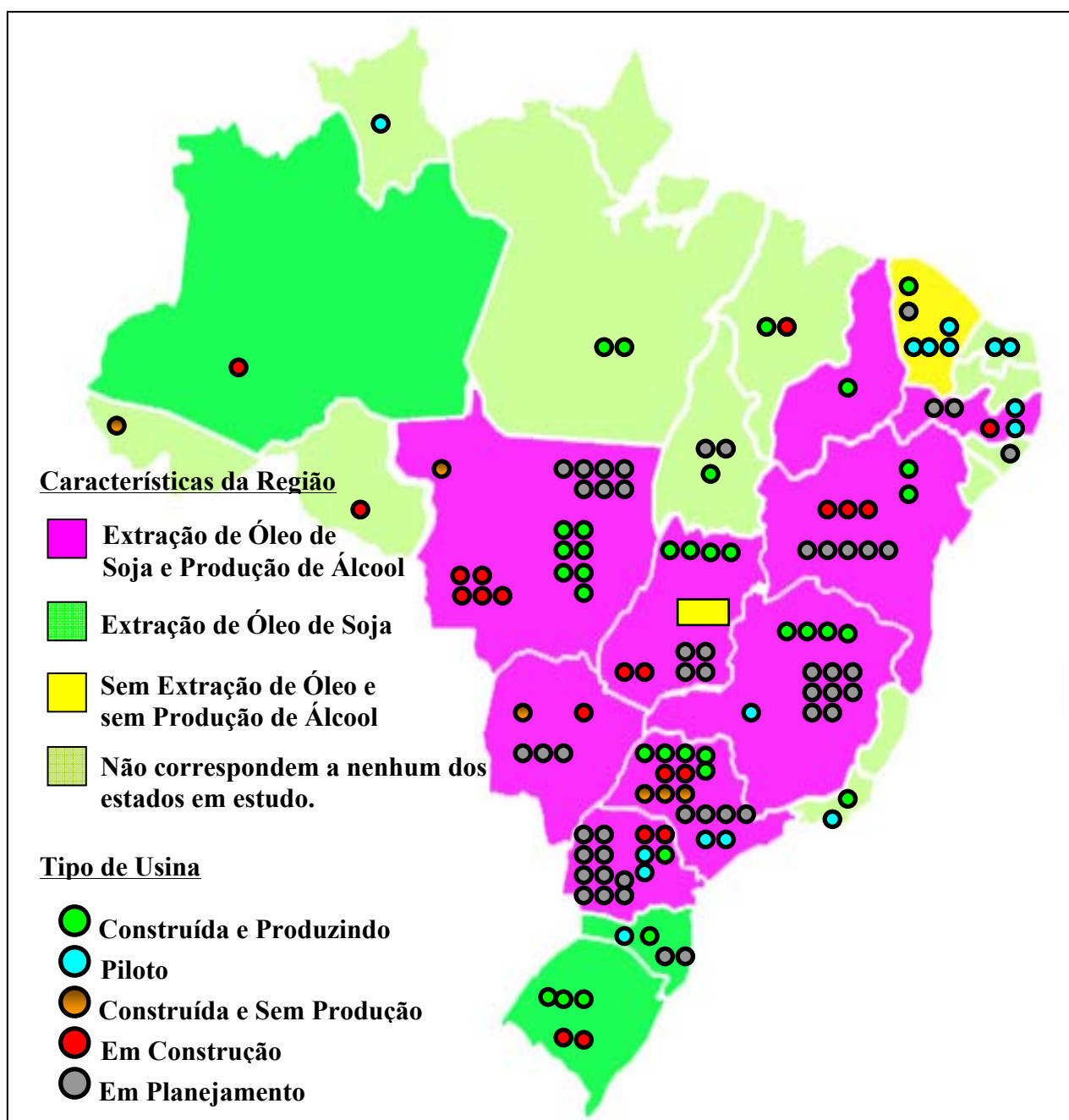


Figura 17 - Usinas de Biodiesel no Brasil.

Fonte: Mapa de Usinas de Biodiesel. REVISTA ON-LINE BIODIESELBR (2007).

Tal como pode-se apreciar, existem 126 usinas de diversas categorias em praticamente todo o território nacional, excetuando os estados de Paraíba, Sergipe e o Espírito Santo. Para os produtores de biodiesel de soja que desejam optar pela rota etílica, contam com a vantagem de que a maior parte das usinas estão localizadas nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, regiões onde se cultiva e processa tanto soja quanto cana-de-açúcar para produzir óleo e etanol. Desta maneira, o país possui 34 usinas que estão construídas e produzindo, 16 usinas piloto, 6 usinas que estão construídas e sem produção, 49 usinas que estão sendo planejadas e 21 usinas que estão sendo construídas. Das 34 usinas que estão oficialmente produzindo, somente 24 participaram nos cinco leilões (70,5%) em 2006. No Quadro 14 se detalham essas empresas e as matérias primas utilizadas para produzir biodiesel:

Nº	Empresa/Município	UF	Região	Matéria-prima*
1	Agropalma	PA	Norte	Dendê
2	Brasil Biodiesel/Porta Nacional	TO	Norte	Mamona
3	Brasil Biodiesel/Floriano	PI	Nordeste	Mamona
4	Brasil Biodiesel/Crateús	CE	Nordeste	Mamona
5	Brasil Biodiesel/Iraquara	BA	Nordeste	Mamona
6	Brasil Biodiesel/São Luis	MA	Nordeste	Mamona
7	IBR-Simões Filho	BA	Nordeste	Soja
8	Binatural/Formosa	GO	Centro-Oeste	Soja
9	Granol/Anápolis	GO	Centro-Oeste	Soja
10	Renobrás/Dom Aquino	MT	Centro-Oeste	Girassol
11	Agrosoja/Sorriso	MT	Centro-Oeste	Soja
12	Fiagril/Lucas do Rio Verde	MT	Centro-Oeste	Soja
13	Barrálcool/Barra de Borges	MT	Centro-Oeste	Soja
14	Caramuru/São Simão	GO	Centro-Oeste	Soja
15	Soyminas/Cássia	MG	Sudeste	Soja
16	Granol/Campinas	SP	Sudeste	Soja
17	Ponte di Ferro/Rio de Janeiro	RJ	Sudeste	Sebo Animal
18	Ponte di Ferro/Taubaté	SP	Sudeste	Sebo Animal
19	Charqueada/Charqueada	SP	Sudeste	Girassol
20	Fertibom/Cantanduva	SP	Sudeste	Sebo Animal
21	Biominas/Itatiaçu	MG	Sudeste	Soja
22	Brasil Biodiesel/Rosário do Sul	RS	Sul	Soja
23	Bsbios/Passo Fundo	RS	Sul	Soja
24	Oleoplan/Veranópolis	RS	Sul	Soja

Quadro 14 – Empresas Produtoras de Biodiesel que tiveram participação nos Leilões de Biodiesel em 2006

Fonte: Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007).

\*Dados gerados pela autora do presente trabalho

Das 24 empresas que participaram nos leilões de biodiesel em 2006, 13 utilizaram soja como principal matéria-prima. Isto quer dizer que 54,16% dessas empresas sustentaram sua

produção com soja. Por outro lado, no que se refere às usinas piloto, no Quadro 15 a seguir podem-se observar os dados referentes à sua localização e matéria-prima usada na sua produção:

Nº	Usina	UF	Matéria-prima*
1	Austenbio	PR	Soja
2	DNOCS1	CE	Mamona
3	DNOCS2	CE	Mamona
4	Nutec	CE	Mamona
5	UFPE	PE	Mamona
6	Petrobrás1	RN	Mamona
7	Petrobrás2	RN	Mamona
8	Unicamp	SP	Óleo de Cozinha
9	Vital Planet	RJ	Girassol
10	Ambra	MG	Mamona
11	Quixeramobim	CE	Mamona
12	Grupo Marchiori	SP	Óleo de Cozinha
13	Saltinho	SC	Soja
14	Embrapa IME	RR	Soja
15	Tecpar	PR	Soja
16	Pesqueira	PE	Mamona

Quadro 15 – Usinas Piloto Produtoras de Biodiesel

Fonte: Mapa de Usinas de Biodiesel. REVISTA ON-LINE BIODIESELBR (2007).

\*Dados gerados pela autora do presente Trabalho.

Como pode-se notar, 4 de 16 usinas piloto utilizam a soja como principal matéria-prima. A mamona é a oleaginosa que mais é utilizada nesse tipo de projetos, seguido posteriormente pela soja, óleo de cozinha e girassol.

No que diz respeito à matéria-prima que utilizam o resto das usinas, pode-se dizer que a tendência do setor industrial é de manter o nível de participação da soja tal como tem acontecido até o momento.

### 2.3 Marco Regulatório

O Governo Federal por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) conseguiu introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira. O marco regulatório do mesmo foi elaborado de tal forma que pudesse contemplar a diversidade de oleaginosas disponíveis no país, rotas tecnológicas, garantia de suprimento e qualidade, associada a uma política de inclusão social por meio da geração de emprego e renda.

A Lei Nº. 11.097/05 (Lei do Biodiesel) estabeleceu uma trajetória de crescimento do uso comercial do biodiesel no Brasil. Até 2007, o uso da mistura de 2% de biodiesel (B2) ao diesel petróleo será autorizativa. A partir do ano 2008 a participação dessas misturas passarão a ser obrigatórias, sendo que entre o ano 2008 e 2012 o volume de adição corresponderá a 2% (B2) e em 2013 se incrementará para 5% (B5). A seguir na Figura 18, pode-se observar o avanço cronológico da introdução do biodiesel no mercado:

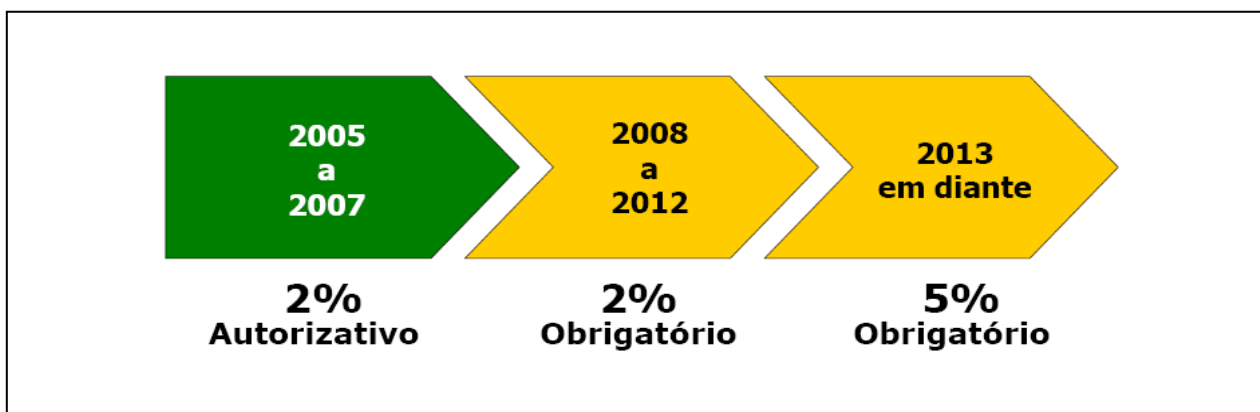


Figura 18 – Marco Regulatório: Lei do Biodiesel  
Fonte: DORNELLES (2006).

Por outro lado, a Lei Nº 11.116/05 estabeleceu o modelo tributário do biodiesel, voltado para concessão de benefícios tributários específicos e assim, favorecer a participação da agricultura familiar (base do Selo Combustível Social) em conjunto com o agronegócio. Estruturaram-se assim os pilares da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil, onde os investimentos em unidades produtivas são realizados pela própria iniciativa privada. Em contribuição à ação privada, foram estabelecidas linhas de créditos especiais para os

interessados em investir em qualquer etapa da cadeia produtiva do biodiesel, disponíveis em instituições como o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e o Banco do Nordeste (BN).

### 2.3.1 Marco Tributário Federal

O Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), com o propósito de incentivar a inclusão social, concede o Selo de Combustível Social a aqueles produtores industriais de biodiesel enquadrados nos critérios do Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF) que ajudam a promover o desenvolvimento regional por meio da geração de emprego e renda. Estes produtores têm uma série de obrigações com os agricultores familiares, dentre essas obrigações estão: realizar contratos com a finalidade de especificar as condições comerciais compatíveis com a atividade; assegurar capacitação e assistência técnica e por último, adquirir uma quantidade mínima de matéria-prima necessária para a produção de biodiesel. Desta maneira, os produtores do Nordeste e o Semi-árido terão que adquirir 50% da matéria-prima da produção agrícola familiar, essa porcentagem diminui para 30% para os produtores do Sudeste e o Sul do país e finalmente para os produtores localizados nas regiões do Norte e Centro-Oeste essa porcentagem corresponde a 10% do total de matéria-prima (MDA: BIODIESEL NO BRASIL, 2006).

Dentre os benefícios que estes produtores industriais adquirem por fazerem parte deste programa, além de ter acesso a linhas de crédito especiais, podem-se mencionar:

- Participação dos leilões do biodiesel
- Acesso a alíquotas<sup>20</sup> de PIS<sup>21</sup>/PASEP<sup>22</sup> e COFINS<sup>23</sup> diferenciadas

---

<sup>20</sup> Percentual com que determinado tributo incide sobre o valor do que é tributado.

<sup>21</sup> Programa de Integração Social.

<sup>22</sup> Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público.

<sup>23</sup> Contribuição para Financiamento da Seguridade Social.



### 2.3.1.1 Leilões de Biodiesel

Os leilões de biodiesel são realizados de acordo com as diretrizes estipuladas na Resolução ANP N°31 de 4 de Novembro de 2005 com a intermediação da Agência Nacional de Petróleo. No que diz respeito aos resultados dos leilões e a participação que a soja teve em cada um deles podem-se observar os resultados no Quadro 16 a continuação:

Leilão N°.	Biodiesel Total Arrematado (m³)	Biodiesel de Soja Arrematado/Leilão (m³)*	% do Biodiesel de Soja/Leilão*	% do Biodiesel de Soja/ Total Leilões*
1	70.000	27000	39	3
2	170.000	37.320	22	4
3	50.000	1.800	4	0
4	550.000	241.780	44	27
5	45.000	37.000	82	4
Total	885.000	344.900	191	39

Quadro 16 – Estimativa de Participação da Soja nos Leilões de Biodiesel em 2006.

Fonte: Leilões de Biodiesel. ANP (2007).

\*Dados gerados pela autora do presente trabalho

Tal como se pode observar a soja tem um grau importante no sistema de produção de biodiesel em nível nacional. Desta maneira, no primeiro leilão foram vendidos 27.000 m³ de biodiesel de soja de 70.000 m³ que foram arrematados, representando 39% do volume total vendido. No segundo leilão o volume de biodiesel de soja vendido foi de 37.320m³ representando 22% do total de biodiesel arrematado. No terceiro leilão a participação da soja foi de 4%, no quarto e no quinto leilão essa porcentagem de participação aumentou para 44% e 82%. Finalmente pode-se dizer que de 885.000 m³ de biodiesel vendidos ao longo dos cinco leilões, 344.900 m³ (39%) corresponderam a biodiesel de soja.

No que diz respeito à proporção de biodiesel de soja que foi arrematado ao longo dos cinco leilões, 22% teve sua produção baseada em matéria-prima proveniente da agricultura familiar. O Quadro 17 detalha a participação que teve a agricultura familiar na produção do biodiesel de soja que foi ofertado em cada um dos leilões realizados com intermediação da Agência Nacional de Petróleo (ANP):

Empresa	Região	Leilão	Quantidade Arrematada (m <sup>3</sup> )	Quantidade Produzida a partir De MP proveniente de AF(m <sup>3</sup> )*
Soyminas1	Sudeste	1	2.600	780
Soyminas2	Sudeste	1	3.500	1.050
Granol3	Sudeste	1	6.000	1.800
SoyMinas3	Sudeste	1	2.600	780
Granol2	Sudeste	1	7.000	2.100
Granol1	Sudeste	1	5.300	1.590
Binatural-GO	Centro-Oeste	2	320	32
Binatural-GO	Centro-Oeste	2	600	60
Binatural-GO	Centro-Oeste	2	400	40
Granol-GO	Centro-Oeste	2	36.000	3.600
Granol-SP	Sudeste	3	1.800	540
Agrosoja-MT	Centro-Oeste	4	5.000	500
Barrácool-MT	Centro-Oeste	4	10.000	1.000
Barrácool-MT	Centro-Oeste	4	6.629	663
Biominas-MG	Sudeste	4	2.651	795
Brasil Biodiesel-RS	Sul	4	80.000	24.000
BsBios	Sul	4	35.000	10.500
BsBios	Sul	4	35.000	10.500
Caramuru	Centro-Oeste	4	30.000	3.000
Fiagril	Centro-Oeste	4	10.000	1.000
Fiagril	Centro-Oeste	4	17.500	1.750
Oleoplan	Sul	4	10.000	3.000
Ibresinas (IBR-Simões Filho)	Nordeste	5	9.000	4.500
Granol-GO	Centro-Oeste	5	28.000	2.800
Total:			344.900	76.380

Quadro 17 – Quantidade de Biodiesel de Soja que foi leilado e produzido a partir de matéria-prima proveniente da agricultura familiar.

Fonte: Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007)

\*Dados gerados pela autora do presente trabalho.

A empresa Soyminas 1 localizada na região Sudeste, arrematou um total de 2.600 m<sup>3</sup> de biodiesel de soja no primeiro leilão, dos quais 780 m<sup>3</sup> foram produzidos com soja plantada por agricultores familiares. A empresa Binatural de Goiás no Centro-Oeste, arrematou em total 1.320 m<sup>3</sup> de biodiesel de soja no segundo leilão, dos quais 132 m<sup>3</sup> foram produzidos a partir da soja proveniente da agricultura familiar. Essa quantidade de matéria-prima a ser adquirida pelos produtores industriais de biodiesel com Selo de Combustível Social é obrigatória e varia dependendo da região tal como foi explicado na Seção 2.3.1. Pode-se notar que 344.900 m<sup>3</sup> foram arrematados no final dos cinco leilões e 76.380 (22%) correspondem ao biodiesel que foi produzido com a soja que foi cultivada por estes agricultores. Por outro lado, de acordo

com os dados da Secretaria de Agricultura Familiar (SAF)<sup>24</sup>, essa porcentagem de participação foi estabelecida da seguinte maneira: Mamona (51%), Soja (22%), Dendê (14%) e Girassol (13%). No Quadro 18 a continuação se apresentam as diversas matérias primas que foram utilizadas para produzir o biodiesel que foi arrematado nos cinco leilões e a sua participação com respeito à agricultura familiar:

Matéria-prima	Q. de Biodiesel Arrematado (m <sup>3</sup> )	Q. Biodiesel produzido a partir de MP prov. AF (m <sup>3</sup> )	Part-AF/MP %	Part-AF/Total Arr %
Mamona	416.000	172.000	41	19
Soja	344.900	76.380	22	9
Girassol	60.900	18.090	30	2
Sebo Animal	56.000	0	0	0
Dendê	7.200	720	10	0
Tot Arrematado	885.000	267.190	103	30

Quadro 18 - Matérias-Primas Utilizadas para Produzir o Biodiesel que foi arrematado ao longo dos cinco leilões e sua participação com respeito a agricultura familiar.

Fonte: Leilões de Biodiesel. ANP (2007).

Balanco Nacional da cana-de-açúcar e Agroenergia. MAPA (2007).

\*Dados gerados pela autora do presente trabalho.

De 416.000 m<sup>3</sup> de biodiesel de mamona que foram arrematados nos cinco leilões, 41% foram produzidos a partir de matéria-prima proveniente da agricultura familiar. No caso da soja, do girassol e do dendê essa porcentagem foi de 22%, 30% e 10% respectivamente. Tal como pode-se notar existem diferenças com respeito aos dados fornecidos pela Secretaria de Agricultura Familiar (SAF). Por outro lado, o Sebo bovino tem atualmente uma participação importante na produção de biodiesel, tendo sido responsável por 6,33% do total do biodiesel vendido. No que diz respeito à proporção do biodiesel que foi produzido com matérias-primas provenientes da agricultura familiar em relação à quantidade total leiloada, pode-se dizer que dos 885.000 m<sup>3</sup> que foram arrematados, 19% foram produzidos com mamona plantada por agricultores familiares, 9% foram produzidos com soja, 2% com girassol e finalmente 0,08% com dendê, tendo a agricultura familiar uma participação total de 30% com respeito à produção de biodiesel.

Para um país com as dimensões continentais que possui o país, 76.380 m<sup>3</sup> de biodiesel produzidos com soja proveniente da agricultura familiar é quase insignificante. Além disso, os

<sup>24</sup> Dados brindados pela Coordenadora do Programa de Biodiesel na Secretária de Agricultura Familiar (Edna Carmélio).

agricultores familiares não possuem condições econômicas para adquirir o equipamento tecnológico necessário para realizar por si mesmos todos os procedimentos requeridos pelo plantio de soja. Desta maneira, na maioria dos casos, devem alugar equipamentos para poder efetuar as atividades agrícolas<sup>25</sup>.

### 2.3.1.2 Alíquotas Aplicáveis ao Biodiesel

O segundo benefício ao qual tem direito os produtores industriais de biodiesel é a diferenciação de alíquotas aplicáveis à produção de biodiesel. O Quadro 19 apresenta as alíquotas que este tipo de produtores devem de pagar de acordo com a região onde se encontram e o tipo de lavoura que utilizam para produzir biodiesel:

	PIS/Pasep e Cofins (R\$/litro de biodiesel)	
	Sem selo combustível social	Com Selo Combustível social
Regiões Norte, Nordeste e semi-árido:		
Mamona e palma	R\$ 0,152	R\$ 0,00
Outras matérias-primas	R\$ 0,218	R\$ 0,07
Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul:		
Qualquer matéria-prima, inclusive mamona e palma	R\$ 0,218	R\$ 0,07

Quadro 19 – Alíquotas de PIS/PASEP/COFINS Aplicáveis à produção de Biodiesel.  
Fonte: Biodiesel no Brasil: Resultados Socioeconômicos. MDA (2006).

Como se pode observar, a alíquota varia dependendo da matéria-prima utilizada, do tipo de produtor industrial e da região. Desta maneira, para os produtores de biodiesel de soja que carecem do Selo de Combustível Social a alíquota aplicável a cada litro de biodiesel corresponde a R\$ 0,218 independentemente da região onde estiverem localizados. Por outro lado, para aqueles produtores de biodiesel de soja que possuem o Selo de Combustível Social, o valor da alíquota diminui para R\$0,07 por litro em nível nacional.

<sup>25</sup> Informação fornecida por Doris Sayago.

### 2.3.1.3 Custo Final de Venda do Biodiesel de Soja

De acordo com as informações fornecidas pelo Quadro 20 e tomando em consideração o preço médio de fechamento de cada leilão podem-se observar a continuação os diferentes custos<sup>26</sup> de venda por litro de biodiesel de outras e de outras oleaginosas de acordo com o tipo de produtor industrial:

Leilão Nº.	Sem Selo Combustível Social			Com Selo Combustível Social		
	N, NE e Semi-árido		CO, SE e S	N, NE e Semi-árido.		CO, SE e S
	Mamona e Palma	Outras MP	Qualquer MP	Mamona e Palma	Outras MP	Qualquer MP
1	1,75	1,68	1,68	1,90	1,83	1,83
2	1,71	1,64	1,64	1,86	1,79	1,79
3	1,60	1,53	1,53	1,75	1,68	1,68
4	1,59	1,52	1,52	1,74	1,67	1,67
5	1,59	1,52	1,52	1,74	1,67	1,67

Quadro 20 - Custo Final de Venda por Litro de Biodiesel de Soja e outras Oleaginosas segundo os Parâmetros do MMA para cada Leilão.

Fonte: Biodiesel no Brasil: Resultados Socioeconômicos. MDA (2006).

Balanço Nacional de Cana-de-Açúcar e Agroenergia. MAPA (2007).

Para os produtores industriais de biodiesel de soja que não possuíam o Selo de Combustível Social o custo de venda por litro independentemente da região foi de R\$1,68 para o primeiro leilão, R\$1,64 para o segundo leilão, R\$1,53 para o terceiro e R\$1,52 para o quarto e quinto leilão. Por outro lado, para aqueles produtores de biodiesel de soja que contavam com o Selo de Combustível Social, o custo de venda por litro em qualquer uma das regiões foi de R\$1,83 para o primeiro leilão, R\$1,79 para o segundo leilão, R\$1,68 para o terceiro e R\$1,67 para o quarto e quinto leilão. Para estes últimos produtores, o custo de venda foi mais elevado, isto se deveu a que a alíquota para os produtores com Selo de Combustível Social é menor.

Por outro lado, segundo dados oficiais da Agência Nacional de Petróleo (ANP), o custo de venda atual do diesel no país é de aproximadamente R\$0,90<sup>27</sup>. Fator que beneficia às vendas do diesel. O preço do biodiesel é um aspecto que o coloca em desvantagem com

<sup>26</sup> Estes custos de venda foram o resultado da diferença entre o preço médio de fechamento de cada leilão e a alíquota aplicáveis à produção de biodiesel (Quadro 19).

<sup>27</sup> Tipo de Câmbio: 1\$ = R\$ 1,80.

respeito aos combustíveis fósseis. Por tanto sua composição tributária deve ser analisada para garantir seu consumo e conquistar novos mercados.

#### 2.4 Importação e Consumo de Diesel

Uma oportunidade importante que o biodiesel tem, é o fato de que com a introdução das misturas obrigatórias de biodiesel em 2008, as importações de diesel possam diminuir. No país a oferta de diesel está composta pelas importações de diesel refinado e pela produção nacional, esta última por sua vez encontra-se sujeita a uma infra-estrutura industrial limitada em termos de capacidade de processamento, fator que influencia no aumento dessas importações. A Figura 19 apresenta a evolução das importações e o consumo de diesel desde o ano 2000:

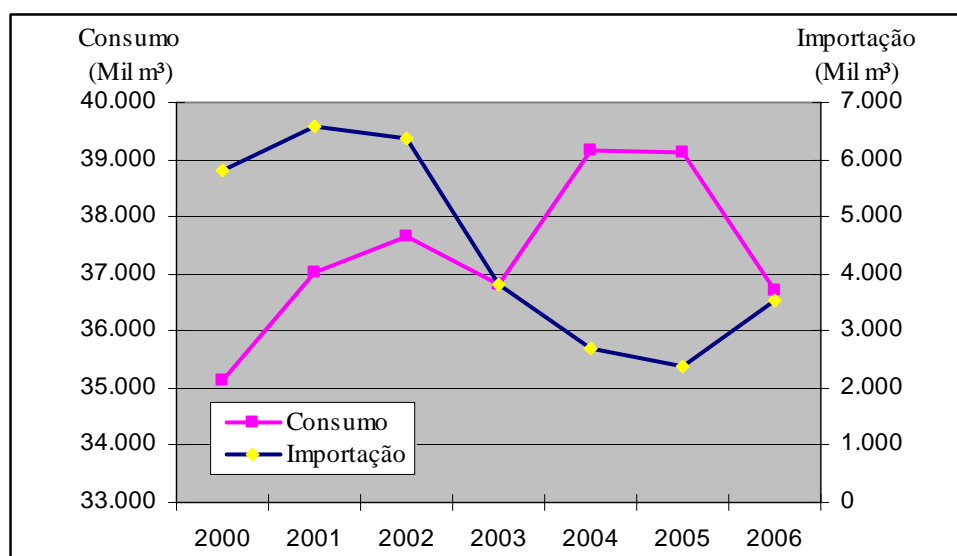


Figura 19 - Importação e Consumo de Diesel.  
Fonte: Dados Estatísticos. ANP (2007).

As importações de diesel experimentaram uma diminuição a partir do ano 2001. Em 2002 e 2004 as importações de diesel diminuía enquanto o consumo aumentava, em 2006 aconteceu o contrário, enquanto as importações aumentavam o consumo diminuía. O comportamento das importações do diesel são altamente instáveis devido primeiramente ao comportamento da demanda, segundo ao nível de produtividade das refinarias e terceiro à

incorporação de novas unidades de hidrotreatamento de diesel. (VIANNA, WEHRMANN, DUARTE, 2007). Estes fatores contribuíram para que as importações em 2003 diminuíssem. Em 2004, o consumo aumentou e as importações continuaram diminuindo como consequência do efeito do ano anterior. Já para o ano 2005 as importações de diesel começaram a aumentar novamente. A introdução do biodiesel ofertado nos leilões no mercado em 2006 não veio mudar significativamente o comportamento das importações, mas se espera que a partir do ano 2008 a medida obrigatória veja mudar o cenário anterior.

## 2.5 Categoria e Dispendio das Importações

O país deve importar uma série de produtos, dentre os quais se encontra o petróleo e combustíveis. Isto ocasiona um dispêndio considerável na balança comercial. O Quadro 21 a seguir apresenta as importações por categoria de uso:

Item	2006	$\Delta$ % 2005/2006
<b>Importação Total</b>	91.394	25,2
<b>Matérias Primas e Intermediários</b>	45.287	20,8
<b>Bens de Capital</b>	18.911	23,9
<b>Petróleo e Combustíveis</b>	15.199	28,2
<b>Bens de Consumo</b>	11.997	42,6

Quadro 21 – Importação por Categoria de Uso (US \$ Milhões)  
Fonte: Balança Comercial Brasileira 2006.

Em 2006, as importações alcançaram o valor total de 91.394.000 dólares, deste total, 45.287.000.000 dólares (49,55%) foram importações de matérias-primas e intermediários, 18.911.000.000 dólares (20,69%) foram importações de bens de capital, 15.199.000.000 dólares (33,56%) foram aquisições de petróleo e combustíveis e finalmente 11.997.000.000 (26,49%) foram importações de bens de consumo. Como pode-se notar, a dependência energética gera um custo razoavelmente alto para o país. O Quadro 22 apresenta o custo das importações de diesel que tem se efetuado desde o ano 2000:

ITEM	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Mil US \$FOB Importação	1.252.072	1.214.037	1.084.176	791.812	826.765	1.019.636	1.746.709
Mil m <sup>3</sup>	5.801	6.585	6.370	3.818	2.695	2.371	3.545
\$ Preço/m <sup>3</sup>	216	184	170	207	307	430	493

Quadro 22 – Dispendio com a Importação de Diesel (US \$ FOB)  
Fonte: Dados Estatísticos. ANP (2007).

No ano 2000 o país pagou \$1.252.072.000 dólares com a compra de 5.801.000 m<sup>3</sup>, isto quer dizer que o preço FOB<sup>28</sup> por metro cúbico foi de aproximadamente \$216,00. No ano seguinte foram importados 6.585.000 m<sup>3</sup> de diesel a um preço de \$184,00. A partir do ano 2003 o preço por metro cúbico aumentou, chegando em 2006 a \$493,00.

É difícil prognosticar o preço FOB das importações e as quantidades futuras de diesel a serem adquiridas, mas vamos supor ao menos que o preço por metro cúbico em 2008 vai ser igual a 2006 (\$ 493). Desta maneira em 2008 os quatorze estados (13 estados e o DF) que são objeto de estudo neste documento, precisarão substituir 629.000 m<sup>3</sup> de diesel por biodiesel de soja. Com esta substituição o país estaria poupando \$310.097.000 dólares, gerando um benefício importante à balança comercial. Por outro lado, se as misturas B5 e B10 fossem igualmente introduzidas no próximo ano, seria necessário substituir 1.574.000m<sup>3</sup> e 3.149.000m<sup>3</sup> de diesel respectivamente, o qual geraria uma poupança \$775.982.000 e \$1.552.457.000. Na seção 3.1.4 se analisará a quantidade de toneladas de óleo de soja que são necessárias para produzir as misturas B2, B5 e B10.

---

<sup>28</sup> FOB significa Free on Board. É o custo de transporte da mercadoria desde o porto estrangeiro até o porto do país que realizou a compra)



## 2.6 Geração de Emprego e Renda

Muito tem se comentado sobre as oportunidades de emprego e renda que a produção de biodiesel pode gerar. No que diz respeito ao biodiesel de soja, é importante analisar a cadeia produtiva como um todo. Nesta seção se mostrarão cifras referentes ao pessoal ocupado diretamente no cultivo da lavoura e na planta produtora de biodiesel.

Os setores que mais absorvem mão-de-obra são aqueles considerados como os menos dinâmicos no comércio internacional, os menos competitivos e os mais atrasados e, portanto, considerados como desinteressantes para compor a pauta das exportações de um país (ROESSING, LAZZAROTTO, 2004). Isto pode-se observar no Quadro 23, quanto menos mão-de-obra se precisar para o cultivo de uma lavoura, maior será sua dependência com respeito ao mercado internacional. Desta maneira, o tomate envarado, a uva, o abacaxi e a cebola estão principalmente destinados ao mercado interno. O café e o cacau atendem tanto ao mercado interno quanto externo, já a soja atende primordialmente as necessidades do mercado externo.

<b>Atividade</b>	<b>Nº Empregos</b>
Tomate envarado	245
Uva	113
Abacaxi	70
Cebola	61
Café	52
Mandioca	49
Cacau	38
Batata	37
Algodão herbáceo	29
Mamona	24
Caju	23
Laranja	16
Arroz	16
Coco da Bahia	14
Feijão	11
Cana-de-Açúcar	10
Milho	8
Soja	2

Quadro 23 – Número de Empregos Gerados em Diversas Atividades Agrícolas para cada 100 hectares.

Fonte: ROESSING, LAZZAROTTO (2004).

A atividade agrícola que gera menos postos de trabalho é a soja, isto porque enquanto outros cultivos como o tomate, a uva e o abacaxi precisam de 245, 113 e 70 pessoas para trabalhar 100 hectares, a soja precisa só de 2 pessoas para trabalhar a mesma extensão territorial.

Nesta dissertação tal como foi esclarecido anteriormente, não haverá um acréscimo na área plantada de soja para produzir biodiesel, e embora isso acontecesse fica claro que a soja é uma lavoura grandemente automatizada e mecanizada, por tanto não gera suficiente quantidade de emprego direto no campo.

No que diz respeito ao número de pessoas que podem ser contratadas para trabalhar em uma usina de biodiesel, o Quadro 24 apresenta a quantidade e as características que se requerem para poder trabalhar em uma planta de produção de biodiesel:

<b>Funcionários/Posição</b>	<b>Quantidade</b>
<b>Administração/Gerência</b>	
Administrador da Planta	1
Administrador de Controle de Qualidade	1
Assistente Administrativo	1
<b>Administração da Produção</b>	
Técnico de laboratório	1
Chefe de mudança de Turnos	2
Operador de Turno	4
<b>Manutenção</b>	
Trabalhador de manutenção	1
Eletricista	1
Total:	12

Quadro 24 – Características e Número de Funcionários que trabalham em uma planta de biodiesel.

Fonte: RMD (2006).

A quantidade de funcionários que trabalham em uma planta de biodiesel são poucos, isto acontece porque a usina de biodiesel tem a lógica da indústria química que inclui processos com alto grau de automação, sendo necessária a contratação de pessoas com um nível técnico de especialização. A cadeia produtiva do biodiesel de soja, seja na sua parte agrícola seja na sua parte industrial, é socialmente excludente e concentradora de renda.

### **3. REGIONALIZAÇÃO DO BIODIESEL DE SOJA VIA ROTA ETILICA**

#### 3.1 Produção Regional de Biodiesel de Soja

Neste capítulo se analisará a Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE), a quantidade de soja esmagada (CAE), a Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE) e a quantidade de álcool disponível em treze estados e o Distrito Federal com o propósito de determinar as quantidades de óleo e etanol necessários para realizar as misturas B2, B5 e B10 em 2008.

De acordo com as estimativas das importações e do consumo de diesel realizadas pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) a necessidade nacional de biodiesel em 2008 para atender a legislação é de 885.000 m<sup>3</sup> para B2, de 2.212.500 m<sup>3</sup> para B5 e de 4.425.000 m<sup>3</sup> para B10. Neste documento, se analisará a necessidade regional com base no consumo.

##### 3.1.1 Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE)

A Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE) é a capacidade que possui a indústria de oleaginosas de extrair o óleo do grão de soja. Esta capacidade varia de acordo com a empresa e o estado e até o momento nenhuma delas utiliza a totalidade dessa capacidade. A continuação se apresenta a evolução da Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE) dos principais estados produtores de soja a partir do ano 2003:

<b>Estado</b>	<b>2003</b>	<b>%</b>	<b>2004</b>	<b>%</b>	<b>2005</b>	<b>%</b>	<b>2006</b>
PR	9.554	25,11	10.482	24,11	10.598	23,42	10.874
MT	4.785	12,58	6.798	15,63	6.930	15,32	7.788
RS	6.633	17,44	6.501	14,95	6.996	15,46	7.062
GO	3.406	8,95	5.584	12,84	5.990	13,24	6.204
SP	4.769	12,54	4.934	11,35	5.148	11,38	5.412
MS	2.303	6,06	2.407	5,54	2.737	6,05	3.089
MG	2.096	5,51	2.112	4,86	2.178	4,81	2.178
BA	1.802	4,74	1.764	4,06	1.764	3,90	1.815
SC	1.320	3,47	1.331	3,06	1.331	2,94	1.331
PI	581	1,53	779	1,79	779	1,72	812
AM	660	1,74	660	1,52	660	1,46	660
PE	132	0,35	132	0,30	132	0,29	132
<b>Total</b>	<b>38.039</b>	<b>100,00</b>	<b>43.483</b>	<b>100,00</b>	<b>45.242</b>	<b>100,00</b>	<b>47.356</b>

Quadro 25 – Capacidade Instalada de Processamento de Soja Anual por Estado (Mil t)

Fonte: Dados Estatísticos. ABIOVE (2007).

\*Os estados do Ceará e o DF não aparecem devido a que não apresentaram Capacidade Instalada de Processamento.

Pode-se observar que a Capacidade de Processamento Anual ou Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE) aumentou com o decorrer do tempo, desta maneira, o ano 2003 tinha uma Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE) de 38.039.000 toneladas, capacidade que aumentou para 43.483.000 toneladas em 2004, para 45.242.000 toneladas em 2005, até chegar em 2006 a 47.356.000 toneladas. Esse acréscimo se deve a dois fatores: a aquisição de novas unidades de esmagamento ou a unidades paradas postas em funcionamento novamente. Por outro lado, em termos estaduais, essa Capacidade Instalada (CIE) aumentou. Só em alguns casos se apresentaram pequenas diminuições ou inclusive não houve variações como é o caso do estado da Amazonas, cuja Capacidade Instalada (CIE) desde o ano 2003 permanece constante.

No que diz respeito à participação estadual no processo de esmagamento de óleo, o estado de Paraná apresenta o maior grau de participação, representando em 2003, 25,11% do total da Capacidade Instalada anual no país. Posterior ao estado de Paraná, encontra-se Mato Grosso, que para esse mesmo ano, já contava com 12,58% do total da Capacidade Instalada (CIE), Rio Grande do Sul, Mato Grosso e São Paulo responderam por 17,44%, 8,95% e 12,54% respectivamente. Para os anos de 2004, 2005 e 2006 esses estados aumentaram ou diminuíram em poucos pontos a porcentagem de participação, mantendo desta maneira sua posição.

### 3.1.2 Soja Esmagada (CAE)

A soja esmagada corresponde à quantidade de grão de soja que passou pelo processo de extração de óleo. No Quadro 26 podem-se apreciar as quantidades de soja que foram esmagadas anualmente desde o ano 2003:

UF	2003	2004	2005	2006
PR	6.980	6.971	6.962	6.602
MT	3.497	4.519	4.554	4.730
RS	4.848	4.323	4.596	4.287
GO	2.488	3.713	3.936	3.767
SP	3.486	3.282	3.383	3.287
MS	1.684	1.602	1.799	1.875
MG	1.532	1.405	1.430	1.323
BA	1.318	1.174	1.159	1.101
SC	965	885	874	808
PI	425	518	511	492
AM	484	439	434	400
PE	97	87	89	83
Total	27.802	28.917	29.728	28.754

Quadro 26 - Quantidade de Soja Esmagada Anualmente (Mil t)

Fonte: Dados Estatísticos. ABIOVE (2007).

\*Os estados do Ceará e o DF não aparecem devido a que não apresentaram Capacidade Instalada de Processamento.

Tal como se pode observar, as maiores quantidades de soja que foram esmagadas aconteceram nos Estados de Paraná, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul e finalmente Minas Gerais. O resto dos estados, a pesar de não ser menos importantes, esmagaram quantidades inferiores si se comparar com as quantidades das regiões do Sul, Centro-Oeste e Sudeste. Na atualidade a infra-estrutura de esmagamento está sendo subutilizada, o qual faz com que grande quantidade de soja não seja esmagada. O motivo principal se deve a que existem unidades de processamento que estão temporariamente fora de funcionamento. Desta maneira, em 2003 se utilizou 73,09%<sup>29</sup> do total da Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE), em 2004 essa porcentagem mudou para 66,50%, em 2005 se utilizou 65,71% dessa capacidade e finalmente em 2006 essa participação diminuiu para 60,72%. Esta diminuição aconteceu por duas razões, a primeira se deve à inserção do

<sup>29</sup> Esta porcentagem é o resultado da divisão do total de quantidade de soja esmagada anual em 2003 (27.802) pela capacidade instalada anual desse mesmo ano (38.039) e posteriormente multiplicado por 100.

biodiesel de soja no mercado, três dos cinco leilões foram realizados em 2006 e as quantidades arrematadas nos dois primeiros leilões foram entregues nesse mesmo ano. Por outro lado, parte do segundo leilão e no que respeita aos leilões 3 e 4 foram entregues no presente ano, no que diz respeito ao quinto leilão, o mesmo será entregue em 2008. A segunda razão se deve a que o preço do grão de soja no mercado internacional se manteve em alta nos últimos três meses do ano 2006, fazendo com que a indústria de oleaginosas recuasse. Isto ocasionou uma diminuição na quantidade de óleo e farelo que foi produzido.

O óleo de soja não é a única matéria-prima utilizada para produzir biodiesel, no mercado participam diversas oleaginosas que tem aumentado sua concorrência principalmente a partir do ano 2005, quando entrou em vigência a mistura autorizativa B2.

É importante mencionar que o óleo de soja cru é processado para gerar o óleo refinado por uma parte e a lecitina pelo outro. Ambos os produtos têm uso técnico ou comestível para a elaboração de diversos artigos comerciais. (PAULA, FAVERET, 1998). Para o processo de produção de biodiesel é utilizado o óleo refinado. Não se sabe quanto da produção nacional de óleo está destinada para cada uma das atividades que foram mencionadas anteriormente, mas para obter essa informação é necessário realizar uma pesquisa empresarial, a qual não garante que os dados que se obtenham a partir dela possam ser fidedignos, tudo como consequência da concorrência no mercado.

### 3.1.3 Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE)

A Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE) é o resultado da diferença entre a Capacidade Instalada (CIE) e o que foi esmagado (CAE). No Quadro 27 se apresentam dados referentes à Capacidade Ociosa de Esmagamento. Estes dados foram obtidos a partir da diferença entre os dados do Quadro 25 e os dados do Quadro 26:

<b>UF</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
PR	2.574	3.511	3.636	4.272
MT	1.288	2.279	2.376	3.058
RS	1.785	2.178	2.400	2.775
GO	918	1.871	2.054	2.437
SP	1.283	1.652	1.765	2.125
MS	619	806	939	1.214
MG	564	707	748	855
BA	484	590	604	714
SC	355	446	457	523
PI	156	261	267	320
AM	176	221	226	260
PE	35	45	43	49
<b>Total</b>	<b>10.238</b>	<b>14.567</b>	<b>15.515</b>	<b>18.602</b>

Quadro 27 – Capacidade Ociosa de Esmagamento Anual (Mil t)  
 Fonte: Dados Estatísticos. ABIOVE (2007).

De acordo com as informações apresentadas no Quadro 28, a Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE) tem aumentado anualmente, em 2003 esta capacidade era de 10.238.000 toneladas, em 2004 aumentou para 14.567.000 toneladas, em 2005 aumentou 948.000 toneladas com respeito ao ano anterior e finalmente para o ano 2006 sua Capacidade Ociosa (COE) chegou a 18.602.000 toneladas, o suficiente para produzir em termo de 3.720.400 toneladas de óleo de soja.

O aumento ou diminuição da Capacidade Ociosa (COE) depende da quantidade de soja que é esmagada, tal como foi mencionado antes, existe uma Capacidade Instalada (CIE) que atualmente está sendo subutilizada. O fato de não se utilizar a totalidade da Capacidade Instalada (CIE) já estava prevista quando foi criado o parque industrial de esmagamento de soja. Isto se deve ao baixo teor de óleo da soja, quanto mais grão de soja for esmagado, maior será a quantidade de óleo e farelo a serem produzidos. Este último representa cerca de 80% do grão, por tanto, seu excedente não poderia ser absorvido pelo mercado de acordo com as atuais condições.

### 3.1.4 Óleo de Soja para as Misturas B2, B5 e B10 em 2008

Parte do biodiesel que está sendo produzido em nível nacional se deriva da Capacidade Atual de Esmagamento de soja (CAE). Capacidade que está sendo subutilizada e que faz com que se deixe de produzir tanto óleo quanto farelo e torta de soja. Para saber a quantidade de óleo de soja a se utilizar na produção regional de biodiesel é necessário saber o consumo de diesel. O Quadro 28 apresenta o consumo de diesel dos treze estados em estudo a partir do ano 2003:

UF	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PR	3.450	3.602	3.518	3.390	3.640	3.708
MT	1.792	2.007	1.706	1.464	1.717	1.722
RS	2.640	2.741	2.482	2.332	2.433	2.392
GO	1.439	1.520	1.551	1.494	1.581	1.614
SP	8.965	9.290	9.284	8.688	9.134	9.157
MS	969	1013	907	788	862	844
MG	4.413	4.949	5.165	5.071	5.273	5.417
BA	1.856	2.054	2.060	1.892	1.970	1.968
SC	1.669	1.778	1.806	1.640	1.788	1.815
PI	269	312	319	286	320	330
AM	496	698	830	704	822	879
PE	803	820	829	736	774	762
CE	518	530	565	539	541	535
DF	362	363	369	331	349	344

Quadro 28 – Consumo de Diesel por Estado (Mil m<sup>3</sup>)  
Fonte: Dados Estatísticos. ANP (2007).

Pode-se observar que o consumo de diesel é flutuante, tal é o caso do Estado de Paraná que em 2003 apresentou um consumo de diesel de 3.450.000 m<sup>3</sup>, quantidade que aumentou para 3.602.000 m<sup>3</sup> em 2004. Em 2005 e 2006 esse consumo diminuiu e segundo as estimativas poderia eventualmente aumentar em 2007 e 2008. Outro caso é o Estado de Minas Gerais, cujo consumo em 2003 foi de 4.413.000 m<sup>3</sup> de diesel, quantidade que aumentou para 4.949.000 m<sup>3</sup> e 5.165.000 em 2004 e 2005, finalmente em 2006 apresentou uma diminuição de 94.000 m<sup>3</sup> com respeito ao ano anterior. De acordo com as estimativas, tudo indica que o consumo de diesel desses estados em 2008 vai ser de 344.000 m<sup>3</sup>. O Quadro 29 a seguir, apresenta as quantidades de biodiesel que precisarão esses estados para poder inserir a mistura B2:



UF	B2 (Mil m <sup>3</sup> )	Óleo de Soja p/ B2 (Mil m <sup>3</sup> )	Óleo Soja <sup>30</sup> (Mil t)	Grão de Soja <sup>31</sup> (Mil t)
PR	74	70	64	322
MT	34	33	30	150
RS	48	45	42	208
GO	32	31	28	140
SP	183	174	159	795
MS	17	16	15	73
MG	108	103	94	470
BA	39	37	34	171
SC	36	34	32	158
PI	7	6	6	29
AM	18	17	15	76
PE	15	14	13	66
CE	11	10	9	46
DF	7	7	6	30
Total	630	598	547	2.734

Quadro 29 – Óleo de Soja necessário para realizar a mistura B2 por Estado em 2008  
 Fonte: Dados Estatísticos. ANP (2007).  
 NBB (2007).  
 LELE (2007).

De acordo com as informações apresentadas, os treze estados precisarão substituir 630.000 m<sup>3</sup> de diesel por biodiesel de soja. Segundo os dados da Figura 11, a quantidade de óleo varia dependendo do álcool a ser utilizado, desta maneira, a quantidade de óleo que se precisa quando se opta pela rota etílica é equivalente a 95% do biodiesel. Desta maneira, 598.000 m<sup>3</sup> desses 630.000 m<sup>3</sup> correspondem a óleo de soja. Esses 630.000 m<sup>3</sup> de óleo equivalem a 547.000 toneladas de óleo e a 2.734.000 toneladas de grão de soja. Neste sentido e de acordo com os dados apresentados no Quadro 2, em 2006 a produtividade da soja foi de 2,82 toneladas de grão por hectare. Isto quer dizer, que partindo do suposto que esse nível de produtividade vai permanecer igual em 2008, a área necessária para atender ao percentual da mistura de 2% de biodiesel ao diesel petróleo é estimada em 969.504 hectares<sup>32</sup>, o que equivale a 0,64% de 151 milhões de hectares plantados e disponíveis para agricultura no Brasil. Este número não inclui as regiões ocupadas por pastagens e florestas (Ver Quadro 6).

<sup>30</sup> Para converter Metros Cúbicos de Óleo de Soja em Toneladas de Óleo de Soja se deve multiplicar o primeiro por 0,914.

<sup>31</sup> Para converter Toneladas de Óleo de Soja em Toneladas de Grão de Soja se deve dividir o primeiro por 0,20.

<sup>32</sup> Este é o resultado da divisão do Valor Total de Grão de Soja pela Produtividade desse Grão por Hectare (2.734.000/2,82).

Por outro lado, os estados que precisam de mais quantidade de biodiesel são aqueles que consomem mais diesel, como é o caso de São Paulo e Minas Gerais, que segundo as estimativas, o próximo ano precisarão de 183.000 m<sup>3</sup> e 108.000 m<sup>3</sup> de biodiesel respectivamente.

O Quadro 30 a continuação apresenta as quantidades de biodiesel que requerem esses estados para inserir a mistura B5:

<b>UF</b>	<b>B5 (Mil m<sup>3</sup>)</b>	<b>Óleo de Soja p/ B5 (Mil m<sup>3</sup>)</b>	<b>Óleo Soja (Mil t)</b>	<b>Grão de Soja (Mil t)</b>
PR	185	176	161	805
MT	86	82	75	374
RS	120	114	104	519
GO	81	77	70	350
SP	458	435	398	1988
MS	42	40	37	183
MG	271	257	235	1176
BA	98	93	85	427
SC	91	86	79	394
PI	16	16	14	72
AM	44	42	38	191
PE	38	36	33	165
CE	27	25	23	116
DF	17	16	15	75
<b>Total</b>	<b>1.574</b>	<b>1.496</b>	<b>1.367</b>	<b>6.835</b>

Quadro 30 – Óleo de Soja necessário para realizar a mistura B5 por Estado em 2008  
 Fonte: Dados Estatísticos. ANP (2007).  
 NBB (2007).  
 LELE (2007).

Tal como pode-se observar, para o próximo ano serão necessários 1.574.000 m<sup>3</sup> de biodiesel, isto significa que vai se precisar de 1.496.000 m<sup>3</sup> de óleo, quantidade equivalente a 1.367.000 toneladas de óleo e 6.385.000 toneladas de grão de soja. Para produzir essa quantidade de biodiesel é necessário plantar 2.423.759 de hectares de soja, isto representa 1,61% de 151 milhões de hectares que estão disponíveis para agricultura. No que se refere ao consumo estadual de biodiesel, pode-se notar como os estados de Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia e Santa Catarina começam a mostrar cifras mais representativas em termos de demanda, não tão significativas quanto a demanda que apresentam cidades grandes como São Paulo ou Minas Gerais, mas que incentivam à produção de biodiesel.

Finalmente o Quadro 31 apresenta as quantidades de biodiesel que os estados sob análise necessitam para inserir a mistura B10:

UF	B10 (Mil m <sup>3</sup> )	Óleo de Soja p/B10 (Mil m <sup>3</sup> )	Óleo Soja (Mil t)	Grão de Soja (Mil t)
PR	371	352	322	1.610
MT	172	164	150	748
RS	239	227	208	1.038
GO	161	153	140	701
SP	916	870	795	3.975
MS	84	80	73	366
MG	542	515	470	2.352
BA	197	187	171	855
SC	182	172	158	788
PI	33	31	29	143
AM	88	84	76	382
PE	76	72	66	331
CE	54	51	46	232
DF	34	33	30	149
Total	3.149	2.991	2.734	13.670

Quadro 31 – Óleo de Soja necessário para realizar a mistura B10 por Estado em 2008

Fonte: Dados Estatísticos (2007). ANP.

NBB (2007).

LELE (2007).

Segundo os dados apresentados, a inserção da mistura B10 implicaria uma substituição de 3.149.000 m<sup>3</sup> de diesel por biodiesel de soja. Esse volume de adição requereria de 2.991.000 m<sup>3</sup> de óleo de soja, o qual representa 2.734.000 toneladas de óleo e 13.670.000 toneladas de grão. Para atender esse percentual, seria necessário plantar 4.847.518 de hectares, extensão territorial que equivale a 3,21% da área total disponível para agricultura.

Quanto maior for o volume da mistura, maior será a quantidade de óleo que será necessário para fazer frente à demanda. Sob a premissa deste documento o complexo soja poderia atualmente ter utilizado essa Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE).

Em 2006, o complexo industrial da soja, chegou a esmagar 28.754.000 toneladas de grão de soja, isso representou 5.750.800 toneladas de óleo, por outro lado, a Capacidade Ociosa (COE) para esse ano foi de 18.602.000 toneladas de grão, que foi equivalente a 3.720.400 toneladas de óleo de soja, em outras palavras, só com a Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE) o setor poderia fornecer as quantidades de óleo necessárias para

produzir as misturas B2, B5 e parte (66%) da mistura B10, já que segundo as estimativas da demanda de óleo para o próximo ano, seriam necessárias 4.648.000 toneladas de óleo para produzir essas misturas.

Esses 3.720.400 toneladas de óleo de soja representam aproximadamente 6.594.116 hectares<sup>33</sup>. Por outro lado, a quantidade de óleo soja que gerou a Indústria de Oleaginosas esse ano equivale a 10.192.839 hectares, isto quer dizer que do total da soja que foi plantada em 20.580.000 hectares em 2006 (Ver Quadro 2), 49,52% foi processada para produzir óleo e por sua vez, farelo e torta.

A Figura 20 a continuação apresenta a quantidade de óleo por estado que seria necessária para produzir as misturas B2, B5 e B10 em 2008 comparadas com a Capacidade Atual (CAE) e Ociosa de Esmagamento (COE):

---

<sup>33</sup> Este é o resultado de dividir 3.720.400 por 0,5642 (Rendimento de Óleo de Soja por Hectare, Ver Quadro 8).

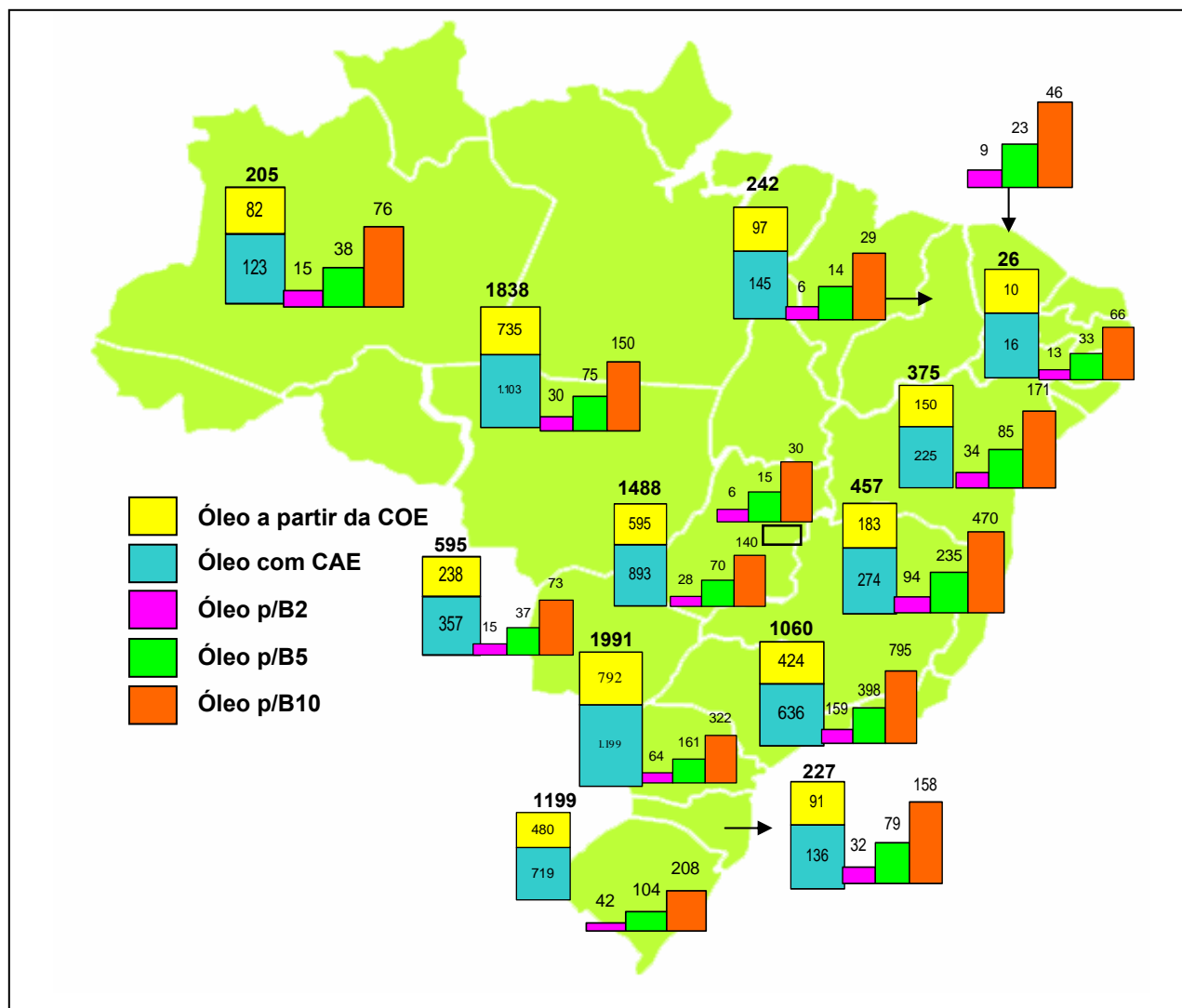


Figura 20 – Produção Estadual de Óleo de Soja a partir da Capacidade Atual (CAE) e Ociosa de Esmagamento (COE) Vrs Quantidade necessária de Óleo para produzir B2, B5 e B10 em 2008 (Mil Toneladas de Óleo)  
 Fonte: Dados Estatísticos. ABIOVE (2007).  
 Dados Estatísticos. ANP (2007).

A maior parte dos estados em 2008 estará produzindo suficiente quantidade de óleo para efetuar as misturas B2, B5 e B10 a partir da Capacidade Atual de Esmagamento (CAE). Isto sem contar com a Capacidade Ociosa de Esmagamento (COE), que como se mencionou antes as probabilidades de ser utilizada são mínimas ante as atuais condições de mercado. Tal é o caso do estado da Amazonas que com base na sua Capacidade Atual de Esmagamento (CAE) produzirá aproximadamente 123.000 toneladas, quantidade suficiente para fornecer as 15.000, 38.000 e 760.000 toneladas de óleo que serão necessárias para produzir os 18.000 m<sup>3</sup>, 44.000 m<sup>3</sup> e 88.000 m<sup>3</sup> de biodiesel para as misturas de B2, B5 e B10 (Ver Quadros 29, 30 e 31).

Outro caso é o estado de Goiás, que produzirá aproximadamente 893.000 toneladas de óleo, quantidade que conseguirá fornecer as 28.000, 70.000 e 140.000 toneladas de óleo que serão utilizadas para a produção de 32.000 m<sup>3</sup>, 81.000 m<sup>3</sup> e 161.000 m<sup>3</sup> de biodiesel para as misturas B2, B5 e B10 (Ver Quadros 29, 30 e 31).

Os estados do Ceará e o Distrito Federal, não apresentam dados sobre a Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE) e por sua vez sobre a Capacidade Ociosa (COE), isto se deve a que desde o ano 2002 a infra-estrutura de esmagamento instalada nesses estados foi transferida para outras regiões como Mato Grosso e Amazonas principalmente. Sob estas condições estes estados terão que adquirir óleo de outras localidades para fazer frente às demandas de B2, B5 e B10.

No que se refere ao estado de Pernambuco pode-se notar que nem utilizando a totalidade da Capacidade Instalada de Esmagamento (CIE) da região se consegue satisfazer o suprimento de óleo para as misturas B5 e B10. Finalmente se o estado de Santa Catarina não utilizar a totalidade da Capacidade Instalada de processamento de soja ou adquirir óleo de outras regiões, não poderá fornecer as quantidades de óleo necessárias para efetuar a mistura B10.

É importante mencionar que a produção de biodiesel de soja está em função do mercado nacional e internacional de farelo, produto que é utilizado principalmente pela indústria de rações, por tanto, é fundamental alocar o excedente de farelo decorrente de um aumento na quantidade de grão de soja esmagada. Em países onde a pecuária é intensiva, qualquer excesso na quantidade de farelo produzida é facilmente absorvida pelo mercado, mas no caso do Brasil onde a pecuária é extensiva e a maior parte do gado é alimentado com pasto, o excesso de farelo ocasionaria perdas para a indústria de oleaginosas. Isto justifica por que essa Capacidade Ociosa (COE) não possa em curto prazo ser utilizada, caso venha-se precisar de mais óleo de soja para produzir biodiesel.

### 3.1.5 Álcool Anidro

De acordo com as informações apresentadas na Figura 11, do total de componentes que participam no processo de transesterificação são consumidos na reação aproximadamente 13% de etanol, essa porcentagem representa 15% do produto final (biodiesel). Isto quer dizer que de acordo com as estimativas feitas, em 2008 o estado de Paraná precisará substituir 74.000 m<sup>3</sup> (2% do total de diesel consumido nesse estado) de diesel por biodiesel de soja. Esses 74.000 m<sup>3</sup> de biodiesel de soja precisam de 11.100 m<sup>3</sup> de etanol ou 8.769 toneladas de etanol<sup>34</sup>. A continuação se apresentam as quantidades de álcool anidro necessárias para realizar as misturas B2, B5 e B10 em 2008 tomando em consideração a produção estadual para cada um dos quatorze estados em estudo (treze estados e o DF).

---

<sup>34</sup> Para converter Metros Cúbicos de Etanol a Toneladas de Etanol se deve multiplicar por 0,79 (1 m<sup>3</sup> Etanol= 0,79 Toneladas de Etanol).

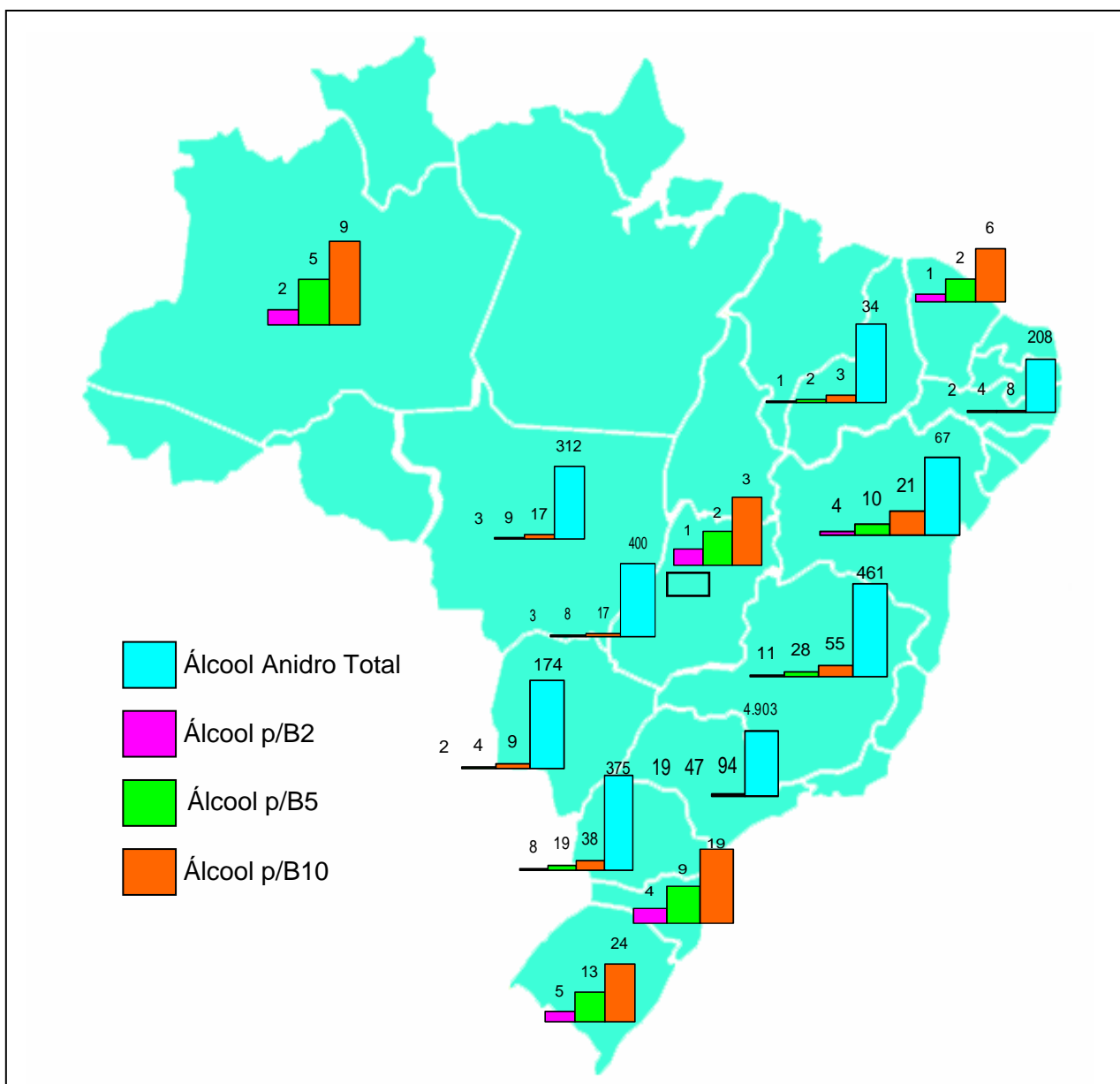


Figura 21 – Produção de Álcool Anidro Estadual Vrs Álcool necessário para as misturas B2, B5, B10 em 2008 (Mil Toneladas de Álcool Anidro)

Fonte: Séries Históricas. ÚNICA (2007).  
Dados Estatísticos. ANP (2007).

A maioria dos estados produzem suficiente álcool anidro para fornecer as quantidades requeridas pelas misturas B2, B5 e B10. Desta maneira, o estado de Mato Grosso precisaria de 3.000, 9.000 e 17.000 toneladas de álcool para B2, B5 e B10, paralelamente o estado teria uma produção de 312.000 toneladas de etanol, produção suficiente para fornecer inclusive quantidades superiores às requeridas pelas misturas anteriormente mencionadas. A mesma situação acontece com o resto dos estados excetuando Amazonas, Ceará, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e o Distrito Federal onde não aparecem dados de produção de álcool devido à



pouca quantidade de terras dedicadas ao plantio de cana-de-açúcar e a carência de tecnologia regional.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Visando a responder ao objetivo principal deste documento, serão comentados os resultados da análise realizada da cadeia produtiva de biodiesel de soja via rota etílica, na seguinte ordem: dimensão social, econômica, ambiental e estratégica.

Desta maneira, no que diz respeito à **dimensão social**, pode-se dizer que o biodiesel de soja forma parte de um complexo industrial concentrador de renda e excludente. A soja é uma cultura mecanizada onde o agricultor deve contar com infra-estrutura específica para realizar sua produção, dificultando desta maneira a participação do agricultor familiar, sendo que para vastas extensões de terra é necessário um mínimo de pessoas para trabalhar nelas. Quanto mais tecnologia for incorporada no processo produtivo de uma cultura, mais elevado será seu preço no mercado. No que diz respeito à quantidade de pessoas que podem trabalhar na indústria química são poucas. Isto, porque tanto no campo quanto na planta industrial de biodiesel se precisa de maquinaria e tecnologia específica.

Em termos **econômicos**, a introdução das misturas obrigatórias B2, B5 e B10 geraria uma economia de divisas ocasionado, pela diminuição dos gastos na conta de importações de combustíveis.

Com relação ao preço de venda, neste documento se demonstrou como ainda hoje, o preço de venda do diesel petróleo é menor do que o preço de venda do biodiesel de soja. Esta situação coloca ao biodiesel de soja em uma posição pouco competitiva quando ambos os produtos são ofertados no mercado.

No que tange à **dimensão ambiental**, existem vários pontos a se comentar, primeiramente pode-se dizer que na atualidade tanto a soja quanto a cana-de-açúcar ocupam grandes extensões de terra, no caso da soja, a área plantada cobre por completo o bioma da Pampa e do Pantanal, uma grande parte do Cerrado, da Amazônia e da Mata Atlântica e algumas partes do bioma da Caatinga. Por outro lado, os plantios da cana-de-açúcar ocupam amplas áreas da Mata Atlântica e sua introdução ao bioma do Cerrado é cada vez maior. É

importante esclarecer que os impactos ambientais decorrentes das plantações da cana-de-açúcar com o propósito de produzir as quantidades de etanol que são necessárias para ser inseridas no processo de produção de biodiesel são mínimas.

Por outro lado, a rota etílica traz uma série de benefícios em termos ambientais por ser menos poluente do que o metanol e é menos perigoso de ser transportado por ser menos propenso a incendiar, mas o atual preço, quantidade de matéria e consumo de energia que necessita para realizar a reação são maiores do que na rota metílica.

No que diz respeito à emissão de gases gerada pelo biodiesel de soja, pode-se dizer que entre as misturas B2, B5 e B10 não vão se gerar diminuições significativas na quantidade de partículas que são emitidas para a atmosfera. Reduções importantes nas emissões dos motores a diesel vão ser observados a partir de misturas superiores no volume de adição. E nesse sentido só a partir do ano 2013 vai ser introduzida a mistura obrigatória de 5% de biodiesel, sendo que resultados significativos começam a ser notados a partir da mistura B50.

No que se refere à produção de glicerina a partir das misturas B2, B5 e B10 em 2008, pode-se dizer que não existe um destino certo para a superprodução de glicerina bruta derivada da produção de biodiesel. Atualmente existe uma série de instituições de pesquisa, empresas químicas e inclusive os mesmos produtores de biodiesel, que estão procurando dar uso a esse excedente de matéria.

Sob o ponto de vista **estratégico**, produzir biodiesel com soja e etanol é muito vantajoso, as duas estão inseridas em complexos industriais que possuem infra-estrutura tecnológica e financeira para realizar investimentos e modificações nas suas cadeias produtivas sem maior dificuldade, tudo com o propósito de se adaptar às mudanças do mercado. Essa infra-estrutura faz com que ambas as culturas tenham capacidade de iniciar a produção de biodiesel em grande escala. Dentre essa infra-estrutura pode-se mencionar a rede logística que é utilizada para deslocar as matérias-primas e o biodiesel até o mercado consumidor.

Atualmente se utiliza a infra-estrutura logística do diesel para transportar o biodiesel de soja e a pesar de que em cada região se encontrem todas as matérias-primas necessárias para produzir biodiesel, isso não justifica a instalação de uma base distribuidora de diesel, devido a que o consumo de diesel deverá ser muito maior à produção local de biodiesel. Ainda assim, as possibilidades de instalar uma base distribuidora de diesel são poucas, porque como todo projeto geopolítico, o mesmo está sujeito a uma série de situações que fazem com que muitas vezes não passe de ser um projeto de lei.

O transporte de matérias inflamáveis via rodovia gera um alto gasto econômico, consumo de energia e poluição ambiental, além de representar uma ameaça para a segurança e a saúde dos cidadãos.

Outro aspecto importante em termos estratégicos é a abrangência geográfica de ambas as culturas. Atualmente são nove os estados onde se planta e se produz óleo de soja e álcool anidro. Neste sentido, os estados do Ceará e o Distrito Federal apresentarão dificuldade para fornecer as quantidades de óleo de soja e etanol necessárias para produção de B2, B5 e B10. Isto se deve à ausência de unidades esmagadoras de soja e à falta de plantas produtoras de álcool anidro. Por outro lado, os estados da Amazonas, Santa Catarina e Rio Grande do Sul apresentam um déficit com relação à produção de álcool anidro dificultando a produção das misturas de biodiesel. O custo logístico para estes estados será mais elevado como consequência do transporte das matérias-primas das quais prescindem e precisam para realizar produção regional de biodiesel.

Com base nos dados e informações que foram obtidas, processadas e analisadas no decorrer da pesquisa que deu origem ao presente documento, se chegou às seguintes **conclusões:**

Desde o ponto de vista **social**, a produção de biodiesel de soja está longe de cumprir o objetivo de inclusão social traçado pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. É importante mencionar que não há biocombustíveis socialmente excludentes, o que existe são políticas públicas que podem ser socialmente excludentes ou includentes.

Em termos **econômicos** o país se veria beneficiado com uma diminuição nas importações, decorrente da introdução do biodiesel de soja no mercado, mas seu atual custo e preço de venda fazem com que ainda não seja o suficientemente competitivo.

No que tange à dimensão **ambiental**, pode-se dizer primeiramente que a rota etílica gera benefícios ambientais no que respeita à emissão de gases efetuada pelos motores de diesel, mas gera custos energéticos e gastos econômicos maiores dos que se derivam de utilizar a rota convencional (metanol).

Por outro lado, a introdução das misturas obrigatórias vai diminuir a quantidade de poluentes presentes na atmosfera, mas resultados significativos vão ser observados a partir da mistura B50.

Em termos de logística, os envolvidos na área dos combustíveis utilizam a logística do diesel para transportar o biodiesel de soja. O transporte de combustíveis via rodovia coloca em risco não só ao meio ambiente, mas também a segurança das pessoas e dos seres vivos de maneira geral, seja pelos gases que são emitidos para a atmosfera, seja pelos acidentes de trânsito que podem acontecer.

Atualmente não existe um destino certo para a superprodução de glicerina derivada das misturas B2, B5 e B10. Apesar de que há instituições de pesquisa cuidando do assunto, é importante encontrar rapidamente uma função ou uso alternativo, já que poderia se tornar em uma situação insustentável desde o ponto de vista ambiental.

Finalmente em termos **estratégicos**, pode-se dizer que o país utiliza primeiramente soja para produzir biodiesel, isto coloca em risco a produção nacional de biodiesel, já que o setor da soja é altamente dependente do mercado externo, sendo que o ganho principal do setor deriva-se primeiramente do farelo (maior rendimento financeiro) e posteriormente do grão de soja (volume).

Com tudo o anterior pode-se dizer que **o biodiesel de soja não contribui para solucionar os problemas sociais, econômicos, ambientais e estratégicos do país.**

Desta maneira, é importante tomar em consideração:

As autoridades políticas deverão reavaliar o atual sistema produtivo de biodiesel de soja por meio da rota etílica para poder efetuar as modificações pertinentes e poder realizar uma produção nacional de biodiesel tomando em consideração os aspectos que aqui foram mencionados.

O tema de biodiesel no Brasil está mudando com muita rapidez, por sua vez, os aspectos relacionados com biodiesel de soja são muitos e de grande abrangência, necessitando de levantamentos de dados e estudos mais acurados para chegar a números realmente fidedignos. No entanto, com base em estudos como este, é possível ter uma visão mais ampla dos fatores que intervêm no processo de produção de biodiesel e principalmente no processo de produção de biodiesel de soa via etanol.