

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VIABILIDADE DA INTRODUÇÃO DO BODIESEL NA  
MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

**RICARDO PASCOTE**

ORIENTADOR:

PROF. DR. GILBERTO MARTINS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção

Santa Bárbara D'Oeste

**2007**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VIABILIDADE DA INTRODUÇÃO DO BIODIESEL NA  
MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

**RICARDO PASCOTE**

**ORIENTADOR:**

**PROF. DR. GILBERTO MARTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção

Santa Bárbara D'Oeste

**2007**

O Presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ - Brasil

À

Minha querida esposa e companheira  
Siane, aos meus filhos Rafael e Lucca e  
aos meus pais Antonio e Daurea

# **VIABILIDADE DA INTRODUÇÃO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

**RICARDO PASCOTE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA, EM 22 DE FEVEREIRO DE  
2007, PELA BANCA EXAMINADORA CONSTITUÍDA PELOS PROFESSORES:**

---

**PROF. DR. GILBERTO MARTINS  
UFABC**

---

**PROF. DR. PAULO JORGE MORAES FIGUEIREDO  
UNIMEP**

---

**Prof. Dr. Sinclair Mallet Guy Guerra  
UFABC**

## **Agradecimentos:**

Ao grande mestre Prof. Dr. Gilberto Martins, que possibilitou o desenvolvimento e conclusão deste trabalho e soube me conduzir ao conhecimento científico, com muita ética e sabedoria.

Ao prof. Paulo Jorge Moraes Figueiredo, referência na área ambiental, professor que tive o privilégio de estar ao seu lado durante a jornada deste trabalho, quando pude receber não só conceitos ambientais, mas também humanístico.

Ao co-orientador deste trabalho, prof. Dr. Antonio José da Silva Maciel, da UNICAMP, pelo apoio e co-orientação, transmitindo sempre conhecimentos inovadores que nortearam esta dissertação.

À minha amada esposa e companheira, que sempre esteve junto a mim, incentivando e colaborando com este trabalho.

Aos meus queridos filhos Rafael e Lucca, que compreenderam e souberam dividir parte do tempo que seria destinado a eles, para que este trabalho pudesse ser concluído.

Aos meus pais, pelo apoio e suporte durante o desenvolvimento deste projeto.

À secretaria de pós-graduação da FEAU, Marta e Talita pela prontidão no atendimento e suporte acadêmico que me proporcionaram neste período de estudo.

Aos colegas pesquisadores Ângela Rodrigues, Ana Maria Franchin Werneck, César Della Piazza, José Antonio Carnevalli e Ivan Gergolet, pelo companheirismo e apoio que tivemos em todo este tempo de trabalho.

Ao Rotary Club de Americana, na pessoa do amigo e companheiro, Prof. Dr. Antônio Carlos Sacilloto, clube onde se iniciaram os primeiros questionamentos para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo Prof. Doutorando Osvaldo Candido Lopes, pelo apoio e ensinamentos na área química, que tanto conhece.

“No âmbito da civilização humana, as sociedades contemporâneas têm sido amiúde ignorantes ou negligentes acerca das irreversibilidades ambientais decorrentes de suas ações. A intensa utilização de elementos não renováveis e a contínua e generalizada degradação ambiental evidenciam esta característica.”  
(FIGUEIREDO, 2001)

## Receita Caseira de Biodiesel

Esta receita explica como converter a matéria em biodiesel ou melhor o b100%. Deve-se levar em conta que em tal processo de obtenção, não necessariamente atende as normas da ANP de certificação do biodiesel, pois o uso de óleo impróprio sem a certificação da qualidade através das análises necessárias pode causar danos ao motor que utilizará o biodiesel (Wikipédia).

- 1000 ml de óleo novo.
- 220 ml de metanol.
- 5g de soda caustica (NaOH) Hidróxido de sódio.
- Aquecer o óleo a 55 graus.
- Misturar a soda com o metanol e obter um metóxido.
- Misturar o metóxido com o óleo quente e agitar por 20 minutos.
- Deixar descansar.

### Lavagem

- Ao fim de 30 minutos retirar a glicerina do fundo.
- Adicionar 220 ml de água tépida e agitar com muito cuidado.
- Remover a água que deve estar turva.
- Repetir várias vezes aumentando a intensidade do agitar até que a água esteja transparente.

## Sumário

SUMÁRIO.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE TABELAS.....	IV
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	8
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.3 METODOLOGIA.....	8
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	9
1.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	10
<b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 A BIOENERGIA.....	11
2.2 DEFINIÇÃO DE BIODIESEL.....	12
2.3 HISTÓRICO DO BIODIESEL.....	19
2.4 INTRODUÇÃO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	21
2.5 CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS.....	25
2.6 EMPREGO NA INDÚSTRIA DO ÁLCOOL.....	29
2.7 O MODELO INSTITUCIONAL DO ÁLCOOL.....	29
2.8 PROGRAMA DO BIODIESEL.....	30
2.9 VISÃO DO PROJETO BIODIESEL PELO GOVERNO FEDERAL.....	32
2.9.1 QUANTO A GESTÃO SOCIAL.....	32
2.9.2 EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	33
2.9.3 EM RELAÇÃO AO MODELO TECNOLÓGICO.....	34
2.9.4 QUANTO AO MECANISMO DE INCLUSÃO SOCIAL.....	34
2.10 MARCO REGULATÓRIO DO BIODIESEL.....	36
2.11 REGIME TRIBUTÁRIO.....	37
2.12 SELO COMBUSTÍVEL SOCIAL.....	38

2.13	O BIODIESEL NO MUNDO.....	39
2.13.1	ALEMANHA.....	40
2.13.2	FRANÇA.....	41
2.13.3	ESTADOS UNIDOS.....	41
2.13.4	MALÁSIA.....	42
2.13.5	CHINA.....	42
2.13.6	OUTROS PAÍSES.....	43
2.14	REVOLUÇÃO VERDE.....	44
2.15	AGRICULTURA FAMILIAR.....	46
2.16	A AGRONEGÓCIO.....	48
<b>3</b>	<b>ASPECTOS TECNOLÓGICOS DO BIODIESEL.....</b>	<b>51</b>
3.1	O PROCESSO DO BIODIESEL.....	51
3.1.1	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO ÓLEO.....	51
3.1.2	DEGOMAGEM.....	53
3.1.3	PROCESSO QUÍMICO DO BIODIESEL (TRANSESTERIFICAÇÃO).....	54
3.1.4	SEPARAÇÃO DAS FASES.....	57
3.1.5	RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL DA GLICERINA.....	58
3.1.6	RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL DOS ÉSTERES.....	58
3.1.7	DESIDRATAÇÃO DO ÁLCOOL.....	58
3.1.8	ETANOL X METANOL .....	58
3.1.9	DESTILAÇÃO DA GLICERINA.....	60
3.1.10	APLICAÇÕES DA GLICERINA.....	60
3.2	ASPECTOS TÉCNICO-ECONÔMICOS.....	61
3.3	CRAQUEAMENTO TÉRMICO.....	65
3.4	CUSTO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL.....	66
3.5	H-Bio.....	68
<b>4</b>	<b>MATÉRIA PRIMA.....</b>	<b>72</b>
4	FONTES DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA A OBTENÇÃO DO BIODIESEL.....	72
4.1	SOJA .....	76
4.2	MAMONA.....	78
4.3	PINHÃO MANSO.....	83
4.4	DENDÊ OU ÓLEO DE PALMA.....	87
4.5	GIRASSOL .....	91
4.6	BABAÇU.....	93
4.7	COLZA.....	97

5	<b>DISCUSSÕES SOBRE O BIODIESEL</b> .....	98
5.1	DISCUSSÕES DO PROGRAMA DO BIODIESEL.....	98
5.1.1	BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO BIODIESEL.....	98
5.1.2	BIODIESEL NO TRANSPORTE URBANO.....	100
5.2	DISCUSSÃO ECONÔMICA DO BIODIESEL.....	103
5.2.1	AS POTENCIALIDADES REGIONAIS DA MATÉRIA-PRIMA PARA O BIODIESEL.....	111
5.2.2	DISCUSSÃO DO VALOR DO BIODIESEL.....	113
5.3	OS LIMITES DO DESENVOLVIMENTO DA BIOENERGIA NO BRASIL.....	114
5.4	ANÁLISE DA COMPETIÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DO ALIMENTO E A BIOENERGIA.....	117
5.5	INFLUÊNCIAS SOCIAIS DO PROGRAMA DO BIODIESEL.....	122
6	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	134
	<b>ANEXOS</b> .....	145
	ANEXO 1- DECRETO Nº 5.297, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2004.....	145
	ANEXO 2- INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 02, DE 30 DE SETEMBRO DE 2005.....	150
	ANEXO 3- Instrução Normativa Nº 02, DE 30 DE Setembro de 2005.....	158
	ANEXO 4- EXISTE <i>TRADE-OFF</i> ENTRE A PRODUÇÃO DE ALIMENTO E BIOENERGIA?.....	167

## Lista de Figuras

1.1	CONSUMO E PRODUÇÃO DE GASOLINA NO BRASIL.....	5
2.1	BIODIESEL.....	13
2.2	TRIGLICERÍDEO.....	14
2.3	GRÁFICO-1 DO ENSAIO DO MOTOR.....	15
2.4	GRÁFICO - 2 DO ENSAIO DO MOTOR.....	16
2.5	GRÁFICO - 3 DO ENSAIO DO MOTOR.....	17
2.6	GRÁFICO - 4 DO ENSAIO DO MOTOR.....	17
2.7	RUDOLF DIESEL.....	19
2.8	PRODUÇÃO E CUSTO DO ETANOL NO BRASIL.....	23
2.9	CURVA DE APRENDIZADO DO ETANOL.....	24
2.10	ESTIMATIVA DE CRESCIMENTO DA ÁREA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	27
2.11	CRESCIMENTO DA ÁREA E DA PRODUTIVIDADE DOS CANAVIAIS.....	27
2.12	VENDAS DE VEÍCULOS BIOCOMBUSTÍVEL NO BRASIL.....	28
2.13	USO DO BIODIESEL EM ALGUNS PAÍSES.....	43
2.14	MÁQUINA AGRÍCOLA.....	44
2.15	AGRICULTURA FAMILIAR.....	47
2.16	O AGRONEGÓCIO DA SOJA.....	50
3.1	PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO.....	55
3.2	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO BIODIESEL.....	55
3.3	PLANTA EXPERIMENTAL DE BIODIESEL.....	63
3.4	PLANTA DE ROTA METÁLICA EXPERIMENTAL.....	64
3.5	MAIOR PLANTA NO BRASIL.....	64
3.6	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO H-BIO.....	69
3.7	VOLUME DE OBTENÇÃO DO PROCESSO DO H-BIO.....	70
4.1	GRÃOS DE SOJA.....	76
4.2	PLANTACÃO DE MAMONA.....	79
4.3	ÁREA COLHIDA E PRODUÇÃO DE MAMONA NO BRASIL.....	81

4.4	PINHÃO MANSO.....	85
4.5	FRUTO DO DENDÊ.....	88
4.6	DENDEZEIRO.....	89
4.7	FLOR DE GIRASSOL.....	91
4.8	AMÊNDOAS DO BABAÇU.....	94
4.9	CRIANÇAS E AS AMÊNDOAS DO BABAÇU.....	95
4.10	CAMPO PLANTADO COM COLZA.....	97
5.1	PREÇO INTERNACIONAL DO BARRIL DE PETRÓLEO ATRAVÉS DOS ANOS	105
5.2	CUSTO DE PRODUÇÃO DO DIESEL .....	105
5.3	PREVISÃO DE CUSTO DO BIODIESEL EM 2010.....	106
5.4	ATLAS DO BIODIESEL NO BRASIL.....	110
5.5	ÁREA DE EXPANSÃO DA AGRICULTURA DE ENERGIA.....	119

## Lista de Tabelas

2.1 OFERTA DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL E NOS PAÍSES DA OCDE.....	12
3.1 COMPARAÇÃO ENTRE ÉSTERES METÍLICO E ETÍLICO.....	59
4.1 CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS OLEAGINOSAS COM POTENCIAL ENERGÉTICO.....	74
5.1 PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BIODIESEL.....	107
5.2 POTENCIAL MERCADO INTERNACIONAL DE BIODIESEL.....	108
5.3 PREVISÃO DE ÁREA PLANTADA X PRODUÇÃO DE BIODIESEL PARA 2010.....	109

## **Resumo**

A preocupação mundial com o desenvolvimento sustentável e com o aquecimento global abriu espaço para a busca de novas fontes renováveis e vetores de energia, principalmente em substituição ao petróleo e seus derivados, a mais importante fonte de energia utilizada no setor de transportes. Desde então, pesquisadores vêm trabalhando no desenvolvimento de novos combustíveis menos poluentes, economicamente viáveis e de origem renovável para alcançar as melhorias ambientais desejadas. Neste sentido, o governo federal lançou o programa de produção do biodiesel no Brasil. Este programa tem como pressuposto a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, substituindo parcialmente o óleo diesel e assentando famílias no nordeste do Brasil para produção de oleaginosas, que servirão como fonte de matéria-prima para o biodiesel. São avaliados neste trabalho alguns aspectos sociais, ambientais e econômicos resultantes da substituição parcial do óleo diesel por biodiesel no Brasil. É também realizada uma avaliação do potencial produtivo do Brasil, dimensionando sua capacidade para fazer frente à demanda de biocombustíveis que está se desenvolvendo no mundo. Foi identificado nesta dissertação que o Brasil tem um grande potencial para se tornar um grande fornecedor mundial de biocombustível, mas o projeto de implantação do Programa Nacional de Biodiesel necessita de uma maior atenção por parte do governo federal, no sentido de dar melhores condições aos agricultores, para que não se perca esta grande oportunidade de desenvolvimento social, ambiental e econômico para todo povo brasileiro e principalmente para os pequenos e médios agricultores.

**Palavras Chaves: Agroenergia; biodiesel; inclusão social**

## **Abstract**

The international concern about sustainable development and Global heating, opened way for the search of new renewable energy sources and vectors, mainly as a substitute for petroleum and its derivatives, the most important source of energy used for the transportation sector.

So far, researchers have been working in the development of new fuels, which are less pollutant, economically viable and renewable to achieve the desired environmental goals.

In this sense the Brazilian federal government started the National Biodiesel Program.

This program has the purpose of introducing biodiesel in the Brazilian energy matrix, substituting in part the diesel oil and settling families at Brazilian Norwest for the production of oleaginous, as a source of raw material to biodiesel.

It is appraised in this work some aspects and results of the partial substitution of the diesel oil for biodiesel in Brazil, considering some social, environmental and economical aspects. It is also analyzed the productive potential and its capacity to attend the national and part of the international demand, that are increasing in high rates.

This study concludes that Brazil has a great capacity to become a leading producer and provider of biocombustibles in the word, but the implementation or the National Biodiesel Program needs better attention from the federal government, in the sense of giving better condition to the farmers, so as not to lose this great opportunity of enhancing social development, mainly the small and medium farmers, as well as the environment,

**Key Words: Agroenergy; biodiesel; social inclusion**

## 1-INTRODUÇÃO:

A energia tornou-se, no cenário atual, um fator fundamental para o desenvolvimento dos países, haja vista sua dependência no emprego de tecnologias promotoras do desenvolvimento socioeconômico local. No entanto, cerca de 80% da energia consumida em todo o mundo provém de fonte fóssil, esgotável. Com isso, torna-se cada vez mais importante a pesquisa e o desenvolvimento de novos vetores energéticos como forma de aumentar a oferta de energia com sustentabilidade ambiental(SOUZA, 2006).

As crises do petróleo na década de 1970 foram episódios que intensificaram a discussão e a pesquisa de alternativas energéticas em substituição às de origem fóssil, tema esse que vem sendo retomado, não somente em função do preço e eventual redução das reservas de petróleo, mas principalmente em função das alterações climáticas globais.

Bresee (2005), em seu trabalho, diz que os combustíveis líquidos baratos e densos em energia, permitiram que a espécie humana proliferasse globalmente, e no mesmo processo também o transporte de pessoas, produtos e recursos tornam-se características da vida moderna nos países industrializados. Graças à energia barata e abundante a intensidade energética das nossas vidas tornou-se sem precedentes.

Existe hoje uma grande busca por novas reservas de petróleo, mas a geologia diz que a extração global do óleo vai atingir um pico ou "*plateau*" e depois entrar num inexorável declínio, assemelhando-se à descida de uma "curva em forma de sino". Este fenômeno chama-se "Pico do Petróleo". O verdadeiro ponto de inflexão chama-se "*Peak Oil*" e pode ser percebido como o momento em que metade do provimento original de petróleo economicamente extraível no planeta, foi queimado.(BRESEE ,2005)

Não é provável que chegue o dia da anunciação do final das reservas de petróleo no mundo, mas a sua extração se tornará eventualmente

tão onerosa, que tornará impeditivo seu uso final como energia para o transporte. Rosa (2004) relata em seu trabalho que desde a entrada da fábrica de caminhões da Mercedes Benz no mercado brasileiro em 1953, a política de transportes adotada foi a de priorizar rodovias, em detrimento a ferrovias ou hidrovias. Desde então, o consumo de diesel foi cada vez mais incrementado e hoje se encontra numa escala muito importante na economia do país. O Brasil consumiu aproximadamente 40,4 bilhões de litros de óleo diesel em 2005, sendo cerca de 7,18 % (2,9 bilhões de litros) importados. (BRASIL h, 2006)

A distribuição setorial do consumo de óleo diesel no Brasil em 2005 teve o seguinte perfil: transportes 77,85%, agricultura 13,81%, geração de eletricidade 5,53% e outros usos 2,81%.

O volume de óleo diesel consumido no transporte nacional em 2005, foi aproximadamente 31,45 bilhões de litros, 94,98%, foram consumidos no transporte rodoviário, 3,1% consumidos no transporte ferroviário e 1,92% no transporte hidroviário (BRASIL h, 2006). Estes números evidenciam a grande dependência que o transporte no Brasil tem do óleo diesel, como relatou Rosa (2006), acima.

Hoje, a importância do setor de petróleo para a economia do Brasil é de tal forma que qualquer variação que venha a ocorrer em relação ao produto, pode produzir reflexos significativos sobre o conjunto do sistema econômico nacional, sendo assim desejável a diversificação de fontes e vetores energéticos. Ainda que o Brasil tenha obtido a auto-suficiência em petróleo em 2005, estudos relatados em Morato (2004) apud Ferreira (2005), considerando uma taxa de crescimento da demanda de 4% ao ano, mostram que o Brasil viveria um período de auto-suficiência de petróleo apenas entre o período de 2005 a 2008.

O editorial do jornal o Estado de São Paulo do dia 21 de janeiro de 2003, intitulado "O equilíbrio do petróleo" também traçou o mesmo prognóstico:

*... “a questão que se põe é se o Brasil, ainda que alcance a auto-suficiência em 2005, terá condições de preservá-la nos anos seguintes?”*

Energia e tecnologia são dois fatores importantes para o desenvolvimento econômico e neste sentido a bioenergia pode dar subsídios para o homem do campo se desenvolver financeira e tecnologicamente, melhorando sua a qualidade de vida.

Rabelo (2004), relata em seu trabalho que os países que passaram pelas maiores dificuldades do primeiro choque mundial do petróleo, na década de 1970, tiveram como consequência oportunidades para o desenvolvimento de combustíveis alternativos como o etanol, o biodiesel e o gás natural. É preciso encontrar soluções para os problemas, sejam eles de poluição do ar, falta de recursos de combustíveis fósseis, necessidade de diversificar a economia ou agregar valores aos recursos locais.

Hoje o mundo necessita de substitutos aos derivados de petróleo utilizados prioritariamente no transporte, mas que contemple a logística distributiva e de consumo já instalada de derivados do petróleo. A biomassa é capaz de fornecer diversos vetores energéticos, desde os tradicionais, como lenha e carvão vegetal, até alguns mais recentes que possam substituir derivados de petróleo, como é o caso do álcool, o biogás e o biodiesel, entre outros.

Os biocombustíveis, dentre eles o etanol e o biodiesel, que despontam como substitutos para a gasolina e o diesel, devem entretanto ser considerados como vetores energéticos de transição no início do que se pode antever como o final da “era do petróleo”, principalmente pela possibilidade de serem utilizados na frota existente, assim como usufruir a logística de distribuição já instalada, evitando assim uma ruptura brusca nos sistemas de transporte existentes. Não podem entretanto ser considerados como solução definitiva, pois há que se questionar a sustentabilidade do modelo de transporte vigente, que privilegia o transporte individual de passageiros (automóvel) e

transporte rodoviário de cargas (caminhões). Soluções mais sustentáveis e energeticamente eficientes de transporte de passageiros e cargas deverão ser desenvolvidas e implementadas no longo prazo, ainda que se utilizem desses biocombustíveis para sua operação. Oliveira (2002) relata que o programa do álcool foi criado em 1975 para concentrar os esforços na melhora da produção e uso do álcool no Brasil. Basicamente foram consideradas duas fases. Durante a fase um (1975-1979), o governo procurou facilitar todas as ações para expansão das destilarias de álcool e aumentou a proporção do álcool anidro na gasolina. Na fase dois, desde 1980, o governo brasileiro manteve a autorização do subsídio na vasta expansão da capacidade de produção da cana de açúcar e investimentos em usinas de álcool. Paralelamente, as fabricas de automóveis iniciaram a produção de carros movidos a álcool, com tecnologias desenvolvidas nas universidades e centros de pesquisas.

Neste sentido, o governo federal através de incentivos, fomentou a fabricação de carros movidos, exclusivamente, a álcool. Houve uma resposta rápida e positiva da sociedade, de maneira que, entre 1983 e 1988, esses veículos representaram, na média, mais de 90% dos veículos novos comercializados. (BRASIL a, 2005)

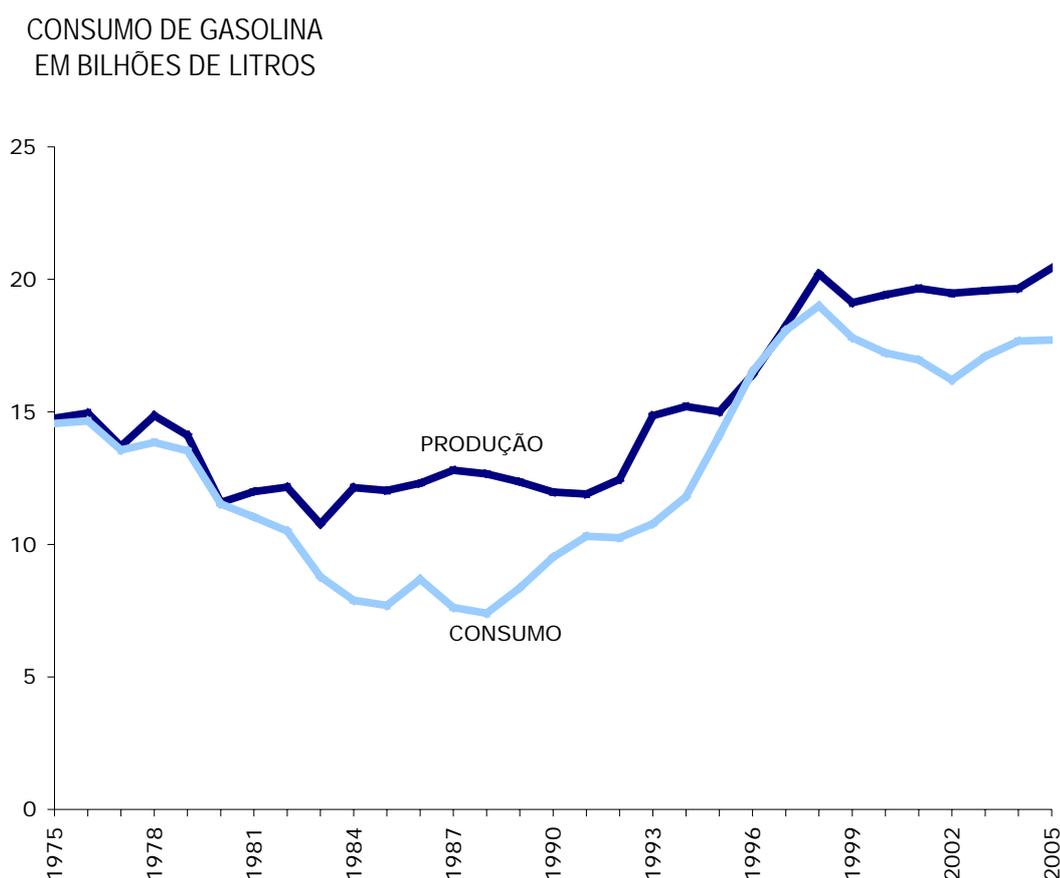
Houve uma reviravolta do mercado em função da queda do preço do petróleo em 1986, prejudicando assim a expansão temporária do pró-álcool. Passada a crise, quando as vendas já davam sinais de recuperação em 1992, iniciou-se uma nova trajetória do pró-álcool.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (BRASIL h, 2006), a produção de álcool no Brasil em 2005, foi da ordem de 16,4 bilhões de litros, o que representa cerca de 45% da produção mundial, dando a entender que o setor sucroalcooleiro no Brasil já atingiu uma relativa maturidade em termos de organização da cadeia de produção e consumo. Graças a este desenvolvimento, o Brasil tem condições em curto prazo, se necessário for, de substituir a gasolina pelo álcool hidratado. Para os próximos anos é previsto que pelo menos 1 milhão de veículos/ano sejam fabricados para o mercado interno, demandando 1,5 bilhão de litros de álcool hidratado no consumo anual.

Esta previsão se baseia num consumo da ordem 2 mil litros/ano por veículo, devendo-se entretanto, descontar uma redução de 500 mil litros/ ano, em função do sucateamento da antiga frota de veículos a álcool, (BRASIL a, 2005)

Não se pode dizer o mesmo da gasolina, que vinha apresentando queda de consumo desde 1998, tendo iniciado uma recuperação, a partir de 2002, estabilizando-se mais recentemente, como ilustra o gráfico da figura 1.1.

Estes números são em função da tecnologia dos carros biocombustíveis, que vem liderando as vendas de veículos novos, pois permitem aos consumidores optarem pelo combustível álcool ou gasolina em função do preço no ponto de venda.



**GRÁFICO 1.1 – CONSUMO E PRODUÇÃO DE GASOLINA NO BRASIL**

**FONTE - BRASIL h (2005)**

Na mesma corrente de política pública do PRÓ-ÁLCOOL, programa relativamente bem sucedido, foi pensada a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira em 2004, como substituto parcial do óleo diesel

Foi lançado em dezembro de 2004 o programa nacional do Biodiesel, com interesse social. O governo autorizou a mistura de até 2% de biodiesel no diesel combustível a partir de 1º de janeiro de 2005, porcentagem esta que passará a ser obrigatório em 2008

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (BRASIL g, 2006), o nível de mistura fixado em 2%, implica numa demanda potencial de 750 a 800 milhões de litros anuais do produto. Esta quantidade está ainda distante de se tornar uma realidade em função da produção do Biodiesel estar se iniciando no Brasil. A Agência Nacional do Petróleo (ANP) estima que o potencial de produção atual situa-se ao redor de 176 milhões de litros anuais de biodiesel, considerando a capacidade instalada declarada pelas empresas produtoras já licenciadas.

Rosa (2004) em seu trabalho, diz que o Brasil tem um grande potencial para produzir biodiesel a partir de óleo vegetal por sua localização geográfica e vocação agrícola. Em cada parte do território nacional existem espécies de plantas ricas em óleo, adaptadas às suas condições de solo e de clima. Todas elas podem fornecer preciosa energia. Como no Pró-álcool, a produção de óleo vegetal virgem para uso em motores do ciclo diesel proporcionaria, a exemplo da Alemanha que foi a pioneira na UE ao introduzir o biodiesel em sua matriz energética, uma redução da dependência do petróleo e ainda geraria empregos e divisas.

Esse combustível renovável permite a economia de divisas com a importação de petróleo e óleo diesel e também reduz a poluição ambiental, além de gerar alternativas de empregos em áreas geográficas menos atraentes para outras atividades econômicas e, assim, promover a inclusão social. (BRASIL d, 2006) Justifica-se teoricamente o programa de produção de biodiesel no Brasil por meio dos benefícios energéticos, econômicos, sociais e

ambientais advindos da sua produção e uso, como pode ser observado no trecho da Medida Provisória que deu origem ao programa (BRASIL j, 2005):

(...) cumpre ressaltar que a medida ora proposta representa uma oportunidade para demonstrar que o Brasil atua fortemente na pesquisa e no desenvolvimento de novas tecnologias energéticas, capazes não só de contribuir para o desenvolvimento econômico e social do País, gerando empregos, oportunidades e renda, para uma parcela importante da nossa sociedade, mas também, permitir que tais descobertas e soluções sejam mais um recurso que tornará o meio ambiente mais saudável e menos poluente, melhorando a qualidade de vida da população.

Assim como o diesel mineral, o biodiesel opera em motores de combustão por compressão e pode ser usado como um substituto, mistura ou aditivo ao óleo diesel. Misturas de até 20% de biodiesel (a 80% de diesel convencional) podem ser usadas em praticamente qualquer equipamento diesel e são compatíveis com a maioria dos equipamentos de armazenamento e distribuição. (UDAETA ,2004)

Considerando que biodiesel é um combustível oriundo da biomassa, necessário se faz que seja produzido e utilizado de maneira sustentável, lembrando que a sustentabilidade “não depende apenas do vetor energético em si, mas fundamentalmente do contexto de sua utilização” (Brasil I *apud* NOGUEIRA, 2005).

Dessa forma, verifica-se a necessidade de ampliar essa discussão para inserir nas diretrizes do biodiesel, mecanismos que possam reduzir os possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos da implantação e uso do novo combustível.

### **1.1-Objetivos Gerais:**

Este trabalho tem por objetivo apresentar o contexto em que se dá a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, como uma alternativa para substituição parcial do diesel fóssil e discutir aspectos ambientais, sociais e econômicos, como consequência da introdução deste novo combustível na matriz energética brasileira.

### **1.2-Objetivos Específicos:**

Em especial pretende-se analisar a metodologia adotada pelo governo federal em priorizar o projeto de implantação do biodiesel com objetivo social, assentando famílias em áreas do nordeste, para produzir mamona como fonte de matéria prima para a fabricação do biodiesel.

Também serão dimensionados os limites de produção do biodiesel para cumprir as metas que o governo federal impôs em seu programa e estimar se o aumento da produção de óleos vegetais poderá ou não influir na produção de alimento, para o consumo humano.

No aspecto ambiental serão discutidos os efeitos do uso do biodiesel, não só a emissão de gases, mas também a extensão das fronteiras agrícolas do país para cultivo de oleaginosas como matéria prima do biodiesel.

### **1.3-Metodologia:**

A metodologia empregada neste trabalho é um estudo exploratório do tema introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, alicerçado na pesquisa bibliográfica e análise dos dados coletados nos levantamentos feitos à luz de diversas fontes de informação como: relatórios governamentais, livros, revistas, artigos, textos, participação em seminários, congressos e buscas eletrônicas.

Foram feitas também visitas a fazendeiros do Estado de Mato Grosso que demonstraram interesse em iniciar a produção do biodiesel em suas fazendas. Estas visitas abriram oportunidades para uma discussão ampla das reais possibilidades de implantação do biodiesel em comunidades consumidoras de óleo diesel para produção de lavoura.

Foram feitas também pesquisas em *sítes* especializados no tema, para uma análise comparativa com os dados divulgados pelo governo federal. O objetivo desta comparação foi procurar evitar o ufanismo generalizado, gerado pelo desejo de um sucesso na implantação do programa do biodiesel, não respeitando a neutralidade da metodologia científica. Este ufanismo do governo poderia ter dado margem à contaminação das informações, prejudicando assim o bom desenvolvimento dos trabalhos

O desenvolvimento da implantação do biodiesel, vem apresentando uma certa similaridade com a implantação do pró-álcool. Um estudo do processo de implantação do álcool na matriz energética brasileira foi feito, no intuito de uma análise comparativa com o processo do biodiesel, viabilizando assim previsões de futuros cenários.

#### **1.4-Estrutura do trabalho:**

Capítulo I: Traz a introdução e relevância a serem desenvolvidos, os objetivos e a estrutura do trabalho.

Capítulo II: Apresenta algumas definições do biodiesel, bem como os conceitos desta nova proposta de energia, situando o álcool como um pioneiro dos biocombustíveis, no Brasil e no mundo.

Capítulo III: Mostra alguns aspectos tecnológicos para a obtenção do biodiesel, desde a prensagem do óleo vegetal até o processo de fabricação, bem como uma estimativa de custo de produção.

Capítulo IV: É feita uma apresentação das possíveis fontes de matérias-primas para a fabricação do biodiesel como os óleos vegetais e as graxas, informando os principais dados para análise posterior de cenários.

Capítulo V: São apresentadas discussões sobre temas do biodiesel, influencias sociais, ambientais e econômicas.

Capítulo VI: São apresentadas as conclusões do estudo deste trabalho bem como as considerações finais.

### **1.5-Resultados Esperados:**

A partir dos resultados deste estudo, espera-se contribuir com a visão de um cenário mais realista do projeto de implantação do biodiesel na matriz energética brasileira proposto pelo governo federal, apresentando dados que possam evidenciar as potencialidades e dificuldades pertinentes a este novo programa, bem como propor melhorias no processo da cadeia produtiva deste novo biocombustível.

## **CAPITULO II - Fundamentos Teóricos**

### **2.1- A BIOENERGIA**

O Brasil pode ser considerado um país privilegiado em função da grande participação da biomassa em sua matriz energética. Em países desenvolvidos a participação da energia renovável alcança o patamar de 6%, enquanto que no Brasil este número chegava a 46,9 % em 2003, conforme pode ser visto na tabela 2.1 . Estes números brasileiros são possíveis, em função da pouca utilização da energia nuclear, da utilização do potencial hidroelétrico e do uso do álcool para motores de veículos leves (SANTOS 2006). A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira deverá torná-la ainda mais renovável

De acordo com Faj (2006), a biomassa é de longe a fonte renovável mais utilizada, contribuindo em média com 9 a 13% do suprimento energético dos países industrializados, chegando a cobrir de 50 a 90% das demandas energéticas dos demais países. Uma boa parte deste consumo, entretanto, é não comercial, para aquecimento residencial e cocção, o que dificulta estimativas mais precisas. A bioenergia moderna, que é a produção comercial de energia a partir da biomassa para uso industrial, geração de energia elétrica ou transporte é uma parte ainda pequena do consumo total, sendo seu crescimento bastante significativo tanto no que concerne à produção de eletricidade como de biocombustíveis para transporte, notadamente etanol e biodiesel.

TABELA 2.1- OFERTA DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL E NOS PAÍSES DA OCDE

Fonte de Energia	Participação em %	
	BRASIL	OCDE
<b>Energia não renovável</b>	53,1	94
Petróleo e derivados	42,1	40,7
Gás Natural	8,5	22
Carvão Mineral	1	20,5
Nuclear	1,5	10,7
<b>Energia renovável</b>	46,9	6
Hidroeletricidade	14,3	2
Biomassa <sup>1</sup>	29,5	3,3
Outras renováveis	3,1	0,7
<sup>1</sup> No caso do Brasil, inclui lenha e cana-de-açúcar		

FONTE: BRASIL I - (2003)

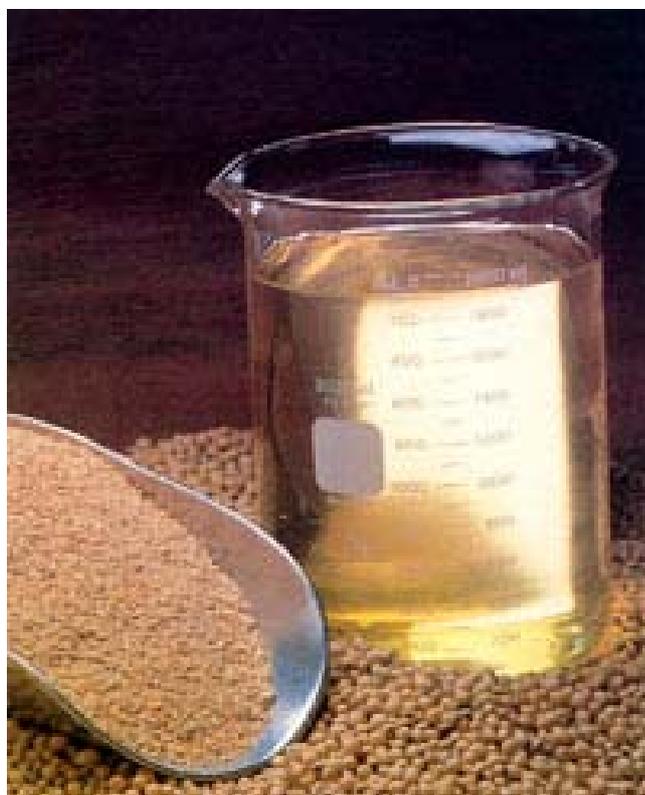
## 2.2-Definição do Biodiesel

O biodiesel pode ser considerado como uma evolução da tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa, iniciada pelo aproveitamento de óleos vegetais *"in natura"*. É obtido principalmente através da reação de óleos vegetais com um álcool na presença de um catalisador, processo este denominado de transesterificação.

O governo federal através da MEDIDA PROVISÓRIA Nº 214, DE 2004 oficializa que o biodiesel é uma denominação genérica para

combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais, para serem utilizados em motores de ignição por compressão, também conhecidos como motor diesel.

Quimicamente o biodiesel, figura 2.1, pode ser definido como sendo um mono-alquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais, obtido através de um processo de transesterificação, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos. (FERRARI, 2004).

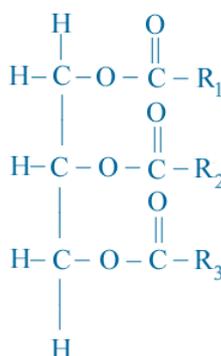


**FIGURA 2.1 – BIODIESEL**  
**FONTE: INTERNET**

Parente (2003), detentor da Patente PI –8007957, de 1980, que foi a primeira patente do biodiesel em âmbito mundial, diz que o biodiesel é um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer

triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente.

O biodiesel pode ser usado como um substituto, mistura ou aditivo ao óleo diesel. Misturas até 20% são chamadas também de ecodiesel, em função de minimizar os efeitos nocivos ambientais (PARENTE, 2003). É oportuno salientar que a diferenciação conceitual entre biodiesel e ecodiesel, advém das vantagens ecológicas que o biodiesel, como coadjuvante em misturas, propicia ao diesel mineral, melhorando suas características quanto às emissões dos gases resultantes da combustão. Ao ser adicionado ao diesel fóssil, o biodiesel gera também algumas modificações nas propriedades do combustível. Esta mistura promove um aumento da eficiência do motor, apesar da diminuição da energia fornecida. A redução energética ocorre em função do poder calorífico (PC) do biodiesel, ser menor do que o do diesel fóssil. Mas a fórmula química do biodiesel, figura 2.2 acaba compensando, em função do oxigênio presente em sua composição e uma participação maior do hidrogênio possibilitarem o aumento na potência de saída.



**FIGURA 2.2-TRIGLICERÍDEO**  
**FONTE: INTERNET**

Estudos recentes realizados por Bueno (2006), demonstram as alterações de consumo versus performance do motor.

Os testes foram feitos em um motor turbo diesel de médio porte alimentado com misturas entre o óleo diesel e o éster etílico do óleo de soja,

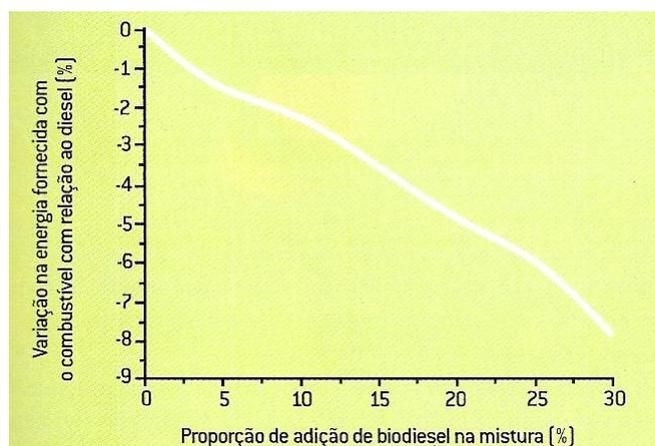
testado no regime de operação do motor em carga máxima ao longo de todo o seu campo de rotações.

O estudo de Bueno, apresentado como tese de doutorado na UNICAMP, demonstrou uma redução média de 14% para a emissão de material particulado (fuligem) com a adição de 20% de biodiesel. Foi registrada também uma redução de 5% para as emissões de óxidos de nitrogênio.

Esses óxidos, além de ajudarem na formação da chuva ácida, também são considerados precursores do ozônio, substância química altamente nociva se presente em altas concentrações na atmosfera, como ocorre com frequência nas grandes metrópoles do mundo.

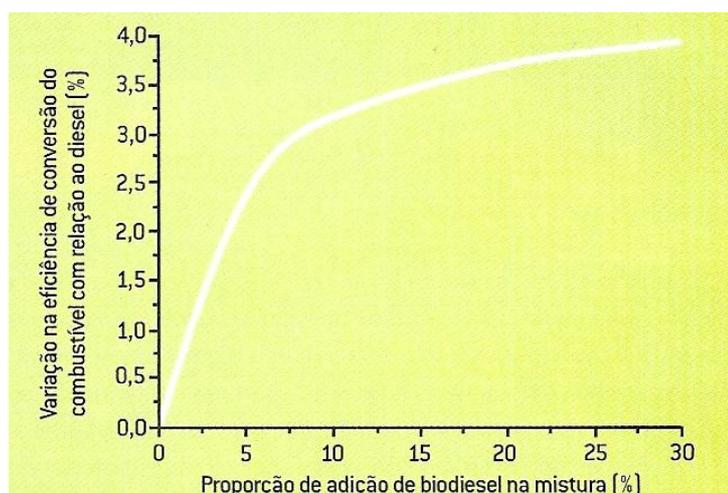
Apesar do ganho ecológico, para a mistura de 20%, o consumo da mistura provocou perda de 1,5% na potência do motor, como ilustra o gráfico da figura 2.5 . O consumo foi praticamente o mesmo.

Para não ocorrer perda de potência e consumo, a mistura precisa ser feita em proporções diferentes. O gráfico da figura 2.3, ilustra a redução da quantidade de energia entregue ao motor com o combustível utilizado, em função da fração de adição de biodiesel.



**FIGURA 2.3 GRÁFICO - 1 DO ENSAIO DO MOTOR**  
**FONTE: BUENO 2006**

A eficiência da conversão da energia do combustível é elevada rapidamente com a adição de biodiesel até chegar ao patamar de 8% em volume. A partir desse ponto, a eficiência de conversão da energia do combustível passa a aumentar lentamente. O gráfico da figura 2.4, ilustra a elevação da eficiência com que a energia fornecida ao motor é convertida em potencia, em função da fração da adição do biodiesel.

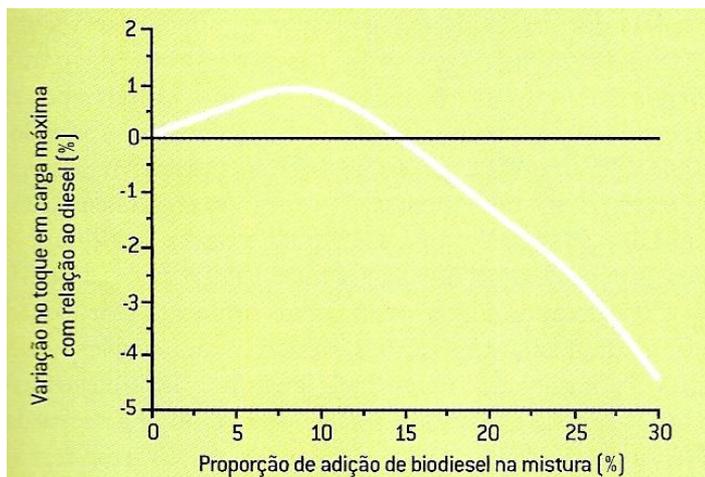


**FIGURA 2.4- GRÁFICO - 2 DO ENSAIO DO MOTOR**  
**FONTE: BUENO 2006**

O influxo de energia que acompanha o combustível cai de maneira quase linear com a adição de biodiesel. Quando adicionado ao óleo diesel em proporções que combinem adequadamente os efeitos descritos, o biodiesel pode trazer benefícios quanto ao desempenho do motor e à economia de combustível.

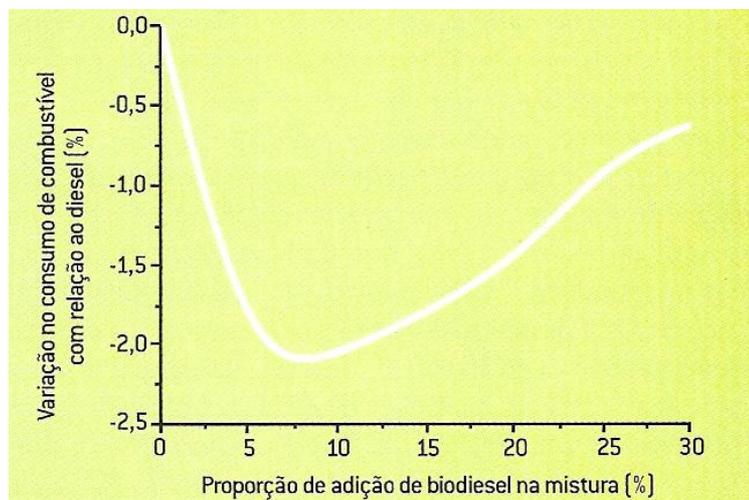
Considerando desempenho e economia, a condição operacional ideal para o motor é adicionar 10% de biodiesel ao óleo diesel, Segundo Bueno (2006), essa concentração proporcionou um aumento de cerca de 1,5% na potência do motor e uma redução de 2% no consumo de combustível. Mas, nesse caso, o ganho ecológico deixa de existir.

O gráfico da figura 2.5, ilustra a variação do torque fornecido pelo motor em função da fração de adição de biodiesel.



**FIGURA 2.5 – GRÁFICO - 3 DO ENSAIO DO MOTOR**  
**FONTE: BUENO 2006**

E finalmente o gráfico da figura 2.6 ilustra a redução obtida com o consumo de combustível do motor em razão da fração de adição de biodiesel.



**FIGURA 2.6 – GRÁFICO – 4 DO ENSAIO DO MOTOR**  
**FONTE: BUENO 2006**

A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005 em uma visão mais ampla, diz que o biodiesel pode ser classificado como qualquer combustível alternativo de natureza renovável que possa oferecer vantagens sócio-ambientais ao ser empregado na substituição total ou parcial do diesel de petróleo, em motores de ignição por compressão interna (motores do ciclo Diesel). Esta definição,

bastante ampla, inclui diversas opções tecnológicas como o uso de: óleos vegetais in natura; misturas binárias óleo/diesel, álcool/diesel e ésteres/diesel; micro-emulsões; hidrocarbonetos derivados da pirólise de biomassa vegetal como o bagaço de cana (algo que muitos vêm denominando biodiesel doce); óleos vegetais craqueados (ou derivados do craqueamento termocatalítico); misturas ternárias álcool/diesel/co-solventes.

As misturas Biodiesel / Diesel Mineral costumam receber um atributo em sua designação. O EcoDiesel B -20, por exemplo, corresponde a uma mistura contendo 20% em volume de biodiesel. O biodiesel puro, freqüentemente tem sido denominado de B-100. (PARENTE, 2003).

O uso de óleo in natura diretamente nos motores diesel, é utilizado por alguns agricultores em suas máquinas agrícolas com o objetivo de diminuir custo da lavoura ou na falta do óleo diesel, sendo às vezes conhecido como “diesel caipira”.

Existem no entanto uma série de inconvenientes para o uso direto do óleo vegetal nos motores atuais como: formação de depósitos nos injetores; entupimento dos filtros; desgaste provocado pelos ácidos livres; espessamento do óleo do Carter; fumos; aumento do consumo; por vezes, dificuldades no arranque a frio.

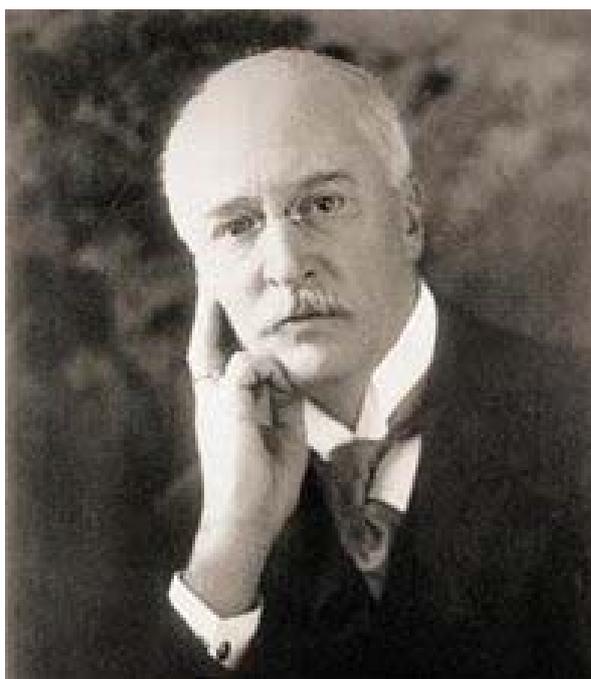
Mas o maior problema encontrado é a queima incompleta, deixando depósitos de carbono e acumulação de gordura na zona superior da câmara de combustão, êmbolo e segmentos, podendo obturar o injetor.

Uma vez definido o biodiesel como sendo um substituto ao óleo diesel, cabe defini-lo, assim, o óleo diesel é um combustível derivado do petróleo constituído de uma mistura complexa de hidrocarbonetos. Produzido a partir do refino do petróleo, o óleo diesel é formulado através da mistura de diversas correntes como gasóleos, nafta pesada, diesel leve e diesel pesado, provenientes das diversas etapas de processamento do petróleo bruto. (ANP, 2006).

### 2.3-Histórico do Biodiesel

A criação do primeiro modelo do motor de ignição por compressão, que funcionou de forma eficiente, data do dia 10 de agosto de 1893. Foi criado por Rudolf Diesel, figura 2.7, em Augsburg, Alemanha, e por isso recebeu este nome. Alguns anos depois, o motor foi apresentado oficialmente na Feira Mundial de Paris, França, em 1900. O combustível então utilizado era o óleo de amendoim, um tipo de biocombustível obtido pelo processo de transesterificação. (BOZBAS, 2005)

Os primeiros motores tipo diesel eram de injeção indireta. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe.



**FIGURA 2.7 - RUDOLF DIESEL**  
**FONTE: (WIKIPEDIA)**

Segundo Tolmasquim (2003), experiências realizadas em 1920 já demonstravam a dificuldade de utilização dos óleos vegetais “in natura” em motores a combustão interna, devido principalmente aos depósitos de carbono

e resíduos gordurosos, enquanto o óleo cru, (petróleo filtrado), por não criar estas dificuldades, obtinha desempenho mecânico favorável, aumentando a eficiência dos motores.

Um dos primeiros usos do óleo vegetal transesterificado foi o abastecimento de veículos pesados na África do Sul, antes da Segunda Guerra Mundial. O processo chamou a atenção de pesquisadores norte-americanos durante a década de 40, quando buscavam uma maneira mais rápida de produzir glicerina para alimentar bombas, no período de guerra (BRASILBR, 2006)

Após a morte de Rudolf Diesel, a indústria do petróleo criou um tipo de óleo que denominou de "Óleo Diesel" que, em função da obtenção mais fácil, por ser extrativista e mais barato na época, ganhou a preferência como combustível propulsor dos motores a ignição por compressão.

A abundância de petróleo aliada aos baixos custos dos seus derivados fez com que o uso dos óleos vegetais caísse no esquecimento. Desta forma ficou adiado o sonho de Rudolf Diesel de desenvolver a agricultura de países pobres com a produção de óleos vegetais.

As crises do petróleo da década de 70, (73 e 78) que elevaram muito o preço do óleo, levaram o mundo a se dar conta que as reservas de petróleo não são eternas, e algum dia irá acabar. Estas crises foram marcos na história energética, levando o homem a dar muito valor a toda e qualquer forma de energia disponível em seu ambiente.

Com o desenvolvimento do transporte e da agricultura mecanizada, houve um grande incremento do consumo de combustíveis fósseis, trazendo uma preocupação com o meio ambiente, em especial com o efeito estufa, o que tem incrementado a busca por fontes renováveis.

Em todo o mundo, muitos esforços têm sido dedicados à superação da crise, os quais incidiram, basicamente, em dois grupos de ações:

- (a) conservação ou economia de energia;
- (b) usos de fontes alternativas de energia.

Como exemplo desta busca por novas fontes energéticas, pode ser citada no Brasil o programa do Pró-álcool. A crise do petróleo, juntamente com a crise do açúcar impulsionou o programa do álcool, tornando o Brasil o maior produtor do mundo.

#### **2.4- INTRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

É de grande importância o estudo do programa do álcool neste trabalho para ser comparado com a implantação e desenvolvimento do biodiesel na matriz energética brasileira.

O Governo Brasileiro autorizou em 1931 a utilização do álcool em mistura à gasolina, em proporções entre 2% e 5%, respeitada a disponibilidade regional do produto. Em 1961 esse intervalo de mistura foi elevado para de 5% a 10%. Atualmente, a mistura oscila em torno de 24%. (BIODIESELBR, 2006)

Oliveira (2002) relata que o programa do álcool foi criado em 1975 para concentrar os esforços na melhoria da produção e uso do álcool no Brasil. Este programa foi uma resposta aos altos preços do petróleo e o baixo preço do açúcar com seu excesso de produção. Mais álcool anidro foi adicionado à gasolina.

A experiência do Brasil com a mistura de álcool na gasolina demonstrou que os motores a gasolina poderiam trabalhar com uma boa eficiência com misturas de até 20% de álcool anidro. Através de incentivos e subsídios do governo para expansão das destilarias, o uso de etanol e a exportação de açúcar triplicaram a produção de cana no Brasil desde 1975. (BRASIL I, 2005)

Sob o impacto do segundo choque do petróleo em 1978, o governo brasileiro fomentou a fabricação de carros movidos, exclusivamente, a álcool.

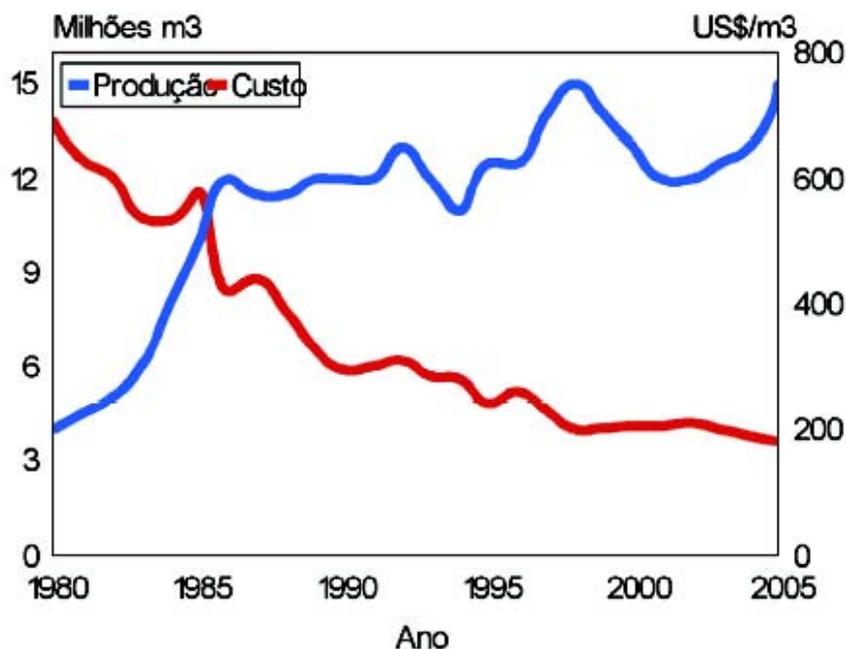
Houve uma resposta rápida e positiva da sociedade, de maneira que, entre 1983 e 1988, esses veículos representaram, na média, mais de 90% dos veículos novos comercializados. Entretanto, o ano de 1986 marcou o início da reviravolta.

Em 1985, o petróleo teve uma queda abrupta, passando de U\$27,00 para U\$14,00 o barril. Manter os preços do álcool atraentes para o consumidor significaria sobretaxar o combustível fóssil, gerando recursos para subsidiar o renovável. Os impostos sobre a gasolina também eram utilizados para subsidiar o gás de cozinha e o óleo diesel, indispensável numa matriz de transporte em que mais de 65% das cargas eram movimentadas por caminhões a óleo diesel.

Entre 1992 e 1993, quando os veículos a álcool representavam uma média superior a 25% do total de veículos vendidos no país, nasceu um novo padrão tecnológico que veio colocar o carro a álcool definitivamente em segundo plano: os motores de até 1000 cilindradas.

Como a relação de preços não era favorável ao álcool, a indústria automotiva concentrou os esforços de pesquisa numa geração de veículos a gasolina mais econômicos. Sendo assim, em 1996 essa nova geração de veículos já representava 75% das vendas, enquanto a participação dos veículos a álcool despencou para menos de 1%. (BIODIESELBR, 2005)

No período entre 2000 e 2002, quando o preço do petróleo flutuava na casa dos US 25,00/barril, o setor sucroalcooleiro continuava acumulando ganhos de produtividade, conforme figura 2.8, se tornando cada vez mais competitivo.



**FIGURA 2.8-PRODUÇÃO E CUSTO DO ETANOL NO BRASIL.**  
**FONTE: BRASIL a - 2006**

Com a elevação dos preços do petróleo e uma maior carga tributária sobre o combustível fóssil, o álcool recuperou a sua atratividade, especialmente nas bombas das regiões produtoras. Isso motivou a indústria automotiva a investir no desenvolvimento de um novo padrão tecnológico, o “flex-fuel”.

Esse novo padrão tecnológico proporcionou confiabilidade ao consumidor, que passa a decidir, soberanamente, sobre qual combustível deve abastecer seu carro, com base em considerações econômicas, ambientais e de desempenho do veículo.

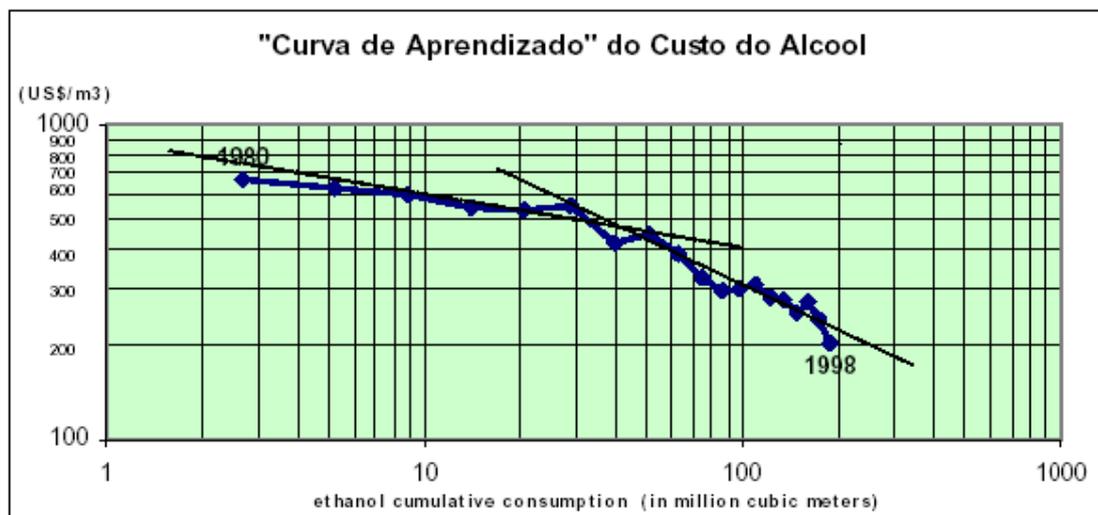
Essa tecnologia fez com que a demanda de álcool automotivo aumentasse para veículos novos, uma vez que a indústria automobilística havia reduzido, consideravelmente nos últimos anos, a produção de veículos com esse combustível. Em Novembro de 2004, a venda de carros flex representou 30% dos carros novos vendidos no Brasil. Em fevereiro de 2005 este número

era de 53% e em Fevereiro de 2006, 70% dos carros vendidos eram flex. (ALMEIDA, 2006)

Presente em todos os Estados, a cana ocupa 8% da área de cultivo, utiliza 300 usinas e 60 mil produtores. Graças à evolução tecnológica e gerencial, o Brasil é hoje o país mais avançado na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina, Quênia, Malawi e outros. (Brasil-a, 2006)

Os custos prometem diminuir ainda mais, com melhorias na produção, inovações radicais em variedades transgênicas, novos processos industriais e novos produtos, entre os quais, energia elétrica a partir do bagaço e da palha de cana.

A figura 2.9, demonstra a curva de aprendizado adquirida em 30 anos de desenvolvimento.



**FIGURA 2.9– CURVA DE APRENDIZADO DO ETANOL**  
**FONTE: FERRES APUD LUCENA, 2004**

## 2.5-Cenário Atual e Perspectivas.

Nastari (2003), citado no caderno de Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (BRASIL I,2005) relata que a cana-de-açúcar é cultivada em mais de 5 milhões de hectares no Brasil, em todas as regiões geográficas do país e que em 2003, atingiu uma produção de aproximadamente 345 milhões de toneladas, significando um quarto da produção mundial. Cerca de 50% foi utilizada para a produção de açúcar ( $23,4 \times 10^6$  t) e 50% para etanol ( $13,9 \times 10^6$  m<sup>3</sup>).

Moreira (1997), relata em seu trabalho que para obter 1 m<sup>3</sup> de álcool, são necessárias 12,5 toneladas de cana de açúcar. A produção média de cana de açúcar no Brasil é de 65 t / ha por ano; a média de produção é de 5,2 m<sup>3</sup> de álcool por há e o custo de produção está estimado em U\$ 0,20 por litro.

Torquato (2006), narra que a oferta mundial de álcool (combustível e industrial) para 2006 deve ficar em torno de 48 bilhões de litros/ano, e o Brasil poderá participar com 35,4% deste total. A oferta mundial de álcool aumentou 4,35%, em relação a 2005, que registrou um volume de 46 bilhões de litros/ano. Na comparação com 2004, este percentual sobe para 13,7%, já que aquele ano registrou um volume de 42,2 bilhões de litros. Este aumento da oferta é reflexo do crescimento da produção de etanol nos Estados Unidos a partir do milho, do incremento da produção brasileira e da maior demanda por combustíveis renováveis.

Com esse forte aumento da procura por etanol, Torquato (2006), estima que a área para a safra de cana 2015/16, no Brasil, deve ser de 12,2 milhões de hectares. O país poderá produzir cerca de 902,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar para indústria, o suficiente para gerar cerca de 36 bilhões de litros de álcool no ano, mantendo o percentual de produção de açúcar e álcool, relatado por Moreira (1997), acima.

Entre 1975 e 1985, a produção de cana aumentou de 120 para cerca de 240 milhões de toneladas, principalmente em função do PNA, estabilizando-

se neste patamar entre 85 e 95. A partir desse ano, iniciou-se outro ciclo de expansão agrícola, basicamente motivado pela exportação de açúcar. Em 1990, a exportação de açúcar foi de 1,2 M t, ascendendo a 13,4 M t em 2003, mostrando o extraordinário aumento da competitividade do produto brasileiro.

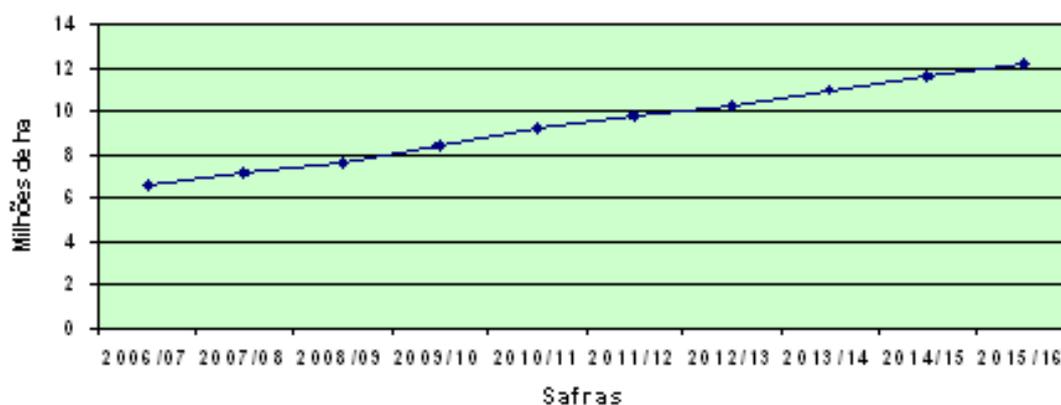
Em toda gasolina utilizada como combustível no Brasil é adicionado um percentual de etanol que pode variar de 20% a 26%. Atualmente este percentual é determinado pelo Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA), criado pelo Decreto 3.546, de 17 de Julho de 2000, que é formado pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Ministério da Fazenda, Ministério do Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio e o Ministério de Minas e Energia (GUARDABASSI, 2006)

Algumas variáveis externas, entretanto podem amenizar um pouco a expansão da produção do álcool no Brasil, como o atraso na implantação de programas de uso de etanol e barreiras protecionistas em países da Europa, as barreiras econômicas para a entrada do álcool nos EUA, como argumento de proteção aos seus produtores, o preço e a demanda por açúcar no mercado internacional e as barreiras técnicas.

Algumas intempéries podem ocorrer ao longo do tempo, tais como superprodução, que gera queda nos preços; queda abrupta no preço do petróleo, embora seja pouco provável e novas tecnologias para produção de combustíveis verdes. O que vai prevalecer, no entanto, é a necessidade de substituição das fontes fósseis por outras mais limpas e renováveis, em curto prazo. Nesse sentido, o álcool está no topo dessa lista como uma alternativa viável ao petróleo e que por isso mesmo está impulsionando o avanço canavieiro dentro e fora do Brasil. Estima-se que no futuro, cerca de 20% do consumo de combustíveis sejam a partir de biomassas energéticas.

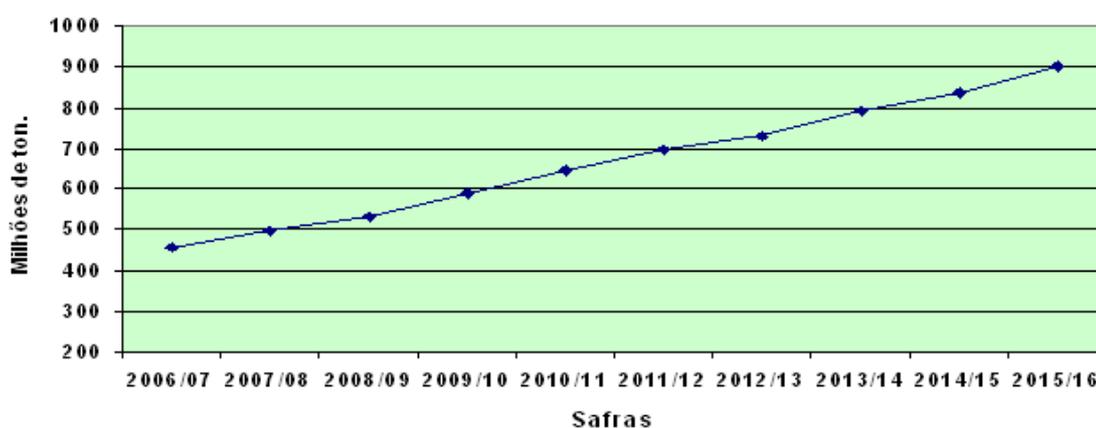
O mais provável, segundo o cenário atual, é a concretização da expansão da área canavieira no Brasil, devido à grande afeição dos mercados de EUA, Japão e Europa por biocombustíveis.

A estimativa de expansão da área de cana-de-açúcar no Brasil apresentada no gráfico da figura 2.10, se confirmada, significa mais que dobrar a área atual nos próximos 10 anos. Esta expansão se dará de forma contínua e linear em futuro próximo, visto que, da agregação da terra até sua produção, são decorridos pouco mais de dois anos. Além disso, a aprovação da licença ambiental do projeto leva um certo tempo (TORQUATO, 2006).



**FIGURA 2.10 - ESTIMATIVA DE CRESCIMENTO DA ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR**  
**FONTE: TORQUATO (2006)**

Com o crescimento da área e da produtividade dos canaviais, haverá também um aumento da produção (gráfico da figura 2.11).



**FIGURA 2.11 - CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR**  
**FONTE: TORQUATO (2006)**

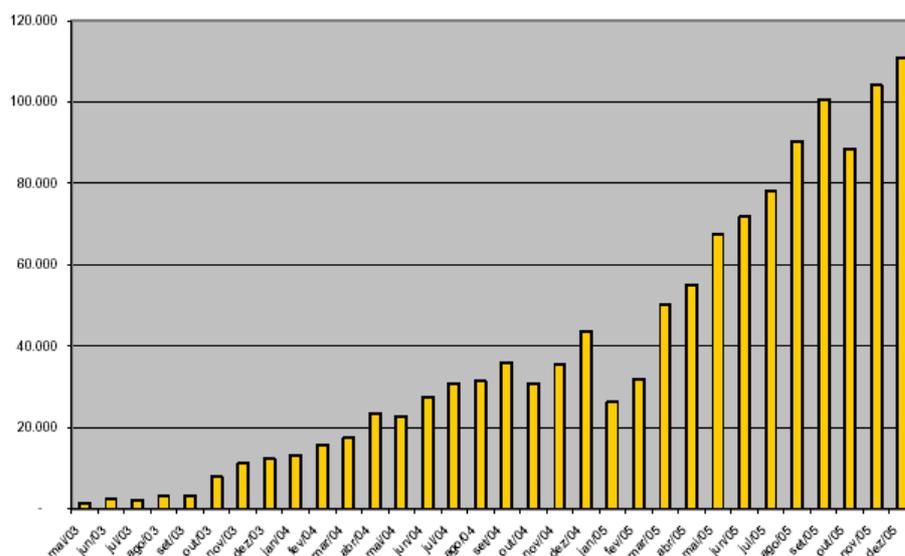
Com apenas dois anos de existência, os carros flex representaram 50% das vendas de veículos novos em 2005, com uma participação superior a

60% nas vendas do segundo semestre, conforme figura 2.12. Até as montadoras mais novas como a Honda e a Toyota, vão oferecer motores flexíveis em, respectivamente, em 2006 e 2007. A Fiat, que trabalha com o combustível alternativo desde 1979, amplia sua oferta para 2007, com o modelo Stilo (AMORIM, 2006)

Segundo a Anfavea *apud* MOTA (2006), a tendência é que os bicombustíveis dominem o mercado de automóveis do país por ser uma tecnologia mais avançada.

Conforme já comentado neste trabalho, estima-se que nos próximos anos ingressem no mercado pelo menos 1 milhão de veículos/ano, demandando 1,5 bilhão de litros de álcool hidratado no consumo anual e estima-se que esses veículos devem consumir uma média de 2 mil litros/ano. (BRASIL a, 2005 - p46)

O gráfico da figura 2.12 ilustra este crescimento da venda do carro flex no mercado brasileiro.



**FIGURA 2.12 - VENDAS DE VEÍCULOS BIOCOMBUSTÍVEL NO BRASIL**  
**FONTE: ANFAVEA (2005) APUD GUARDABASSI**

## **2.6-EMPREGO NA INDUSTRIA DO ÁLCOOL**

Em termos econômicos, observava-se já em 1991, que a renda média do trabalhador na cultura de cana era superior a de outras culturas agrícolas no país. O investimento médio por emprego direto era inferior à metade do investimento equivalente médio nos 35 maiores setores da economia. Em 1997, havia 1,08 milhões de empregos diretos e indiretos (60% diretos) e cerca de 1,8 milhões “induzidos”. O avanço da mecanização agrícola entretanto conduzirá a reduções no emprego direto por unidade de produto nos próximos dez anos. (BRASIL I, 2005)

## **2.7-O MODELO INSTITUCIONAL DO ÁLCOOL**

Havia uma grande intervenção do Estado na indústria do álcool até a década de 1990. Este controle existia devido ao papel estratégico que o açúcar exercia na exportação. Desse modo, ao longo da existência do Instituto do Açúcar e do Alcool, a indústria sucroalcooleira era uma mera executora de políticas definidas no âmbito do Governo Federal. (BRASIL a, 2006)

Embora existisse um ambiente de livre comércio, o governo impunha um mecanismo de regulação em função de alguns aspectos do setor:

- Produção sazonal: o álcool é produzido durante alguns meses (safra), mas seu consumo ocorre durante todo o ano. Dessa maneira, a formação de estoques se torna fundamental, demandando capital de giro a baixo custo, de forma a minimizar os riscos de flutuação de preços e de desabastecimento do mercado no final da entressafra;
- Produto estratégico: devido ao amplo consumo e ao fato de não ter produto substituto adequado, o álcool é tido como estratégico e sua falta ou super-oferta pode gerar crises no mercado de combustíveis. Logo, o consumidor do álcool combustível fica numa situação de dependência e precisa ter confiança no pleno abastecimento, confiança abalada com a crise ocorrida no final da década de 1980;

- Inexistência de mercado internacional: o fato de não haver ainda comércio internacional significativo de álcool combustível, inviabiliza a compra e venda em grandes volumes no exterior, em tempos de escassez e de excesso de oferta no mercado interno, respectivamente;
- Setor de intermediação pouco desenvolvido: como até recentemente mais de 90% da produção eram adquiridas pelas distribuidoras de combustível, estas não se interessavam em formar estoques, deixando esse ônus exclusivamente com os produtores.

Acredita-se que com a transformação do álcool em commodity, a maior participação dos compradores externos deverá impor às distribuidoras uma mudança de estratégia, especialmente no que diz respeito ao mercado de futuros, reduzindo os riscos e os custos de carregamento dos estoques para as usinas.(BRASIL a, 2006)

## **2.8-O PROGRAMA DO BIODIESEL**

Como já foi relatado neste trabalho, na fase de implantação do programa do álcool houve necessidade de subsídios e incentivos governamentais para poder se desenvolver, conquistando assim um espaço na matriz energética brasileira. O Programa Nacional do Biodiesel em sua fase inicial, também necessitará de apoio governamental para viabilizar sua introdução como mais uma alternativa de combustível no Brasil.

O governo federal para viabilizar a produção do biodiesel tem praticado algumas ações no intuito de incentivar agricultores e produtores de biodiesel no Brasil.

Foi lançado em dezembro de 2004 o Programa Nacional do Biodiesel, com interesse na área social. O governo autorizou a mistura de 2% de biodiesel no diesel fóssil, a partir de 1º de janeiro de 2005, passando esta porcentagem de mistura ser obrigatória a partir de 2008. Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, o nível de mistura fixado em 2%, implica numa

demanda potencial de 750 a 800 milhões de litros anuais do produto. Esta quantidade está ainda distante de se tornar uma realidade em função da produção do Biodiesel estar se iniciando no Brasil. O governo ainda está cauteloso quanto às medidas de incentivo à produção do Biodiesel em função de querer evitar a alta dos preços dos vegetais empregados em sua produção.

A partir de 2008 há a obrigatoriedade da mistura de 2% de biodiesel, sendo autorizada a mistura de até 5%, porcentagem esta que passará a ser obrigatória a partir de 2012. Para adicionar esta quantidade de Biodiesel no diesel fóssil em função da produção das oleaginosas no território brasileiro, será necessário um programa de plantio, assegurando assim o fornecimento de matéria prima.

O programa do Biodiesel está sendo considerado pelo governo federal mais do que uma alternativa energética, o programa de biodiesel pretende ser um importante projeto de inclusão socioeconômica no campo, priorizando, acima de tudo, a agricultura familiar como fornecedora de matéria-prima.

O biodiesel produzido a partir de óleo de mamona e dendê, fornecidos por agricultores familiares das regiões Norte, Nordeste e do semi-árido terá 100% de redução em relação à regra geral de cobrança da PIS/PASEP e COFINS, conforme se verá mais a diante. Os demais agricultores familiares de todo o país terão diminuição percentual de 89,6%.

O governo está elaborando um selo de certificação para as indústrias que querem se beneficiar dos incentivos do governo e que só será outorgado para quem comprar a matéria-prima da agricultura familiar. Para isto, a empresa, que fornecerá toda a assistência técnica, terá que firmar um contrato de compra de longo prazo com os produtores, garantindo-lhes uma renda líquida de pelo menos R\$ 350 por mês (BRASIL a, 2005). Em troca, além dos incentivos e de uma linha de crédito do BNDES, essas empresas terão preferência nas compras governamentais (ANEXO 1). Algumas dessas

diretrizes entretanto, não têm sido seguidas na prática, conforme será apresentado posteriormente.

## **2.9-VISÃO DO PROJETO BIODIESEL PELO GOVERNO FEDERAL**

Com base na idéia do governo federal ter sinalizado a idéia do interesse social quando fala no projeto biodiesel, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, (CONDRAF), que é um conselho paritário, composto por 38 membros com direito a voz e voto e que tem atribuições de formulação, articulação, negociação e mediação de políticas públicas e ações estratégicas em relação ao desenvolvimento rural sustentável, elaborou uma lista de sugestões, que foi aceito pelo governo federal, na forma de RESOLUÇÃO Nº 49 DE 26 DE NOVEMBRO DE 2004, para direcionamento das ações governamentais (BRASIL p, 2004)

### **2.9.1- QUANTO A GESTÃO SOCIAL**

- realizar um amplo processo de debates e divulgação sobre o Programa Nacional do Biodiesel envolvendo os atores sociais interessados, em especial as mulheres, os jovens, quilombolas e indígenas, de modo a democratizar as informações e estimular a participação e controle social do Programa;
- o Governo Federal deve apoiar iniciativas de debates internos das entidades da sociedade civil sobre o Programa Nacional do Biodiesel;
- promover a participação efetiva da sociedade civil (inclusive em termos numéricos), em todas as instâncias consultivas e, principalmente, deliberativas do Programa Nacional do Biodiesel, através de suas principais entidades representativas;
- garantir espaço para as redes de organizações da sociedade civil relacionadas com a agricultura familiar nas instâncias descentralizadas de implantação do Programa, diante da intensa capacidade de articulação que possuem junto às associações rurais, aos fóruns e conselhos (nacionais, regionais, territoriais e municipais)

e às unidades de conservação, universidades, centros de pesquisa, igrejas e empresas;

- criar Câmaras Setoriais ou Fóruns Regionais, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia e do Ministério do Desenvolvimento Agrário, para buscar a convergência de ações, idéias e sugestões na implantação do Programa;
- garantir que a composição dessas câmaras ou fóruns seja paritária, plural, diversificada, e representativa dos principais atores sociais e instituições envolvidas;

### **2.9.2 - EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

- o Programa Nacional do Biodiesel não pode ser considerado, pelo governo e pela sociedade, como solução única para o desenvolvimento da agricultura familiar e dos assentamentos de reforma agrária;
- o Programa Nacional do Biodiesel não deve ser instrumento de promoção da monocultura entre os agricultores familiares e assentados de reforma agrária;
- o Programa Nacional do Biodiesel deve vetar a utilização de sementes transgênicas;
- descentralizar a produção do biodiesel, iniciando pelas esmagadoras e chegando às indústrias de transformação, incentivando a participação das associações e cooperativas de agricultores familiares e assentados;
- promover a articulação e a integração do Programa Nacional do Biodiesel com a Política Nacional de Desenvolvimento Regional;
- o Programa não deve estimular a substituição das culturas alimentares pela produção de oleaginosas;

### **2.9.3 - EM RELAÇÃO AO MODELO TECNOLÓGICO**

- definir que a tecnologia a ser utilizada seja poupadora de insumos, não dependente de agroquímicos, centrada no uso de recursos locais e ambientalmente sustentável;
- apoiar a produção e distribuição de sementes não-transgênicas;
- prever o apoio à produção e multiplicação de sementes à partir das organizações da agricultura familiar e assentados;
- promover a pesquisa e o estudo dos agroecossistemas, visando identificar o potencial agronômico das espécies que já se mostraram adaptadas e/ou que sejam conhecidas e manejadas pelos agricultores familiares das diferentes regiões do País;
- garantir o processo de capacitação e a continuidade de serviços de assistência técnica e extensão rural durante todo o Programa e segundo os princípios da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário;
- nos termos da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural garantir a participação das instituições de assistência técnica e extensão rural governamentais e não-governamentais;
- desenvolver pesquisas e aprimorar tecnologias de produção e processamento apropriadas à agricultura familiar;

### **2.9.4 - QUANTO AOS MECANISMOS DE INCLUSÃO SOCIAL**

- garantir a implementação de uma política tributária diferenciada para a agricultura familiar;
- garantir linhas de financiamento adequadas para a agricultura familiar, tanto para a produção de matéria-prima, como para o processamento;
- reduzir a carga tributária de equipamentos para indústrias de pequeno porte de esmagamento, filtragem de óleo e produção do biodiesel;

- reverter parte dos impostos pagos pelo consumo de óleo diesel para o incentivo à implantação do Programa, visando promover o desenvolvimento regional e a inclusão social;
- apoiar o Selo Combustível Social, elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, como um mecanismo de incentivo social para o Programa, entendendo que o seu aperfeiçoamento estará diretamente relacionado com o monitoramento e avaliação do Programa;
- priorizar, em todo o território nacional, a matéria-prima proveniente da agricultura familiar;
- incluir no incentivo à produção familiar o processamento da matéria-prima e não apenas a sua produção, de modo a inserir na cadeia do Biodiesel, de forma qualificada, a agricultura familiar e os assentamentos de reforma agrária;
- destinar vantagens adicionais, a serem definidas pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, às empresas, cooperativas e associações que trabalhem com agricultores familiares e/ou assentados da reforma agrária e que produzam oleaginosas segundo os princípios da agricultura orgânica, da agroecologia, da agrofloresta, do extrativismo sustentável ou da biodinâmica;
- apoiar a formação de um programa de preços mínimos e de renda mínima baseado na garantia de compra da produção de matéria-prima das famílias de agricultores familiares e de assentados da reforma agrária;
- definir que o semi-árido nordestino seja uma das áreas prioritárias de implantação do Programa Nacional do Biodiesel e para a aquisição da produção em relação às demais regiões brasileiras;
- estabelecer linhas de crédito para os agricultores familiares e assentados da reforma agrária que participarem do programa, incentivando a segurança alimentar, nutricional e a segurança hídrica;

- recomendar que o MDA mantenha uma estrutura para acompanhamento da implantação do Programa Nacional do Biodiesel.

Estas recomendações acima são importantes para este trabalho, no sentido de analisar o perfil que o governo federal está dando ao programa do Biodiesel. As recomendações se contrapõem a Revolução Verde, pois todas as ações do governo são para beneficiar a agricultura familiar. Este tema será tratado com mais profundidade no capítulo V deste trabalho.

## **2.10-MARCO REGULATÓRIO DO BIODIESEL**

Segundo o MCT, o marco regulatório que autoriza o uso comercial do biodiesel no Brasil considera a diversidade de oleaginosas disponíveis no País, a garantia do suprimento e da qualidade, a competitividade frente aos demais combustíveis e uma política de inclusão social. As regras permitem a produção a partir de diferentes oleaginosas e rotas tecnológicas, possibilitando a participação do agronegócio e da agricultura familiar.

Os atos legais que formam o marco regulatório estabelecem os percentuais de mistura do biodiesel ao diesel de petróleo, a rampa de mistura, a forma de utilização e o regime tributário. Os decretos regulamentam o regime tributário com diferenciação por região de plantio, por oleaginosa e por categoria de produção (agronegócio e agricultura familiar), criam o selo Combustível Social e isentam a cobrança de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).

A regulamentação feita pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), responsável pela regulação e fiscalização do novo produto, cria a figura do produtor de biodiesel, estabelece as especificações do combustível e estrutura a cadeia de comercialização. Também foram revisadas 18 resoluções que tratam sobre combustíveis líquidos, incluindo agora o biodiesel.

A mistura do biodiesel ao diesel de petróleo será feita pelas distribuidoras de combustíveis, assim como é feito na adição de álcool anidro à gasolina. As refinarias também estão autorizadas a fazer a mistura e, posteriormente, entregarão o B2 às distribuidoras.

A regulamentação também permite usos específicos do biodiesel, com misturas superiores à estabelecida pelo marco regulatório, desde que autorizadas pela ANP. Essas experiências serão acompanhadas e vão gerar informações para aumentar o percentual de adição do combustível ao diesel de petróleo. O novo combustível também poderá ser utilizado na geração de energia elétrica em comunidades isoladas, principalmente na região Norte, substituindo o óleo diesel em usinas termelétricas.

A adição de 2% de biodiesel não exigirá alterações nos motores movidos a diesel, assim como não exigiu nos países que já utilizam o produto. Os motores que passarem a utilizar o combustível misturado ao diesel nesta proporção terão a garantia de fábrica.

## **2.11-REGIME TRIBUTÁRIO**

Relatado no site do Ministério da Ciência e Tecnologia, as regras tributárias do biodiesel referentes ao PIS/PASEP e à COFINS determinam que esses tributos sejam cobrados uma única vez e que o contribuinte é o produtor industrial de biodiesel. Ele poderá optar entre uma alíquota percentual que incide sobre o preço do produto, ou pelo pagamento de uma alíquota específica, que é um valor fixo por metro cúbico de biodiesel comercializado, conforme dispõe a Lei nº 11.116 (ANEXO 2), de 18 de maio de 2005.

Essa Lei dispõe ainda que o Poder Executivo poderá estabelecer coeficientes de redução para a alíquota específica, que poderão ser diferenciadas em função da matéria-prima utilizada na produção, da região de produção dessa matéria-prima e do tipo de seu fornecedor (agricultura familiar ou agronegócio).

Ao regulamentar a Lei, o Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, alterado pelo Decreto nº 5.457, de 6 de junho de 2005, estabeleceu que a alíquota máxima de PIS/PASEP e COFINS incidentes sobre a receita bruta auferida pelo produtor ou importador, na venda de biodiesel, é de R\$ 217,96 por metro cúbico, equivalente a carga tributária federal para o seu concorrente direto, o diesel de petróleo.

Estabeleceu também três níveis distintos de desoneração tributária para reduzir a alíquota máxima de R\$ 217,96 / m<sup>3</sup>, com a introdução de coeficientes de redução diferenciados de acordo com os critérios dispostos na Lei:

1. Para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou a palma produzida nas regiões Norte, Nordeste e no Semi-Árido pela agricultura familiar, a desoneração de PIS/PASEP e COFINS é total, ou seja, a alíquota efetiva é nula (100% de redução em relação à alíquota geral de R\$ 217,96 / m<sup>3</sup>);
2. Para o biodiesel fabricado a partir de qualquer matéria-prima que seja produzida pela agricultura familiar, independentemente da região, a alíquota efetiva é R\$ 70,02 / m<sup>3</sup> (67,9% de redução em relação à alíquota geral);
3. Para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou a palma produzida nas regiões Norte, Nordeste e no Semi-Árido pelo agronegócio, a alíquota efetiva é R\$ 151,50 / m<sup>3</sup> (30,5% de redução em relação à alíquota geral).

## **2.12-SELO COMBUSTÍVEL SOCIAL**

O Selo Combustível Social é um conjunto de medidas específicas visando estimular a inclusão social da agricultura familiar nessa importante cadeia produtiva, conforme Instrução Normativa no. 01, de 05 de julho de 2005. Em 30 de Setembro de 2005, o MDA publicou a Instrução Normativa no.

02 (ANEXO 3) para projetos de biodiesel com perspectivas de consolidarem-se como empreendimentos aptos ao selo combustível social. O enquadramento social de projetos ou empresas produtoras de biodiesel permite acesso a melhores condições de financiamento junto ao BNDES e outras instituições financeiras, além de dar direito de concorrência em leilões de compra de biodiesel. As indústrias produtoras, também terão direito a isenção de alguns tributos, mas deverão garantir a compra da matéria-prima, preços pré-estabelecidos, oferecendo segurança aos agricultores familiares. Há, ainda, possibilidade de os agricultores familiares participarem como sócios ou cotistas das indústrias extratoras de óleo ou de produção de biodiesel, seja de forma direta, seja por meio de associações ou cooperativas de produtores (Brasil d, 2006). Esta possibilidade de associativismo, apesar de estar previsto e até ser incentivado, apresenta inconsistência em relação às normativas de financiamento, como será detalhado posteriormente no capítulo V.

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (BRASIL g, 2006), a instrução normativa do Ministério do Desenvolvimento Agrário e Combate à Fome, o selo social só será dado a empresas que comprarem um percentual mínimo estabelecido por cada região da agricultura familiar. A participação mínima da agricultura familiar deve ser de 50% na região Nordeste e semi-árido; de 30% nas regiões Sudeste e Sul; e de 10% nas regiões Norte e Centro-Oeste.

### **2.13-O BIODIESEL NO MUNDO**

Os biocombustíveis vêm sendo testados atualmente em várias partes do mundo. Países como Argentina, Estados Unidos, Malásia, Alemanha, França e Itália já produzem biodiesel comercialmente, estimulando o desenvolvimento de escala industrial.

No início dos anos 90, o processo de industrialização do biodiesel foi iniciado na Europa. mesmo tendo sido depositada, em 1980, uma patente no Brasil para produção de biodiesel, (PARENTE, 2003) o principal mercado

produtor e consumidor de biodiesel puro ou em mistura com o óleo diesel foi a Europa.

A União Européia produz anualmente mais de 1,35 milhões de toneladas de biodiesel, em cerca de 40 unidades de produção. Isso corresponde a 90% da produção mundial de biodiesel (BIODIESELBR, 2006).

O governo garante incentivo fiscal aos produtores, além de promover leis específicas para o produto, visando melhoria das condições ambientais através da utilização de fontes de energia mais limpas. A tributação dos combustíveis de petróleo na Europa, inclusive do óleo diesel mineral, é extremamente alta, garantindo a competitividade do biodiesel no mercado.

As refinarias de petróleo da Europa têm buscado a eliminação do enxofre do óleo diesel. Como a lubricidade do óleo diesel dessulfurado diminuiu muito, a correção tem sido feita pela adição do biodiesel, já que sua lubricidade é extremamente elevada. Esse combustível tem sido designado, por alguns distribuidores europeus, de "Super Diesel".

Na Europa foi assinado, em maio/2003, uma Diretiva pelo Parlamento Europeu, visando a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis. A proposta é ter 5,75% em 2010.

Os fabricantes europeus de motores apóiam a mistura de 5% de Biodiesel. Na Alemanha, muitos fabricantes como a: VW, Audi, Seat, Skoda, PSA, Mercedes, Caterpillar e Man, dão garantia aos motores dos carros e caminhões, na utilização do Biodiesel misturado ao diesel fóssil ou até mesmo o B100.

### **2.13.1-ALEMANHA**

A Alemanha estabeleceu um expressivo programa de produção de biodiesel a partir da canola, sendo hoje o maior produtor e consumidor europeu de biodiesel, com capacidade de 1 milhão de toneladas por ano.

O modelo de produção na Alemanha, assim como em outros países da Europa, tem características importantes. Nesse país, os agricultores plantam a canola para nitrogenar naturalmente os solos exauridos daquele elemento e dessa planta extraem óleo, que é a principal matéria-prima para a produção do biodiesel. Depois de produzido, o biodiesel é distribuído de forma pura, isento de qualquer mistura ou aditivação. Esse país conta com uma rede de mais de mil postos de venda de biodiesel. Nesses postos, existem duas bombas, sendo um para óleo diesel de petróleo e o outro, com selo verde, para biodiesel. Grande parte dos usuários mistura, nas mais diversas proporções, o biodiesel com o diesel comum. O biodiesel tem sido comercializado com menor preço em decorrência da isenção de tributos em toda a cadeia produtiva (LIMA, 2004).

### **2.13.2-FRANÇA**

Com capacidade de 460 mil toneladas por ano, a França é atualmente o segundo maior produtor europeu de biodiesel. As motivações e os sistemas produtivos na França são semelhantes aos adotados na Alemanha, porém o combustível é fornecido no posto já misturado com o óleo diesel de petróleo na proporção atual de 5%. Contudo, esse percentual deverá ser elevado para 8%. Atualmente, os ônibus urbanos franceses consomem uma mistura com até 30% de biodiesel. (LIMA, 2004)

### **2.13.3-ESTADOS UNIDOS**

A grande motivação americana para o uso do biodiesel é a qualidade do meio ambiente. Os americanos estão se preparando, para o uso desse combustível especialmente nas grandes cidades. A capacidade de produção estimada é de 210 a 280 milhões de litros por ano.

A percentagem que tem sido mais cogitada para a mistura no diesel de petróleo é a de 20% de biodiesel, chamada de B20. Os padrões para o biodiesel nos Estados Unidos são determinados e fixados pela norma ASTM D-6751.

É importante ressaltar que o Programa Americano de Biodiesel é baseado em pequenos produtores. Como o diesel Americano possui uma menor carga tributária, apenas a renúncia fiscal não permite viabilizar o biodiesel. Além das medidas de caráter tributário, têm sido adotados incentivos diretos à produção como o Commodity Credit Corporation Bioenergy Program, que subsidia a aquisição de matérias-primas para fabricação de etanol e biodiesel, e atos normativos que determinam um nível mínimo de consumo de biocombustíveis, por órgãos públicos e frotas comerciais, como definido no Energy Policy Act (EPAAct).(BRASIL I, 2004)

Atualmente, o Biodiesel nos Estados Unidos está sendo usado em frotas de ônibus urbanos, serviços postais e órgãos do governo e é considerado Diesel Premium para motores utilizados na mineração subterrânea e embarcações.

Esta produção é lastreada por 45 fábricas de biodiesel no país, que produzem uma média de 24 milhões de litros por ano. Está planejada a construção de mais 54 complexos semelhantes nos próximos anos. A escala de produção tem crescido significativamente e as plantas encontram-se distribuídas em vários pontos do país. (BRASIL f, 2006)

#### **2.13.4-MALÁSIA**

Na Malásia foi implementado um programa para a produção de biodiesel a partir do óleo de palma de dendê (MEIRELLES, 2003). O país é o maior produtor mundial desse óleo, com uma produtividade de 5.000 kg de óleo por hectare ano. A primeira fábrica entrou em operação em 2004, com capacidade de produção equivalente a 500 mil toneladas por ano. A perspectiva de extração de vitaminas A e E permitirá a redução dos custos de produção do biodiesel.(LIMA, 2004)

#### **2.13.5-CHINA**

Na China, cinco unidades transesterificadoras de óleo de colza e óleo de fritura usado produzem um volume de biodiesel superior à produção

americana e inferior à produção europeia, atendendo as especificações similares à americana, definidas pela norma ASTM D6751. A empresa Hainan Zhenghe Bio Energy Company investiu US\$ 5 milhões em uma planta industrial para uma produção anual de 45 mil toneladas de biodiesel, utilizando óleo de fritura usado.

### 2.13.6-OUTROS PAÍSES

Vários outros países têm demonstrado interesse no biodiesel, seja para produzir, seja para comprar e consumir. O Japão tem demonstrado interesse em importar biodiesel. Alguns países europeus, onde se incluem os países do norte e do leste, além da Espanha e da Itália, cogitam não somente produzir, mas também importar biodiesel.

A questão ambiental constitui a verdadeira força motriz para a produção e consumo dos combustíveis limpos oriundos da biomassa, especialmente do biodiesel. A tabela da figura 2.13, ilustra a composição dos impostos e a utilização da matéria prima em alguns países produtores de biodiesel.

Pais	Isenção de Impostos	Tipo de Biodiesel comercializado	Matéria Prima	Observações
Alemanha	Completa	Os postos têm b100 e o óleo diesel aditivado B5	Colza	<b>1800 postos de abastecimento</b> Mais de 2,5 milhões de veículos aprovados para rodar com biodiesel. Biodiesel 12% mais barato que o diesel
Itália	Parcial(até 200mil ton/ano)	B100:para indústria e aquecimento residencial; b5 e b25, para transporte	Colza e girassol	17 produtores de biodiesel
França	Parcial (até 317 mil ton/ano)	Mais da metade do biodiesel comercializado leva 5% de biodiesel, chamado Diester. Já o B30 é o mais usado em frota cativa	Colza e girassol	3 grandes produtores de biodiesel das 13 refinarias existentes 7, misturam 5% de biodiesel ao óleo diesel. 4 mil veículos utilizam o biodiesel em misturas, dos quais mais da metade usam B30
Estados Unidos	Incentivos federais, além de taxas específicas para cada estado	B20(mais comum), B29 usado por fazendeiros, alguns estados obrigam que todo o diesel comercializado contenha 2% de biodiesel e b100, que é pouco usado	Soja e óleo residual de fritura	Atualmente usado em frota de ônibus, serviços postais e órgãos do governo. 53 plantas de biodiesel, com capacidade de 1,18 milhão de ton/ano programa baseado em pequenos produtores

**FIGURA 2.13- USO DO BIODIESEL EM ALGUNS PAÍSES.**

**FONTE: RIBEIRO 2006**

## 2.14-REVOLUÇÃO VERDE

Deus (2004), citando Barbosa (1996) relata que em 13 de março de 1961, o governo americano Kennedy decidiu incentivar a reforma agrária na América Latina, através de um projeto voltado a essa macroregião, denominado de “Aliança para o progresso”, tentando evitar que outros países se animassem com a Revolução Cubana. Neste período foi implantado o regime militar no Brasil, que tinha a intenção de implantar a modernização no campo, através da internacionalização do capital produtivo, iniciativa que, de forma prosaica, veio a ser chamada de revolução verde.

O termo Revolução Verde, refere-se à invenção e disseminação de novas sementes e práticas agrícolas permitiram um vasto aumento na produção agrícola em países menos desenvolvidos durante as décadas de 60 e 70. (Wikipédia)

O modelo se baseia na intensiva utilização de sementes melhoradas (particularmente sementes híbridas), insumos industriais (fertilizantes e agrotóxicos), mecanização e diminuição do custo de manejo, como ilustra a figura 2.14. Também são creditados à revolução verde o uso extensivo de tecnologias no plantio, na irrigação e na colheita, assim como no Gerenciamento de produção.



**FIGURA 2.14- MÁQUINA AGRÍCOLA**  
**FONTE: INTERNET**

Esse ciclo de inovações se iniciou com os avanços tecnológicos do pós-guerra, embora o termo revolução verde só tenha surgido na década de 70. Desde essa época, pesquisadores de países industrializados prometiam, através de um conjunto de técnicas, aumentar estrondosamente as produtividades agrícolas e resolver o problema da fome nos países em desenvolvimento.

A introdução destas técnicas em países menos desenvolvidos provocou um aumento brutal na produção agrícola de países não-industrializados. Países como o Brasil e a Índia foram alguns dos principais beneficiados.

No Brasil, passaram a desenvolver tecnologia própria, tanto em instituições privadas quanto em agências governamentais (como a Embrapa) e universidades. A partir da Década de 1990, a disseminação destas tecnologias em todo o território nacional permitiu que o Brasil vivesse um surto de desenvolvimento agrícola, com o aumento da fronteira agrícola, a disseminação de culturas em que o país é recordista de produtividade (como a soja, o milho e o algodão, entre outros), atingindo recordes de exportação. Há quem chame esse período da história brasileira de Era do Agronegócio (Wikipédia).

Segundo Ehlers (1999,P.46), citado por Deus (2004), a revolução verde teve forte expansão, mas não demorou muito para gerar inúmeros problemas socioeconômicos e ambientais, tais como: perda da fertilidade dos solos, destruição das florestas, a dilapidação do patrimônio genético e da biodiversidade, a contaminação dos solos, da água, dos animais silvestres, do homem do campo, dos alimentos, entre outros.

Rosset (2000), em seu artigo diz que nos Estados Unidos diminuíram o número de fazendas em dois terços, enquanto o tamanho médio das propriedades aumentou mais que o dobro, desde a Segunda Guerra Mundial. A decadência das comunidades rurais, o surgimento de bairros marginalizados no centro das cidades e o aumento exagerado do desemprego

aconteceram depois da vasta migração do campo para a cidade. Pensemos o que significa o equivalente êxodo rural no Terceiro Mundo, onde o número de desempregados já é o dobro ou o triplo do registrado nos Estados Unidos.

O único modelo com o potencial para acabar com a pobreza rural e para proteger o meio ambiente e a produtividade da terra para as futuras gerações é uma agricultura baseada na exploração de pequenas fazendas que sigam os princípios da agroecologia. Dos Estados Unidos à Índia, a agricultura alternativa está se mostrando viável. Nos Estados Unidos, um estudo diz que os agricultores alternativos produzem mais por acre, com custos mais baixos por unidade colhida, embora muitas políticas federais desestimulem a adoção de práticas alternativas.(ROSSET, 2000)

Deus (2005) comenta citando Ehlers (1999), que “no que se refere ao aumento da produção total da agricultura, a Revolução Verde foi, sem dúvida um sucesso” porém o ciclo de vida da produtividade logo começou a cair devido à exaustão da terra, tornando-a cada vez mais fraca, necessitando assim de altos investimentos em insumos agrícolas.

É inegável contudo, que a produção intensiva propiciou a formação das políticas para a agricultura, além de diversas descobertas científicas, avanços tecnológicos, incluindo a utilização de fertilizantes químicos e melhoramento genético das plantas.

### **2.15-AGRICULTURA FAMILIAR**

Segundo o Manual Operacional do Crédito Rural Pronaf (2002), os agricultores familiares, figura 2.15, são definidos, como sendo os produtores rurais que atendem aos seguintes requisitos:

- Sejam proprietários, posseiros, arrendatários, parceiros ou concessionários da Reforma Agrária;
- Residam na propriedade ou em local próximo;

- Detenham, sob qualquer forma, no máximo 4 (quatro) módulos fiscais de terra, quantificados conforme a legislação em vigor;
- No mínimo 80% (oitenta por cento) da renda bruta familiar deve ser proveniente da exploração agropecuária ou não agropecuária do estabelecimento;
- A base da exploração do estabelecimento deve ser o trabalho familiar.



**FIGURA 2.15 – AGRICULTURA FAMILIAR**  
**FONTE: INTERNET**

O Brasil possui cerca de 4,13 milhões de agricultores familiares e representam 85,2% dos estabelecimentos rurais do país. Os agricultores

familiares são responsáveis por aproximadamente 40% do valor bruto da produção agropecuária.(BIODIESELBR, 2006)

Estes produtores tem sofrido ao longo dos anos um processo de redução nas suas rendas, chegando à exclusão de trabalhadores rurais de ao redor de 100.000 propriedades agrícolas por ano, de 1985 a 1995 (IBGE, Censo Agropecuário 1995/96). Boa parcela deste processo de empobrecimento pode ser explicada pela pouca oferta e pela baixa qualidade dos serviços públicos voltados para os mesmos, os quais poderiam viabilizar a inclusão sócio-econômica destes agricultores. Isso levou, no passado, a aceitar, como uma realidade lamentável, que os agricultores familiares são construções sociais cujo alcance depende dos projetos em que se envolvem e das forças que são capazes de mobilizar para implementá-los.

Essa situação, derivada do seu baixo nível organizacional, das limitações de suas bases produtivas e das formas de comercialização, entretanto, está sendo revertida pelo ministério do Desenvolvimento Agrário – que tem como área de competência a Reforma Agrária e o PRONAF – buscando, na sua missão, criar oportunidades para que as populações rurais alcancem plena cidadania, e tendo em vista a visão de futuro de ser referência internacional de soluções de inclusão social.

### **2.16-O AGRONEGÓCIO**

O agronegócio, também chamado de *agrobusiness* ou de *agribusiness*, é definido como o conjunto de negócios relacionados à agricultura. dentro do ponto de vista econômico (Wikipédia).

O agronegócio da soja, figura 2.16, tem potencial para gerar empregos diretos para 4,7 milhões de pessoas em diversos segmentos, de insumos, produção, transporte, processamento e distribuição, e nas cadeias produtivas de suínos e aves. Este números são obtidos a partir de uma produção de 52 milhões de toneladas em 20 milhões de hectares, produzindo

assim um índice de geração de empregos total, diretos e indiretos de um emprego a cada 4 hectares plantados.

O agronegócio pode ser dividido em três partes:

- Negócios agropecuários propriamente ditos (ou de "dentro da porteira") que representam os produtores rurais, sejam eles pequenos, médios ou grandes produtores, constituídos na forma de pessoas físicas (fazendeiros ou camponeses) ou de pessoas jurídicas (empresas).
- Negócios à montante (ou "da pré-porteira") aos da agropecuária, representados pelas indústrias e comércios que fornecem insumos para os negócios agropecuários. Por exemplo, os fabricantes de fertilizantes, defensivos químicos, equipamentos, etc.
- Negócios à jusante dos negócios agropecuários. São os negócios "pós-porteira", aqueles negócios que compram os produtos agropecuários, os beneficiam, os transportam e os vendem para os consumidores finais. Por exemplo, os frigoríficos, as fábricas de fiação, tecelagem e de roupas, os curtumes e as fábricas de calçados, os supermercados e varejistas de alimentos etc.

O IBGE 2004, demonstra a grande importância do Agronegócio na economia brasileira:

- O Agronegócio respondeu por 34% do PIB nacional
- Foi responsável por 37% dos empregos
- Importou o equivalente a R\$ 4,8 bilhões, e exportou R\$ 39 bilhões.



**FIGURA 2.16- O AGRONEGÓCIO DA SOJA**  
**FONTE: INTERNET**

Dentro do saldo total do comércio exterior brasileiro (de R\$ 36,6 bilhões), o saldo do agronegócio corresponde a 93% (ou R\$ 34 bilhões). O restante da economia nacional responde por apenas 7% (R\$ 2,6 bilhões).

Entre anos de 2000 a 2005, o saldo das exportações do agronegócio cresceu 159%, em um crescimento médio de 21% ao ano.

## **CAPITULO III- ASPECTOS TECNOLÓGICOS DO BIODIESEL**

### **3.1-O PROCESSO DO BIODIESEL**

O processo de obtenção do biodiesel inicia-se no campo com a escolha da oleaginosa que se pretende trabalhar. A oleaginosa escolhida necessita passar por um processo de esmagamento dos grãos com o objetivo da retirada total ou parcial do óleo existente nela.

Para algumas oleaginosas, após a obtenção do óleo, existe a necessidade de passar pelo processo de degomagem do óleo, após este processo o óleo pode ser direcionado ao processo de transesterificação em uma planta de biodiesel. Como resultado da transesterificação obtém-se o biodiesel, a glicerina e o álcool hidratado como sub-produto da reação.

#### **3.1.1-PROCESSO DE OBTENÇÃO DO ÓLEO**

Embora esta tecnologia seja muito antiga, conhecida e dominada, relataremos a seguir o processo de obtenção do óleo bruto, através do processo de prensagem. Este processo utiliza tecnologia, chamada de “prateleira”, não necessitando assim grande profundidade para a sua demonstração.

O processo de extração tem evoluído com o passar do tempo. No início do século XIX , houve aumento acentuado no rendimento de extração através das prensas hidráulicas. A prensa continua no fim do século XIX foi construída por Anderson, que é utilizada até hoje. Existe hoje a extração mista, que é a prensagem da semente com “expeller” seguida por uma etapa de extração com solvente orgânico do óleo presente na torta. (MORETTO, 1998)

O processo de prensagem do óleo inicia-se com a pré-limpeza e classificação das sementes, depois a decorticação, que é a retirada de fibras usando rolos ou discos estriados girando em sentidos opostos com velocidades

diferentes ou despelucamento por atrito, ou por impacto. A separação das amêndoas é feita por peneiras vibratórias que eliminam as cascas.

O processo para a obtenção do óleo pode ser através da moagem das amêndoas (moinho de facas ou martelos) e laminação (rolos aquecidos a 60°C) ou extrusão, que facilita a penetração do solvente na célula (MORETTO, 1998)

Vantagens da extrusão se comparado com a laminação

- A densidade aumenta de 300 kg/m<sup>3</sup> para 550 kg/m<sup>3</sup> da massa laminada;
- a área de contato sólido líquido no extrator aumenta de 40 para 50 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>), aumentando a taxa de percolação;
- aumenta a eficiência nos primeiros estágios da extração, aumentando a concentração de óleo na miscela;
- reduz em pelo menos 5% o consumo de solvente na saída do extrator e conseqüentemente menor consumo de vapor no dessolventizador;
- reduz a quantidade de solvente na torta;
- reduz o consumo de energia;
- aumenta a homogeneidade do produto;
- reduz a quantidade de sólidos extraídos, facilitando a filtração do óleo; promove um aumento na quantidade de fosfatídeos hidratáveis, facilitando a etapa de degomagem.

A amêndoa necessita em muitos casos passar pelo processo de cozimento. Esta etapa tem por objetivos desnaturar as proteínas promovendo a coalescência das gotículas de óleo, tornar as membranas celulares, que envolvem o óleo, mais permeável; diminuir a viscosidade e a tensão superficial

do óleo facilitando sua remoção; inativar as enzimas naturais (peroxidases); destruir microrganismos e insolubilizar os fosfatídeos, que são emulsificantes naturais, facilitando o refino do óleo.

A prensagem é geralmente efetuada em prensas contínuas do tipo *expeller*. Esta etapa é usada para remoção parcial do óleo. A torta que deixa a prensa é submetida ao processo de extração com solvente. O teor de óleo na torta pode ser cerca de 5%, no caso de pressões elevadas.

O solvente mais usado na indústria é hexano, um derivado do petróleo, que possibilita a extração da quase totalidade do óleo deixando um resíduo desengordurado denominado farelo. A recuperação do solvente é a etapa mais crucial no processamento de óleo comestível devido aos problemas de segurança, ambientais e econômicos. Resultados alcançados:

#### Dados da extração com HEXANO

- Óleo residual na torta : 1 a 2 %
- Perda de solvente total:1 a 1,3 %
- Consumo de vapor:170 kg/ton
- Consumo de energia elétrica: 18 a 20 kWh / ton

### **3.1.2-Degomagem**

Uma das etapas de refinação do óleo de soja é a degomagem, que tem o objetivo de reduzir o teor de glicerofosfatos de ácidos graxos, também chamados de gomas, presente de 1 a 3% em relação ao peso do óleo bruto.

No processo de degomagem total o óleo depois de aquecido a 90°, é adicionado de ácido fosfórico e misturado intensamente para obter uma dispersão de 10 milhões de gotas de ácido por grama de óleo, o que equivaleria a que uma gota tivesse um diâmetro de 0,01 micron. Após um período de retenção de aproximadamente 5 minutos, é adicionada uma base

em uma proporção tal que evite a formação de sabão, já que isso acarreta perdas maiores ao óleo.

Em seguida através de uma centrifugação dupla, separam-se as gomas hidratadas.

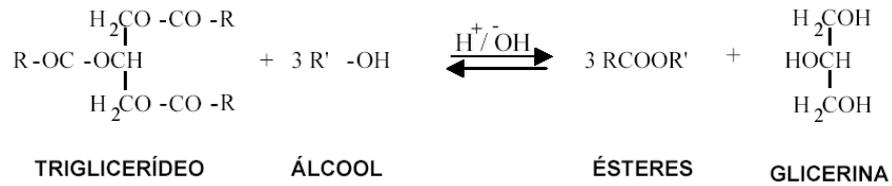
As gomas extraídas (denominadas “borra”) são, na maioria das vezes, adicionadas ao farelo de soja. Indústrias que possuem um maior nível tecnológico, podem promover a purificação da borra e obter, assim, a lecitina, enquanto que outras empresas apenas revendem esse resíduo. (MORETTO, 1998)

### **3.1.3-PROCESSO QUÍMICO DO BIODIESEL (TRANSESTERIFICAÇÃO)**

O biodiesel pode ser produzido a partir de diversas matérias primas, tais como óleos vegetais, gorduras animais, óleos e gorduras residuais, por meio de diversos processos .

A evolução tecnológica nos últimos anos mostra tendências para a adoção da transesterificação com metanol e etanol como processo principal para o uso em mistura com o diesel. (AMBIENTE BRASIL, 2006)

Narrado no trabalho de Kucek (2004), “A reação de transesterificação pode ser descrita, de maneira geral, como uma reação reversível em que um éster é transformado em outro pela mudança na porção alcóxi. Esta transformação ocorre em três etapas seqüenciais: inicialmente, as moléculas de triglicerídeos são convertidas em diglicerídeos, depois em monoglicerídeos e finalmente em glicerol, produzindo um mol de éster a cada etapa reacional, conforme a figura-3.1. O álcool, que é considerado o agente de transesterificação, deve conter até oito átomos de carbono em sua cadeia. No entanto, devido às propriedades conferidas ao produto, os álcoois metílico (metanol) e etílico (etanol) figuram entre os principais agentes de transesterificação e são os mais freqüentemente empregados no processo”



**FIGURA 3.1- PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO**  
**FONTE KUCEK 2004**

Existe a necessidade de algum excesso de álcool para aumentar o rendimento da conversão e permitir a posterior separação dos ésteres do glicerol HANNAB (1999).

Um fluxograma simplificado do processo de produção de biodiesel, é apresentado na figura 3.2, utilizando a transesterificação etílica ou metílica em meio alcalino como modelo.

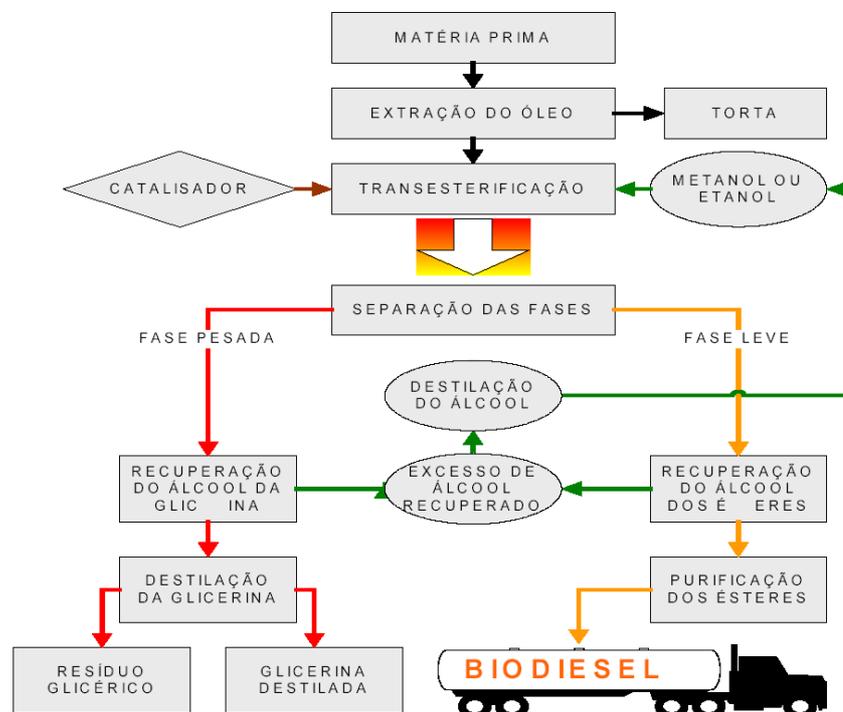


Figura 1: Processo de obtenção de biodiesel  
 Fonte: Adaptado de Holanda, 2004

**FIGURA 3.2- PROCESSO DE OBTENÇÃO DO BIODIESEL**  
**FONTE: LIMA (2004).**

Para um melhor rendimento do processo de obtenção do biodiesel, deve haver uma boa preparação da matéria prima para a sua conversão em biodiesel, visando criar as melhores condições para a efetivação da reação de transesterificação, com a máxima taxa de conversão.

Em princípio, se faz necessário que a matéria prima tenha o mínimo de umidade e de acidez, o que é possível submetendo-a a um processo de neutralização, através de uma lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou de potássio, seguida de uma operação de secagem ou desumidificação. As especificidades do tratamento dependem da natureza e condições da matéria graxa empregada como matéria prima (PARENTE, 2003)

Após a obtenção e purificação do óleo vegetal a partir das sementes ou amêndoas, geralmente mediante operações de trituração, laminação, cozimento e extração do óleo bruto pode ser efetuada sua conversão em biodiesel (BRASIL I, 2005). Hannab (1999) relata que de uma forma simplificada, as etapas típicas em um processo de transesterificação, no presente estado de desenvolvimento, são:

1. Álcool e o catalisador são misturados em um tanque com um agitador.
2. Óleo vegetal é colocado em um reator fechado contendo a mistura álcool/catalisador. O reator é usualmente aquecido à aproximadamente 70oC para aumentar a velocidade da reação, que leva entre 1 a 8 horas.
3. Ao final da reação, quando se considera convertido um nível suficiente de óleo vegetal, os ésteres (biodiesel) e a glicerina são separados por gravidade, podendo ser adotadas centrífugas para agilizar o processo.
4. O álcool em excesso é separado do biodiesel e da glicerina por evaporação sob baixa pressão (evaporação flash) ou por destilação. O álcool recuperado volta ao processo.
5. O biodiesel deve ser purificado e em alguns casos, lavado com água morna para remover resíduos de catalisador e sabões.

Os ésteres deverão ser lavados por centrifugação e desumidificados posteriormente, resultando finalmente o biodiesel, o qual deverá ter suas características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas para o biodiesel como combustível para uso em motores do ciclo diesel.

#### **3.1.4-SEPARAÇÃO DE FASES**

A etapa de separação das fases é fundamental para a qualidade do biodiesel. O processo de refino dos produtos decorrentes da sua produção pode ser tecnicamente difícil e pode elevar substancialmente os custos de produção. A pureza do biodiesel deve ser alta e dentro das especificações. De acordo com a especificação da União Européia, o teor de ácidos graxos livres, álcool, glicerina e água devem ser mínimos de modo que a pureza do biodiesel seja maior que 96,5%. (LIMA, 2004)

A mistura típica do produto de uma reação de transesterificação contém ésteres, monoglicerídeos, diglicerídeos, glicerol, álcool e catalisador, em várias concentrações. Na separação, o principal objetivo é remover os ésteres dessa mistura, a baixo custo, e assegurar um produto de alta pureza.(BRASIL c, 2006)

O glicerol na sua forma pura pode ser visto como um sub produto da reação, no entanto, para manter a competitividade do custo de produção do biodiesel, a remoção e a revenda de glicerol é de fundamental importância, tanto no sentido econômico do processo, como também ambiental. Seria de grande preocupação o glicerol residual fosse descartado na natureza. (LIMA, 2004)

Se a reação atingir um alto nível de conversão, o produto formará duas fases líquidas e uma fase sólida se for usado um catalisador sólido. A fase de fundo será o glicerol e a fase de topo será álcool e ésteres. (BRASIL c, 2006)

Deve-se ter um cuidado especial, quanto ao processo de produção de biodiesel, com relação à presença de contaminantes do produto, como glicerina livre e ligada, sabões ou água. No caso específico da glicerina, reações de desidratação que ocorrem durante a combustão podem gerar acroleína, um poluente atmosférico de alta reatividade e tóxico, cujas reações de condensação acarretam aumento na ocorrência de depósitos de carbono no motor (KUCEK, 2004).

### **3.1.5-RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL DA GLICERINA**

A fase pesada, contendo água e álcool, é submetida a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liquefeitos num condensador apropriado.(PENTEADO, 2005)

### **3.1.6-RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL DOS ÉSTERES**

Da mesma forma, mas separadamente, o álcool residual é recuperado da fase mais leve, liberando para as etapas seguintes, os ésteres metílicos ou etílicos.(URIOSTE, 2004)

### **3.1.7-DESIDRATAÇÃO DO ÁLCOOL**

Os excessos residuais de álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água, necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação.(URIOSTE 2004)

No caso da desidratação do metanol, a destilação é bastante simples e fácil de ser conduzida, uma vez que a volatilidade relativa dos constituintes dessa mistura é muito grande, e ademais, inexistente o fenômeno da azeotropia para dificultar a completa separação.(LIMA, 2004)

### **3.1.8-ETANOL X METANOL**

Somente álcoois simples, tais como metanol, etanol, propanol, butanol e amil-álcool, podem ser usados na transesterificação. O metanol é

mais freqüentemente utilizado por razões de natureza física e química (cadeia curta e polaridade) (LIMA, 2004).

Contudo, o etanol está se tornando mais popular, pois ele é renovável e muito menos tóxico que o metanol. No Brasil em função das facilidades de obtenção do etanol, estudos migram para a rota etílica, que tem uma complexidade maior que a metílica. A possibilidade de utilização de álcool etílico na produção de biodiesel é de alto interesse, não apenas por ser menos agressivo ambientalmente que o álcool metílico, como também considerando as condições particulares do Brasil, onde são produzidos volumes expressivos de etanol de um modo sustentável e a preços competitivos.

O aumento do tamanho da cadeia do álcool acarreta uma maior sofisticação ao processo e parte dos parâmetros do processo deve ser revista. Entretanto, trabalhando-se as quantidades estequiométricas relativas entre catalisador, álcool e óleo não transesterificado, bem como com outras variáveis de processo como temperatura, agitação, tempo de reação, acredita-se ser possível atingir qualidade similar do produto obtida via rota metílica (PENTEADO, 2005 *apud* ARANHA, 2005).

Embora pareça ainda necessário um esforço para o pleno desenvolvimento da rota etílica, alguns pesquisadores afirmam que o processo etílico já estaria pronto para operar comercialmente.

A tabela 2.1 apresenta uma comparação entre ésteres metílico e etílico. (BRASIL I, 2005)

**TABELA 3.1- COMPARAÇÃO ENTRE ÉSTERES METÍLICO E ETÍLICO**

Propriedades	Éster metílico	Éster etílico
Conversão (óleo- Biodiesel)	97,50%	94,30%
Glicerina total no biodiesel	0,87%	1,40%
Viscosidade	3,9 a 5,6 cSt 40C	7,2% superior ao éster metílico
Variação de potencia frente ao diesel	2,5% menor	4% menor
Variação de consumo frente ao diesel	10%maio	12%maior

FONTE: BRASIL I (2005)

### **3.1.9-DESTILAÇÃO DA GLICERINA**

A glicerina bruta, emergente do processo, mesmo com suas impurezas convencionais, já constitui o subproduto vendável. No entanto, o mercado é muito mais favorável à comercialização da glicerina purificada, quando o seu valor é realçado.

A purificação da glicerina bruta é feita por destilação à vácuo, resultando um produto límpido e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada.(PARENTE, 2003)

### **3.1.10-APLICAÇÕES DA GLICERINA**

Os excedentes de glicerina derivada do biodiesel poderão levar a grandes reduções no preço, eliminando parte da produção de glicerina de outras fontes, hoje de 0,8 a 1,0 M t/ ano. Com as reduções substanciais de preço, deverão também entrar no mercado de outros polióis, em particular do sorbitol.

Buscam-se novas aplicações de grandes volumes para glicerina no mundo, e isto provavelmente se dará nos intermediários para plásticos, como o propanodiol - PDO, contudo não são soluções de curto prazo. O cuidado a ser tomado, juntamente com o desenvolvimento de outros usos, é não usar nos estudos de custos os créditos para glicerina com base nos valores de mercado de hoje. (BRASIL I, 2005)

Uma grande fonte agora na Europa e nos Estados Unidos é a glicerina proveniente do biodiesel e em função da oferta que virá do residual da transesterificação existem muitos produtos que estão em desenvolvimento,.

A produção de glicerol foi de 800 mil t/ano em 2000; a produção advinda de biodiesel (Europa e EUA) em 2000 já era de 10% do total; em 2002, estimava-se em 200 mil t/ ano (PARENTE, 2003).

### 3.2-ASPECTOS TÉCNICO-ECONÔMICOS

Hoje para a obtenção do biodiesel existem vários processos alternativos, tais como o craqueamento, a esterificação ou a transesterificação, que pode ser etílica, mediante o uso do álcool comum (etanol) ou metílica, com o emprego do metanol. Embora a transesterificação etílica deva ser o processo mais utilizado, em função do Brasil ser o maior produtor de etanol do mundo, existem várias alternativas tecnológicas possíveis de se obter o biodiesel. Diante das dimensões continentais e diversidade existentes no Brasil, consideramos que não se deve optar por uma única rota. É preciso estimular o que usualmente se chama de curva de aprendizado, permitindo que o biodiesel seja cada vez mais competitivo, como ocorreu com o álcool, por exemplo

As plantas deverão ser escolhidas em função da oferta de matéria prima existente na região e pela demanda do biocombustível pretendida.

Plantas pequenas têm o objetivo de atender aos pequenos produtores, e o equipamento tem o objetivo de ser o mais simples e barato possível, porém tem como efeito colateral um rendimento baixo, em torno de 94,3%. Plantas grandes utilizam equipamentos sofisticados e de última geração como centrífugas e aparelhos contínuos de recuperação de álcool e purificação do biodiesel, e tem como objetivo obter o maior rendimento possível.

Para um agricultor ou mesmo uma cooperativa de pequenos agricultores que desejem produzir o biodiesel a partir da sua lavoura, poderá escolher uma planta pequena. Estas pequenas plantas apesar de ser viável a aplicação da recuperação do álcool e da glicerina, os equipamentos utilizados nesses processos aumentam consideravelmente os investimentos iniciais, podendo até dobrar o preço das unidades em alguns casos. Neste sentido, recomenda-se que antes de optar se será utilizada ou não uma unidade com a recuperação de álcool, uma análise de custos de produção deva ser feita.

Para se ter uma idéia dos custos de uma pequena planta produtora de biodiesel, serão tomados por base os produtos de uma empresa produtora

de plantas de biodiesel, a Petrobio: uma das unidades que mais geram interesse entre os pequenos produtores, é a de 60.000 litros por mês. As partes fundamentais dessa planta custam aproximadamente R\$ 300.000,00. A unidade de recuperação do álcool custa por volta de R\$ 200.000,00 e a de purificação da glicerina R\$ 310.000,00. Portanto, uma planta com essa capacidade e completa, pode chegar a custar R\$ 810.000,00, sendo que com 300 mil reais já é possível se obter uma unidade para começar a produzir o biodiesel.

Tomando como base uma planta com capacidade de 3.000.000 litros por mês (100.000 litros por dia), as partes fundamentais dessa planta custam cerca de R\$6.600.000,00. A unidade de recuperação do álcool custa aproximadamente R\$ 750.000,00 e a de purificação da glicerina para essa capacidade R\$ 450.000,00.

Em uma análise do custo do capital investido na planta produtora (completa) em relação a sua produção, pode ser percebido que a planta pequena destinada aos pequenos produtores, tem uma relação valor investido por volume produzido muito alto, aproximadamente R\$13,50 por litro. Para a planta de grande porte, destinado aos grandes produtores, pode ser estabelecida a relação de R\$ 2,60 por litro, valor este muito abaixo em comparação ao da planta pequena. Esta relação, valor investido por capacidade produtiva, evidencia a dificuldade de acesso dos pequenos produtores aos equipamentos de produção do biodiesel. Os pequenos produtores geralmente são fazendeiros ou comunidades longínquas que necessitam ter acesso ao combustível ou substituir o diesel fóssil pelo biodiesel, muitas vezes por situarem em lugares de difícil acesso pelas distribuidoras de combustível. Os problemas de acesso à produção dos pequenos agricultores serão tratados mais amplamente no capítulo V deste trabalho



**FIGURA 3.3- PLANTA EXPERIMENTAL DE BIODIESEL**  
**FONTE: O AUTOR**



**FIGURA 3.4- PLANTA EXPERIMENTAL DE ROTA METÁLICA**  
**FONTE: O AUTOR**



**FIGURA 3.5 – MAIOR PLANTA NO BRASIL**  
**FONTE : DEDINE**

### 3.3-CRAQUEAMENTO TÉRMICO

Narrado em Lima (2004), “O craqueamento térmico, ou pirólise, é a conversão de uma substância em outra por meio do uso de calor; isto é, pelo aquecimento da substância na ausência de ar ou de oxigênio, a temperaturas que podem chegar a 450 °C. Em algumas situações, esse processo é auxiliado por um catalisador, para a quebra das ligações químicas, de modo a gerar moléculas menores” (WEISZ *ET AL.*, 1979).

Diferentemente de mistura direta, gorduras podem ser objeto de pirólise para a produção de compostos de menores cadeias. A pirólise de gorduras tem sido investigada há mais de 100 anos, especialmente em países com pequenas reservas de petróleo. Catalisadores típicos para serem empregados na pirólise são o óxido de silício –  $\text{SiO}_2$  e o óxido de alumínio –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

O equipamento para pirólise ou craqueamento térmico é caro. Contudo, os produtos são quimicamente similares ao óleo diesel. A remoção do oxigênio do processo reduz os benefícios de ser um combustível oxigenado, diminuindo seus benefícios ambientais e geralmente produzindo um combustível mais próximo da gasolina que do diesel.

Pesquisadores da Universidade de Brasília – UnB, estão desenvolvendo uma unidade de craqueamento térmico que converte o óleo vegetal de dendê, por exemplo, em um combustível com características semelhantes ao óleo diesel. O estudo, financiado pela Embrapa, tem com objetivo construir um equipamento de baixo custo que ofereça ao pequeno agricultor ou cooperativas rurais, que estão situados em regiões afastadas dos centros produtores e distribuidores de combustíveis derivados do petróleo, a capacidade de gerar seu próprio combustível.

Esclareça-se contudo que, pela nomenclatura internacional, o combustível produzido pelo craqueamento térmico não é considerado biodiesel, apesar de ser um biocombustível semelhante ao óleo diesel.

Citado em Brasil f (2005), existem comunidades na Amazônia em que o custo de geração da energia elétrica com óleo diesel chega a U\$ 800.00 o megawatt, denotando claramente a potencialidade da geração com óleo vegetal *in natura*. Nestas comunidades, partir de uma organização social mínima é possível produzir o óleo e apesar de algumas desvantagens em relação à eficiência do motor, ela se compensa pelo custo extremamente baixo na sua produção. O óleo *in natura* e o óleo diesel de biomassa produzido através do craqueamento, também podem ser agregados nas situações específicas.

### **3.4-CUSTO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL**

Não se pode afirmar antecipadamente, sem uma análise de um processo específico, o custo de obtenção do biodiesel, em função de existir uma enormidade de variáveis pertinente ao custo operacional de uma planta.

Os valores das variáveis dos custos operacionais de uma planta de biodiesel iniciam-se com a escolha da matéria prima a ser utilizada na transesterificação, tamanho da planta que será utilizada, escolha da rota do álcool, aproveitamento dos resíduos da reação como a glicerina e álcool resultante da reação, que fazem parte integrante da composição do custo.

Basicamente, 85% do custo de obtenção do biodiesel vem da matéria prima, quando este é produzido em plantas de alta capacidade (BRASIL I, 2005). Neste aspecto deve-se tender a escolha da matéria-prima pela oferta no mercado e seu respectivo preço, para não inviabilizar o processo produtivo do biodiesel.

O principal concorrente do biodiesel é o diesel fóssil, que embora poluidor e oriundo do petróleo, que tem preço com viés de alta para um futuro próximo, ainda necessita ter incentivos do governo em termos de isenção de impostos.

O Grupo de Trabalho Interministerial em seu relatório apresentou uma estimativa de preço para o biodiesel puro (B100), produzidos de diferentes fontes de matéria prima e isento de tributos federais (CIDE e PIS/COFINS) e estadual (ICMS), apresenta os seguintes custos por litro: R\$ 0,902 (soja); R\$0,645 (girassol); R\$ 0,761 (mamona) e R\$ 0,494 (dendê).

No caso da Mamona, existe um estudo feito pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos em 2005 sobre os custos do biodiesel a partir da mamona em assentamentos familiares e unidades de cooperativas onde existe um suporte comum de sementes, insumos e comercialização.

Nos moldes propostos, onde um trabalhador cuida de 15 ha, estima-se uma renda de R\$ 200,00/ ha contra custos de operações agrícolas e insumos com pagamento de R\$ 0,50/ kg bagas.

Em 2005, se pagava em torno de R\$ 0,67/ kg bagas, e tem-se como objetivo “limite” R\$ 0,60. Em alguns casos, hávia garantias de preço “mínimo” de R\$ 0,40/ kg bagas. A associação com o feijão reduz a produção de mamona/ ha, mas aumenta a renda para R\$ 700,00/ ha.

Narrado em Brasil I (2005), segundo análise do Ivig-Coppe, de 2002, com óleo de mamona a R\$2.075/ t, o biodiesel custaria US\$ 0,80/ l (Planta de 40.000 t/ ano, sem os créditos pelo glicerol). Estes valores foram baseados em preços de venda de óleo de mamona, na ocasião (custos oportunidade); não no custo de produção.

Para o biodiesel feito do óleo de soja, iniciando a análise de custo pela saca de soja, os custos de produção, variável mais fixos, estão atualmente entre U\$ 8 e U\$ 10 por saca (ABIOVE, 2006). No processamento para óleo, a soja produz o óleo e a torta. A partição de custos do insumo entre os dois produtos é sempre arbitrária. Uma das formas usuais de distribuir os custos comuns considera o valor de mercado. Os estudos do custo do biodiesel da soja sempre usam o “custo de oportunidade” do óleo, o valor de mercado. Isto

leva a uma enorme flutuação do custo do biodiesel, mas é a ótica correta para o produtor.

Em visita de campo em uma fazenda no Mato Grosso, centro oeste do Brasil, o autor deste trabalho obteve números semelhantes quanto percebeu que beneficiando o grão de soja, obtendo-se em média 18% do óleo, o farelo de torta residual tem um valor comercial suficiente para suportar todo o custo de beneficiamento do grão. Sendo assim o óleo residual se tornaria muito atraente para o processo do biodiesel. No entanto, os preços de venda dos produtos, como narrado acima, são preços de oportunidade de mercado e para análise do custo real de produção, deverão ser respeitados os preços de mercado dos insumos.

Nos últimos anos, a Abiove tem avaliado as condições e os custos de produção do biodiesel com o óleo de soja no Brasil. Os valores de 2002 foram atualizados com o aumento do preço do óleo de soja no mercado internacional. Estimativas de custos de processamento da ordem de US\$ 10 a tonelada podem ser otimistas, embora se trate de plantas de grande porte (400 t/ dia), (BRASIL I, 2005)

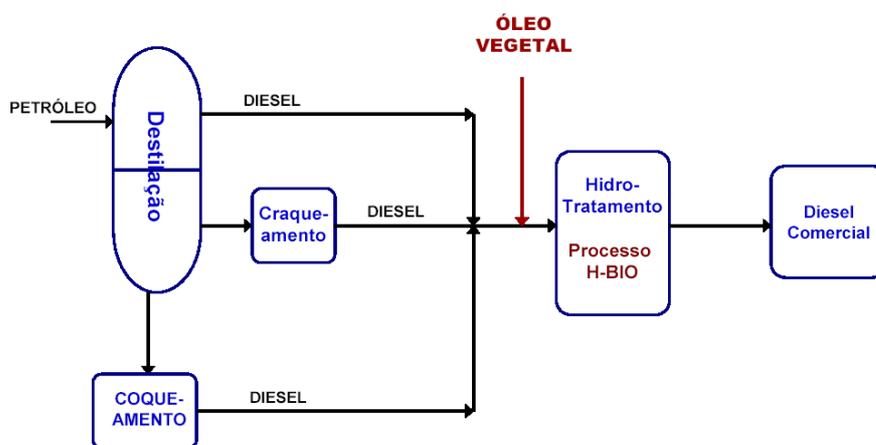
### **3.5-H-BIO**

O processo H-BIO foi desenvolvido para inserir o processamento de matéria-prima renovável no esquema de refino de petróleo e permitir a utilização das instalações já existentes. O óleo vegetal ou animal é misturado com frações de diesel de petróleo para ser hidroconvertido em Unidades de Hidrotratamento (HDT), que são empregadas nas refinarias, principalmente para a redução do teor de enxofre e melhoria da qualidade do óleo diesel, ajustando as características do combustível às especificações da ANP.

Existem algumas vantagens do uso do H-bio , como permitir o uso de óleos vegetais de diversas origens e não gerando resíduo a ser descartado, diferentemente do processo do biodiesel que tem a glicerina como descarte, Incrementa a qualidade do óleo diesel diminuindo o percentual de enxofre,

complementa o programa de utilização de biomassa na matriz energética, gerando benefícios ambientais e de inclusão social, flexibiliza a composição da mistura (carga) a ser processada na Unidade de Hidrotratamento (HDT) e otimiza a utilização das frações de óleo diesel na refinaria, considerando que ele será integrado ao próprio diesel, minimiza a bateria de testes veiculares e laboratoriais, sendo o produto final o próprio diesel, já utilizado pela frota nacional

Este processo de refino utiliza óleo vegetal como insumo para a obtenção de óleo diesel, através da hidrogenação de uma mistura de óleo vegetal e óleo mineral, como pode ser visto na figura 3.6. Testes industriais recentes, realizados na Refinaria Gabriel Passos (Regap), confirmaram a viabilidade técnica e comercial do processo, cujo registro de patente já foi solicitado ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).(BRASILBR)



**FIGURA 3.6 – PROCESSO DE OBTENÇÃO DO H-BIO**  
**FONTE: PETROBRÁS**

O H-BIO pode ser definido como o refino de petróleo que utiliza óleo vegetal como matéria-prima para obtenção de óleo diesel, com a hidrogenação de mistura diesel + óleo vegetal.

Segundo a EXPETRO, consultoria em biodiesel, relatado no SITE BRASILBR, diz que “o processo de HDT (Hydrotreating ou Hidrotratamento) de

Diesel, consiste fundamentalmente em uma reação catalítica entre o hidrogênio (produzido nas refinarias nas unidades de reforma a vapor) e frações de diesel geradas nas colunas de destilação, no coqueamento retardado e no craqueamento catalítico do gasóleo. Estas frações de diesel contêm em sua estrutura teores excessivos de enxofre, nitrogênio, oxigênio e aromáticos. Esses elementos são removidos no processo de H. Os óleos vegetais não possuem nitrogênio, enxofre, nem aromáticos. Todavia possuem 6 átomos de oxigênio em cada molécula. A alimentação dos óleos vegetais em contato com hidrogênio na presença de um catalisador em um reator com pressão de 70 atm e temperatura superior a 300°C “arranca” os átomos de oxigênio sob a forma de água, gerando hidrocarbonetos na faixa do diesel (hexadecano e octadecano) além de propano gerado a partir da glicerina dos óleos vegetais. Para cada tonelada de óleo vegetal, obtém-se no máximo, 850 kg de H-BIO (rendimento de 85%). Para cada tonelada de H-BIO consome-se cerca de 27 kg de Hidrogênio”.

A atual capacidade instalada de HDT no Brasil corresponde a 36% do diesel consumido no Brasil, ou seja, cerca de 64% do diesel produzido no Brasil não passa por este processo. Como o HDT é extremamente eficiente, um produto de HDT bastante puro é misturado com diesel que não passa pelo HDT. Desse modo, gera-se o diesel que se consome hoje no país. Segundo pesquisa da Petrobrás, considerando o óleo de soja, pode-se mensurar que para cada 100 litros de óleo processados, são produzidos 96 litros de óleo diesel e 2,2 m<sup>3</sup> de propano, conforme figura 3.7 .



**FIGURA 3.7- VOLUME DE OBTENÇÃO DO PROCESSO DO H-BIO**  
**FONTE: PETROBRÁS**

Até o 2º semestre de 2007, a Petrobrás considera a possibilidade de implantar a tecnologia H-BIO em três refinarias, alcançando um consumo de óleo vegetal da ordem de 256.000 m<sup>3</sup> por ano, o que equivale à cerca de 10% do óleo vegetal exportado pelo Brasil em 2005. Para 2008 está prevista a implantação do processo H-BIO em mais duas refinarias, o que deverá elevar o processamento de óleo vegetal para cerca de 425.000 m<sup>3</sup> por ano.

Em termos ambientais, apesar da utilização de fontes renováveis (óleo vegetal), o H-BIO não é capaz de reduzir as emissões de monóxido de carbono (CO) e material particulado. Esses compostos constituem a chamada “fumaça negra” dos veículos diesel. O biodiesel promove a redução dessas emissões por conter oxigênio em sua estrutura (éster). Esse oxigênio intramolecular promove a combustão completa. Tanto CO quanto os particulados são gerados por combustão incompleta (falta de oxigênio). Isso não ocorre com o H-BIO que não possui oxigênio na estrutura (hidrocarboneto), não podendo assim promover uma combustão mais completa.

Do ponto de vista mecânico, os átomos de oxigênio do biodiesel promovem um aumento de lubricidade, e conseqüentemente da vida útil de peças do motor diesel. Dados dos fabricantes de auto-peças atestam que 2% de biodiesel adicionados ao diesel aumentam em cerca de 50% a lubricidade do combustível. Já o H-BIO não possui enxofre (como o biodiesel) mas também não possui oxigênio. Esse déficit dos elementos enxofre + oxigênio faz com que o H-BIO tenha lubricidade menor que o diesel.

Pode ser dito que o H-BIO só é viável para grandes refinarias de petróleo que já possuem unidades de HDT com capacidade ociosa e que processem óleos e gorduras mais baratas que o petróleo. Para produtores de óleos vegetais é inviável a instalação de plantas de HDT para produção de H-BIO.

No modelo de negócio do H-BIO, o produtor de grãos e óleos vegetais limita-se a ser um fornecedor de matéria-prima, sem possibilidades de agregar valor a seu produto.

## Capítulo IV- Matéria-Prima

### 4-FONTES DE MATÉRIA-PRIMA PARA OBTENÇÃO DO BIODIESEL

Entre os desafios para o Programa Brasileiro de Biodiesel, a produção de matéria prima pode ser considerado um dos maiores, pois depende de inúmeros fatores que não podem ser controlados pelo governo ou pela vontade dos envolvidos no projeto. Mesmo no Brasil, que tem imenso potencial agrícola, os entraves ao crescimento da produção agrícola são consideráveis.

As oleaginosas promissoras para a produção do biodiesel devem ser avaliadas pelas suas reais potencialidades técnicas e seus efeitos secundários como o aproveitamento dos seus subprodutos e em função desse diagnóstico, modelar essa produção, considerando as características da regionalização como sazonalidade e escala periódica, para definição de qual tecnologia é aplicável, qual o tamanho da unidade produtora e principalmente os aspectos relacionados à qualidade do biodiesel, fatores que implicam na sua aceitação pelo mercado. (BRASIL f, 2005)

Algumas das fontes possíveis para extração de óleo vegetal que podem ser utilizadas são: baga de mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, grão de amendoim, semente de canola, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate e de nabo forrageiro. Embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, sua produção é extrativista e não há plantios comerciais que permitam avaliar com precisão as suas potencialidades. Isso levaria certo tempo, uma vez que a pesquisa agropecuária nacional ainda não desenvolveu estudos com foco no domínio dos ciclos botânico e agrônômico dessas espécies. (BRASIL e, 1999)

Entre as gorduras animais, destaca-se o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros, são exemplos de gordura animal com potencial para produção de biodiesel. Os óleos e gorduras residuais, resultantes de processamento doméstico, comercial e industrial também podem ser utilizados como matéria-prima.

Segundo a empresa de consultoria e comércio de óleos vegetais ABOISSA, o termo sebo, genericamente, é utilizado para denominar gordura animal, entretanto podemos destacar dentro desta categoria o sebo propriamente dito e as graxas. Basicamente as diferenças entre os dois são o ponto de fusão ou título dos ácidos graxos derivados dos triglicérides das gorduras animais. Quarenta graus centígrados é o ponto de equilíbrio, para gorduras com título acima de 40°C é usado o termo graxa. (ABOISSA, 2006)

Segundo a matéria publicada no jornal O ESTADO DE SÃO PAULO (2006), o biodiesel pode ser feito a partir de várias matérias-primas oleaginosas, e o sebo liquefeito é um óleo como qualquer outro.

Um pouco mais barato do que o biodiesel de óleo de soja, o combustível feito de sebo tem potencial, já que cada boi abatido fornece 15 quilos de sebo aproveitável (o sebo junto da pele não é usado). Com o abate de 23 milhões de cabeças no ano passado, dados do IBGE, o potencial brasileiro é produzir quase 350 milhões de litros de biodiesel de sebo/ano. Hoje, o sebo é mais usado como combustível em caldeiras de frigoríficos.

O biodiesel de sebo já foi analisado pelos laboratórios credenciados da Petrobrás e atingiu as normas da Agência Nacional de Petróleo (ANP). Ele só não é indicado para exportação porque, a menos de 5 graus, precipita a gordura, enquanto o biodiesel de soja é mais resistente, precipitando a 0 grau.

Os óleos de frituras representam um grande potencial de oferta. Segundo Oliveira, (2005), um levantamento primário da oferta de óleo residual de fritura, suscetível de ser coletado, revela um potencial de oferta no país superior a 30 mil toneladas por ano.

Algumas possíveis fontes dos óleos e gorduras residuais são: lanchonetes e cozinhas industriais e indústrias onde ocorre a fritura de produtos alimentícios. Esta coleta de óleo residual de fritura, tem mais um apelo ambiental do que energético, pois o volume de óleo após a filtragem do mesmo se torna bem menos, cerca de 70% do arrecadado, sem considerar a falta de uniformidade da origem do óleo. Para um melhor rendimento da produtividade das oleaginosas, com o intuito de minimizar o impacto ambiental, deverá ser investido em muita pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, que possibilitarão um melhor rendimento de óleo / ha.

A tabela 4.1 mostra as características de algumas oleaginosas, para tomada de decisão quanto as espécie a ser plantada:

**Tabela 4.1- Características de algumas oleaginosas com potencial energético**

<b>Espécie</b>	<b>Origem do Óleo</b>	<b>% de óleo</b>	<b>Ciclo de cultivo</b>	<b>Meses de colheita</b>	<b>Rend. de Óleo (t/há)</b>
<b>Dendê</b>	<b>Amêndoa</b>	<b>20</b>	<b>3anos</b>	<b>12</b>	<b>3,0 - 6,0</b>
<b>Abacate</b>	<b>Fruto</b>	<b>35</b>	<b>7 anos</b>	<b>12</b>	<b>1,3 - 5,0</b>
<b>Coco</b>	<b>Fruto</b>	<b>55 - 60</b>	<b>7 anos</b>	<b>12</b>	<b>1,3 - 1,9</b>
<b>Babaçu</b>	<b>Amêndoa</b>	<b>66</b>	<b>7 anos</b>	<b>12</b>	<b>0,1 - 0,3</b>
<b>Girassol</b>	<b>Grão</b>	<b>38 - 48</b>	<b>anual</b>	<b>3</b>	<b>0,5 - 1,9</b>
<b>Canola</b>	<b>Grão</b>	<b>40 - 48</b>	<b>anual</b>	<b>3</b>	<b>0,5 - 0,9</b>
<b>Mamona</b>	<b>Grão</b>	<b>43 - 45</b>	<b>anual</b>	<b>3</b>	<b>0,5 - 0,9</b>
<b>Amendoim</b>	<b>Grão</b>	<b>40 - 43</b>	<b>anual</b>	<b>3</b>	<b>0,6 - 0,8</b>
<b>Soja</b>	<b>Grão</b>	<b>17</b>	<b>anual</b>	<b>3</b>	<b>0,2 - 0,4</b>
<b>Algodão</b>	<b>Grão</b>	<b>15</b>	<b>anual</b>	<b>3</b>	<b>0,1 - 0,2</b>

**FONTE : ABIOVE**

Para o governo manter suas metas de adicionar 2% de biodiesel ao diesel fóssil, o país possui hoje o óleo de soja, produzido em quantidade suficiente para ser considerado como a melhor alternativa para suprir a demanda do programa. No futuro, entretanto, a soja não pode ser a única fonte de óleo vegetal para fabricação de biodiesel, pois a diversificação e o aproveitamento de outras oleaginosas do país é fundamental para o

crescimento seguro e sustentabilidade do fornecimento de óleos vegetais para a fabricação do Biodiesel. A tendência mais natural do mercado pela soja, deve-se à grande produção existente hoje, sendo que somente a parte do óleo destinada à exportação, seria suficiente para cumprir a meta do governo de 5% para 2013.

No entanto, entre as demais alternativas não há nenhuma espécie na qual o país já seja destacadamente um grande produtor. As principais opções estabelecidas inicialmente foram o dendê e a mamona, mas como a produção dessas duas culturas ainda não está crescendo no ritmo adequado para atender à demanda, diversas novas opções estão sendo consideradas.

Mas na busca da diversificação produtiva, lembrando Severino (2006), devemos ter preocupação quando na ânsia de aproveitar a oportunidade, as opções apresentadas não são analisadas com o devido cuidado.

O Brasil possui 850 Mha de território e a agricultura utiliza apenas 7% desta área, representando aproximadamente 60 Mha de área cultivada, a soja e o milho ocupam metade deste total. Da área total do Brasil, as pastagens ocupam 35% e as florestas 55%. Foi constatado que a expansão agrícola nas últimas décadas, se deu mais em zona de pastagem (MACEDO, 2005)

Relatado por Chiaranda (2005), o Brasil devido a sua extensão territorial e condições climáticas favoráveis, é considerado como um dos países mais propícios para a exploração e expansão de biomassa para fins energéticos, pois além da área já ocupada pelas atividades agropecuárias, o país ainda dispõe de aproximadamente 140 milhões de hectares agricultáveis, tornando-o um dos únicos, se não o único, país do mundo capaz de expandir sua produção para mais variados fins, incluindo a produção de oleaginosas.

#### 4.1-SOJA

A soja, também conhecida pelo nome científico de *Glycine hispida*, figura 4.1, considerada a rainha das leguminosas, apesar de ser mais proteína que óleo, constitui um componente importante no esforço de produção de biodiesel, uma vez que já se dispõe de uma oferta muito grande do óleo, pois quase 90% da produção de óleo no Brasil, provém dessa leguminosa. PARENTE (2003). O cultivo da soja ocupa no Brasil pouco mais de 20 Milhões de ha.

Segundo a EMBRAPA (2004) apud NAE (2005), existem cerca de 100 milhões de hectares aptos à expansão da agricultura de espécies de ciclo anual, como é o caso da soja. Adicionalmente, estima-se uma liberação potencial de área equivalente àquela plantada no momento com soja, com a elevação do nível tecnológico na pecuária



**FIGURA 4.1– GRÃOS DE SOJA**  
**FONTE: INTERNET**

Cerca de 70% da soja brasileira é destinada à exportação. O teor do óleo é de 18 a 20% do peso dos grãos. Em 2003, para a produção de 52 M t soja, com produtividade de 2,8 t/ha, a parcela convertida em óleo resultou em 5,4 M t. EMBRAPA (2004)

Dos primeiros anos de cultivo de soja em escala comercial, até a forte participação da produção brasileira no mercado internacional, a produção brasileira de soja concentrava-se em regiões tradicionalmente produtora, composta pelos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Hoje, Apenas a produção do estado de Mato Grosso é quase do mesmo tamanho da produção de toda Região Sul (CONAB, 2006)

Na safra de 2003/2004, a produção brasileira de soja foi próximo de 50 milhões de toneladas. Se toda essa produção fosse esmagada no país, com os padrões de rendimento atuais da cadeia produtiva, seriam produzidos mais de dez bilhões de litros de óleo, possibilitando uma oferta de biodiesel 5 vezes superior a meta do governo para 2013. Por outro lado, em 2005, foram exportados mais de 3,1 bilhões de litros de óleo de soja (ABIOVE, 2007). Este volume é superior ao de diesel importado, a um preço de R\$ 1,41 por litro (ANP, 2006). Além desses fatores, a possibilidade de utilização energética do óleo de soja vem também de duas evidências: amplitude e solidez, bem como a eficiência da sojicultura.

Mas existem alguns problemas fiscais quanto ao incentivo do processamento da soja no Brasil. Relatado por Lopes no jornal Valor Econômico. "Para muitos processadores da soja, o divisor de águas foi a Lei Kandir, de 1996. As fábricas normalmente são distribuídas ou em função da produção de soja ou da localização dos portos. Daí a migração de muitas plantas do Sul para o Centro-Oeste, onde a soja começou a ganhar destaque na década de 1970. Mas, em situações normais de mercado, a Lei Kandir praticamente inviabilizou o transporte interestadual do produto. Antes, o ICMS de 12% pago de um Estado para outro virava crédito e era descontado na exportação; depois a exportação deixou de pagar ICMS e não há mais como compensar. Na prática, cada Estado virou um país diferente". E o efeito

colateral desse movimento foi a redução de investimentos em novas fábricas de processamento.

Em 1995, quando o Brasil colheu menos de 26 milhões de toneladas de grãos, a capacidade doméstica de processamento de oleaginosas era de 116.280 toneladas por dia, conforme dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE). Em 2004, quando a colheita rendeu quase 50 milhões de toneladas, a capacidade era de 131.768 toneladas diárias. Ou seja: a produção aumentou 92% na comparação, e a capacidade cresceu 13,3%. Enquanto isso, a Argentina, cuja produção de soja ainda é inferior a 40 milhões de toneladas, alcançou uma capacidade de processamento de 108.508 toneladas por dia em 2004. (LOPES, 2007)

#### **4.2-MAMONA**

A mamona, cientificamente denominada *Ricinus communis* L., é planta da família euphorbiáceas, figura 4.2. No Brasil, conhece-se a mamona sob as denominações de mamoneira, rícino, carrapateira, bafureira, baga e palma-criste; na Inglaterra e Estados Unidos, pelo nome de "castor bean" e "castor seed". O óleo é o mais importante constituinte da semente de mamona. A facilidade de propagação e de adaptação em diferentes condições climáticas propiciou a mamona ser encontrada ou cultivada nas mais variadas regiões do mundo, como no norte dos Estados Unidos da América e Escócia. (Wikipédia

O óleo de mamona possui características químicas que lhe tornam único na natureza: é composto quase exclusivamente (90%) por um único ácido graxo (ácido ricinoléico) que contém uma hidroxila que lhe torna solúvel em álcool a baixa temperatura, muito viscoso e com propriedades físicas especiais.

Os principais consumidores de óleo de mamona são os países desenvolvidos que utilizam este produto como insumo para a indústria química, principalmente Estados Unidos, França, Alemanha e China. Dá-se o nome de

“ricinoquímica” ao ramo da química que usa óleo de mamona como matéria prima. (BRASIL a, 2005)



**FIGURA 4.2-PLANTAÇÃO DE MAMONA**  
**FONTE: INTERNET**

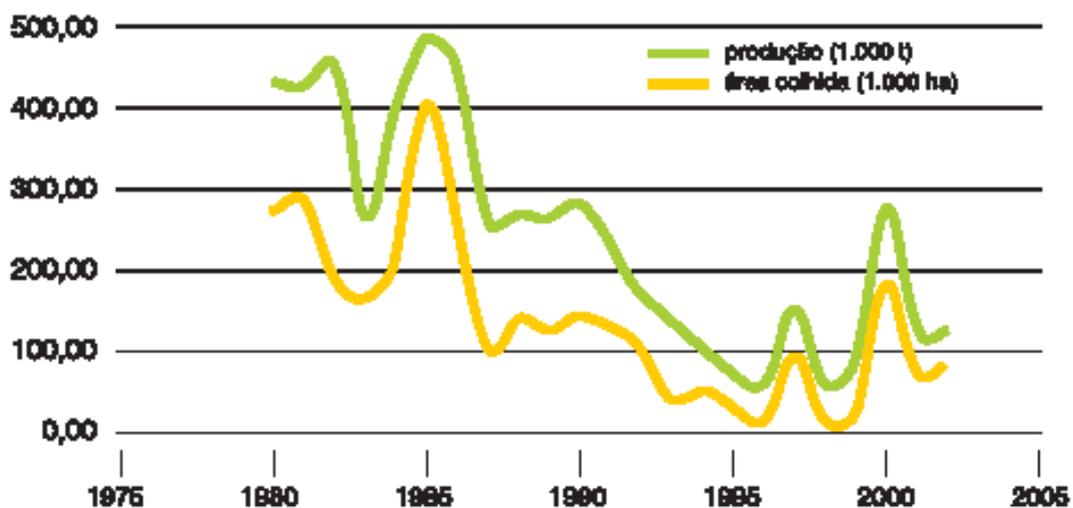
As discussões a respeito do biodiesel, por parte do governo federal, têm procurado priorizar oleaginosas que propiciem maior emprego de mão-de-obra e insira regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento

econômico. Nesse contexto, a cultura da mamona vem despertando maior interesse, tanto por parte do Programa Nacional como do Programa Baiano, à medida que a região do semi-árido nordestino apresenta-se com maior potencial para a implementação dos programas. A mamoneira é uma espécie de oleaginosa cuja produção se estende a quase todas as zonas tropicais e subtropicais (PIRES, 2004).

Souza (2006), comenta que durante anos, o Brasil foi considerado o maior produtor mundial de mamona e exportador do seu óleo. No entanto essa posição vem sendo ocupada atualmente pela Índia, seguida da China, sendo o Brasil o terceiro produtor mundial de mamona. Do total produzido no mundo em 2004, (cerca de 1,2 milhões de toneladas), a participação desses três países foi de 62%, 19% e 11%, respectivamente (FAO, 2005), *apud* Souza (2006). Em nível nacional, a maior produção concentra-se nos estados da Bahia, com 83% de toda produção do país no ano de 2004, Mato Grosso, com cerca de 6%, e o Ceará, com uma participação de 5% (IBGE, 2004).

Segundo a EMBRAPA, a mamoneira é importante devido à sua tolerância à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. No entanto, esta cultura não é exclusiva da região semi-árida, sendo também plantada com excelentes resultados em diversas regiões do país.

O teor de óleo na mamona é cerca de 48%. Considerando estes dados, a produção somente de óleo no Brasil hoje é da ordem de 50 mil toneladas ano. Ela é obtida, na sua maioria, em unidades pequenas de produção agrícola, até 15 ha. Estima-se que existam cerca de 250 mil ha plantados no NE, com produtividades médias inferiores aos 1000 kg/ha de bagas (muitos entre 500 e 800), com ciclo anual. As oscilações de plantio e produção são evidenciadas no gráfico da figura 4.3, (BRASIL I, 2005)



**FIGURA 4.3-ÁREA COLHIDA E PRODUÇÃO DE MAMONA NO BRASIL**  
**FONTE: BRASIL I - 2005**

No mesmo sentido, Parente (2006), relata que um hectare de mamoneira pode gerar até 750 kg de óleo, podendo resultar 800 litros de biodiesel. Se consorciada com o feijão de ciclo curto, dois hectares de lavoura são suficientes para promover a inclusão social de uma família em estado de miséria.

Estimativas da Embrapa indicam que um hectare de lavoura de mamona é capaz de absorver anualmente, pela fotossíntese, cerca de 8 toneladas de gás carbono, devolvendo para a atmosfera, quase 6 toneladas de oxigênio puro, combatendo o danoso efeito estufa.

No nordeste brasileiro há aproximadamente 45 milhões de hectares de terras agronomicamente aptas ao cultivo da mamona (PIRES et al. 2004, *apud* SOUZA 2006). Neste cenário, percebe-se que há disponibilidade de expansão da produção atual via fronteira agrícola. Assim mesmo, existe um déficit na produção atual de óleo de mamona, o que tem obrigado o país a importar o produto (FAO, 2005, *apud* SOUZA, 2006) No cenário atual, a produção de biodiesel a partir dessa matéria-prima, dependerá da ampliação da área plantada para suprir essa nova demanda.

Segundo Freire (2001), *apud* MOREIA, (2005), o Nordeste brasileiro apesar de ser a maior região produtora de mamona do país, apresenta os maiores problemas nesta cultura, devido principalmente, à falta de sementes melhoradas, apresentando assim, uma produtividade abaixo da média da figura 4.3.

Segundo Santos *et al.*(2001), citado por Ponchio (2006), entre os vários motivos que poderiam explicar esta situação, incluem os seguintes:

- Desorganização e inadequação do sistema de produção: uso de sementes impróprias; dificuldade de obtenção e falta de sementes melhoradas; emprego de práticas culturais inadequadas; etc.
- Desorganização do mercado interno: poucos agentes atuam na comercialização e é igualmente restrito o número de compradores.
- Baixos preços pagos aos produtores.
- Problemas com a oferta de crédito e assistência técnica.
- Nos locais de cultivo, ausência de práticas de rotação de culturas.

Para a cultura da mamoneira, segundo Maria (2001), *apud* Moreira (2005), a degradação física do solo é mais relevante do que a degradação química. A degradação física ocorre porque a mamoneira oferece pouca proteção ao solo. A cultura da mamoneira não produz cobertura vegetal densa, devido à arquitetura da planta, ao espaçamento e aos tratos de cultivo utilizados.

O modelo proposto para a produção familiar “assistido” e em assentamentos, devem ser cuidadosamente avaliados nos seus múltiplos aspectos, com ênfase em custos totais e renda, o que procuraremos fazer no capítulo V.

Deve ser também considerado, a alternativa de exportação do óleo para usos não energéticos, em função do alto valor agregado que o óleo refinado possui no mercado internacional.

A produção de mamona sempre esteve atrelada à indústria devido à sua alta especificidade. Ou seja, sem indústria processadora não há produção de mamona. A produção nacional ao longo dos anos vem sofrendo flutuações acentuadas, como podemos observar na figura 4.3. Mesmo quando o Brasil era o maior produtor exportador mundial de derivados da mamona nas décadas de 60, 70 e 80, a produção nunca foi estável. Porém, esta tendência pode acabar com a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira que pode demandar uma profissionalização do setor produtivo e uma oferta mais constante.

O governo brasileiro tornou-se um dos maiores divulgadores e promotores dessa cultura, ao sinalizar que essa deve ser a principal oleaginosa, mesmo que ainda de forma tímida, no processo de substituição do diesel brasileiro. O objetivo prioritário do governo é realizar um programa de grande benefício social, assegurando assim uma contínua fonte de renda para as famílias de regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico do país. A mamona se encaixa nesse programa, pois é um sistema pouco mecanizado, os agricultores utilizam sementes comuns e não usam insumos modernos, como adubos e agrotóxicos.

#### **4.3-PINHÃO MANSO**

O pinhão Manso, de nome científico *Jatropha curcas* L., pertence à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca. É um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida mas pouco resistente. Segundo Araújo (2006), a planta possui raízes curtas e se despoja quase completamente das folhas nos períodos de seca, de modo geral entre junho e outubro. Após as primeiras chuvas, finda-se o repouso vegetativo com o rápido surgimento da brotação.

Ainda Araújo (2006), comenta que se pode obter boa multiplicação das plantas por meio de sementeiras ou por estacas. O ciclo produtivo do Pinhão manso é variável, conforme fizer o plantio por estacas ou por sementes. Os rendimentos de sementes por pé são variáveis conforme as condições edafoclimáticas, regularidade pluviométrica e trato durante o cultivo.

O fruto é capsular ovóide com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm. É trilocular com uma semente em cada cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação. Contém de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca, pesando cada uma de 1,53 a 2,85 g. (SITE: PINHÃO MANSO)

A semente de pinhão, que pesa de 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratos culturais, etc, de 33,7 a 45% de casca e de 55 a 66% de amêndoa. Nessas sementes, segundo a literatura, são encontradas ainda, 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio. Cada semente contém 27,90 a 37,33% de óleo e na amêndoa se encontra de 5,5 a 7% de umidade e 52,54 a 61,72% de óleo. As sementes de pinhão manso enceram de 25 a 40% de óleo inodoro e fácil de extrair por pressão. O óleo do pinhão manso, com peso específico de 0,9094 e poder calorífico superior a 9,350 kcal/kg, é incolor, inodoro, muito fluído, porém deixa precipitar-se a frio e congela-se a alguns graus acima de zero; é solúvel na benzina e seus homólogos, insolúvel no álcool a 96 °C e solúvel em água. Destroi-se a toxidez, aquecido a 100 °C, em solução aquosa com apenas 15 min. de calor. (SITE: PINHÃO MANSO)

Como será tratado no capítulo V deste trabalho, o Pinhão manso, figura 44, está sendo considerado uma opção agrícola para a região nordeste por ser uma espécie nativa, exigente em insolação e com forte resistência a seca. Atualmente, essa espécie está sendo considerada uma planta oleaginosa viável para a obtenção do biodiesel, pois produz, no mínimo, duas toneladas de

óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos.

Relatado no site Pinhão Manso por Purcino e Drummond (1986), o pinhão manso é uma planta produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em Biodiesel. Além de perene e de fácil cultivo, apresenta boa conservação da semente colhida, podendo se tornar grande produtora de matéria prima como fonte opcional de combustível. Para estes autores, esta é uma cultura que pode se desenvolver nas pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível, como acontece com a cultura da mamona, na Bahia, sendo mais uma fonte de renda para as propriedades rurais da Região Nordeste. Além disso, como é uma cultura perene, pode ser utilizado na conservação do solo, pois o cobre com uma camada de matéria seca, reduzindo, dessa forma, a erosão e a perda de água por evaporação, evitando enxurradas e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta.



**FIGURA 4.4 - PINHÃO MANSO**  
**FONTE: WWW.PINHAOMANSO.COM.BR**

É uma planta socialmente correta, pois sua colheita é manual, e temos no Brasil milhões de trabalhadores sem qualificação profissional (Pinhão Manso, 2006).

No Brasil, o pinhão manso ocorre praticamente em todas as regiões, sempre de forma dispersa, adaptando-se em condições edafoclimáticas as mais variáveis, propagando-se sobretudo nos estados do Nordeste, em Goiás e em Minas Gerais. De modo geral, cresce nos terrenos abandonados e não cultivados, não subsistindo porém nos locais de densa vegetação, com a qual dificilmente consegue competir.

Estima-se que a produtividade da cultura alcance índices em torno de 8.000 Kg de sementes por hectare. Segundo o site Pinhão Manso, a produção no primeiro ano pode alcançar até 500 quilos por hectare, dependendo de condições locais, de clima e de solo. No segundo ano a produtividade aumenta para cerca de 1.500 quilos por hectare, passando para aproximadamente 3.000 quilos no terceiro, subindo para cerca de 5.000 a partir do quarto ano.

Não se conhece ainda outro método de colheita do pinhão manso, sem ser o manual. O ponto ideal de colheita é quando o fruto começa a mudar de cor, de verde para amarelo. (AGROLINK, 2006)

O pinhão manso vem-se mostrando viável para o semi-árido também porque uma planta chega a produzir por até 40 anos. O rendimento na produção de óleo situa-se entre 28% e 40% , abaixo da mamona, que pode render algo entre 46% e 50%. Mas a mamona não suporta competição durante os dois primeiros meses de vida e precisa ser renovada a cada dois anos, além de também não suportar altitude. O pinhão manso tem a vantagem de necessitar de pouca água para se desenvolver.

Relatado na Rede Baiana de Biocombustível, o uso do pinhão manso na produção de biodiesel já acontece em países como Índia e Tailândia. Em alguns Estados do país, como Bahia e Minas Gerais, estão sendo

desenvolvidas pesquisas com o arbusto desde 2005. No caso da Embrapa, o pinhão manso vem sendo testado em três campos experimentais em Petrolina (PE), Glória (SE) e Senhor do Bonfim (BA). Nesses pontos estão sendo avaliadas questões como espaçamento entre as árvores, tipos de poda, necessidade hídrica e produtividade em áreas de sequeiro, entre outras.(BRASIL n, 2006)

Seria importante ressaltar que não existe competência instalada para isto, ou seja, parece ser interessante do ponto de vista de futuro, mas não se têm elementos ainda para avaliar custos, ou mesmo se já existe mercado para o óleo ou para a semente.

#### **4.4-DENDÊ OU ÓLEO DE PALMA**

No Brasil, chamada de “palmeira do dendê”, foi introduzida pelos escravos no século XVI.

SOUZA (2006) comenta que o dendê, de nome científico *Elaeis guineensis*, figura 4.6, constitui-se em uma fonte de matéria-prima para o biodiesel devido ao grande percentual de ácidos graxos obtidos a partir do processo de refino.

A palma é um cultivo perene. Começa a produzir frutos a partir de 3 anos, depois de semeada, tem uma vida econômica entre 20 a 30 anos. O rendimento médio da Palma em óleo é de aproximadamente 3,7 ton / hectare, anualmente, podendo chegar até 5 toneladas de óleo, ou seja 10 a 12 cachos de frutos, cada um pesando entre 20 a 30 kgs e cada cacho produz de 1000 a 3000 frutos. O que representa de 5 a 10 vezes mais que qualquer outro cultivo comercial de óleo vegetal (ABOISSA, 2006)

O Brasil possui 86 mil hectares ocupados com o cultivo do dendê, sendo que a grande parte dos plantios estão localizadas nos estados do Pará, Amazonas, Amapá e Bahia, sendo o Pará o maior produtor de óleo de palma do Brasil e onde se concentram mais de 80% da área plantada (Souza, 2006).

Nessa região ocorre maior flutuação em energia solar, temperatura do ar, umidade atmosférica, que é o elemento climático de maior variação espacial e de maior repercussão na produtividade do dendê nesta região.

As sementes germinadas são transferidas para sacos plásticos e crescem em estufa durante no período de 12 a 15 meses antes de serem transferidas para o plantio no campo.

Os cachos de frutos maduros, figura 4.5, são colhidos em intervalos de 7 a 10 dias ao longo da vida econômica da palma. Pela ordem, a maximização da taxa de extração de óleo assegura a qualidade do padrão de colheita seja aplicado. Estes incluem, além da alteração cuidadosa em relação à maturidade dos frutos, até a implementação de colheitas circulares e a colheita dos frutos com a mínima contusão. (BIODIESELBR, 2006).



**FIGURA 4.5 –FRUTO DO DENDÊ**  
**FONTE:ABOISSA**



*Elaeis guineensis* Jacq.

**FIGURA 4.6: DENDEZEIRO**  
**FONTE: WIKIPÉDIA**

O Brasil produz somente cerca de 0,5% do total mundial, embora seja freqüentemente citado como possuidor do maior potencial de áreas com aptidão agrícola do mundo. Como referência, o primeiro produtor, a Malásia, usa 3,3 Milhões ha para produzir 11,2 Milhões de toneladas de óleo, dando um rendimento médio de 3.400 litros / ha.

Em 2002, a produção mundial de óleo de dendê atingiu 25,4 Milhões de toneladas, cinco vezes maior que a de 1980 (SOUZA, 2006).

Estas considerações indicam que o dendê, independente de programas para biocombustíveis, deve merecer atenção especial ao se planejar o desenvolvimento na Amazônia, (BRASIL I, 2005).

Deve ser dada real importância para a ampliação da área plantada de palma na região amazônica e sul da Bahia, com o objetivo de se ampliar o mercado desta oleaginosa no Brasil. Dada às características destas regiões, onde se registram os mais baixos índices socioeconômicos do País, pode representar um fator de desenvolvimento sustentável.

Precisamente nestas regiões, estão reunidas as condições edafo-climáticas ideais para o cultivo do dendê. Na Região Amazônica, por exemplo, existe uma disponibilidade de mais de 4 milhões de hectares de áreas propícias para a prática da dendeicultura, o que poderá transformar o Brasil no maior produtor mundial de óleo de dendê, que hoje representa o 2º óleo vegetal mais comercializado no mundo, depois do óleo de soja.

O Brasil importa mais de 50% do óleo de dendê utilizado nas indústrias, o que representa segundo a SEAGRI (2006), 180 mil ton. de óleo e derivados. A implementação de uma política nacional de valorização do dendê poderá não só levar o País a auto-suficiência como à posição de um dos principais exportadores, contribuindo de forma importante para a dinamização econômica das comunidades rurais onde os projetos se instalarem. (SILVA, 2006)

É importante ressaltar que a dendeicultura pode ser praticada em solos pobres e degradados e é uma atividade intensiva em mão-de-obra. Isso lhe confere a vantagem ambiental de recuperação de áreas degradadas da região Amazônica e de conter o fluxo migratório das populações rurais para os centros urbanos, em busca de oportunidades de trabalho.

A produção de óleo de palma no Brasil é bastante volumosa. Estimou-se uma produção para o ano de 2004 de cerca de 133 mil toneladas, um aumento de 13,7% em relação ao ano anterior (SANTOS, 2006), para a Embrapa (2005 *apud* SOUZA, 2006), apresentam diferentes números para os mesmos dados, 162 mil toneladas no ano de 2004.

Roger Higman, da associação "Amigos da Terra" do Reino Unido, que apóia os biocombustíveis (VERMONTER, 2006), diz:

"Precisamos assegurar que as colheitas usadas para fazer o combustível foram cultivadas de um modo sustentável ou então teremos as florestas úmidas deitadas abaixo para dar lugar a plantações de óleo de palma destinado a fabricar biodiesel".

Souza (2006) comenta que é necessária a realização de análises econômicas como forma de identificar a potencialidade do biodiesel produzido, especificamente no estado da Bahia. Tal intento auxilia na definição de estratégias mais adequadas na tomada de decisão por parte de empresários e investidores do setor.

#### **4.5-GIRASSOL**

O Girassol, de nome científico *Helianthus annuus*, figura 4.7, é uma planta originária das Américas, que foi utilizada como alimento, pelos índios americanos, em mistura com outros vegetais.



**FIGURA 4.7 – FLOR DE GIRASSOL  
FONTE: INTERNET**

No século XVI, o girassol foi levado para a Europa e Ásia, onde era utilizado como uma planta ornamental e como uma hortaliça.

A grande importância da cultura do *girassol* no mundo deve-se à excelente qualidade do óleo comestível que se extrai de sua semente. É um cultivo econômico, rústico e que não requer maquinário especializado. Tem um ciclo vegetativo curto e se adapta perfeitamente a condições de solo e clima pouco favoráveis.

Para seu cultivo correto são necessários os mesmos conhecimentos e maquinários utilizados na cultura de milho, sorgo ou soja.

No começo, durante quase 200 anos, foi cultivado somente como planta ornamental.

Só em princípios do século XVI começou sua utilização como planta oleaginosa, para a extração de azeite, e a verdadeiramente difusão da cultura do girassol na Europa.

O girassol por ter suas raízes do tipo pivotante, promovem uma considerável reciclagem de nutrientes, além da matéria orgânica deixada no solo pela sua morte; as hastes podem originar material para forração acústica e junto com as folhas podem ser ensiladas e promove uma adubação verde.

Elas originam as sementes, que podem ser consumidas pelo homem e pelos animais. Também usado em adubação verde, devido a seu desenvolvimento inicial rápido, à eficiência da planta na reciclagem de nutrientes e por ser um agente protetor de solos contra a erosão e a infestação de invasoras. Por isso é recomendado para rotação de culturas.

A Embrapa Roraima desenvolve estudos com cultivares de girassol desde 2000, e em 2001 iniciou estudos de adubação nitrogenada para a cultura nos Campos Experimentais (Monte Cristo e Água Boa) em Boa Vista. Os resultados de produção obtidos 1,4 a 3,4 ton./ha (média nacional 1,5 ton./ha) e os teores de óleo entre 38 e 55% (2 a 3% acima das demais regiões

produtoras), para os diversos cultivares, abrem perspectivas promissoras ao cultivo do girassol em Roraima.

Experiência feita em São Paulo mostra que biodiesel é viável sem necessidade de adaptação de motores. Tratores e caminhões da Ataliba Leonel, uma fazenda de produção de sementes da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, está usando 100% do biodiesel de girassol em seus motores. Os resultados são, até agora, muito bons. As máquinas apresentam um rendimento 10% maior por litro consumido em relação ao diesel convencional e não há sinais de desgaste além do normal nos equipamentos, segundo os responsáveis (BRASIL o, 2006).

Considerando-se o aproveitamento da torta resultante da prensagem, o custo do biodiesel de girassol chega a ser até 20% menor que o do derivado de petróleo.

O óleo de girassol é obtido da seguinte forma: é extraído numa prensa extratora de óleo, cada quilo de sementes rende de 350 a 450 gramas de óleo (EMBRAPA 2006). A torta que sobra da moagem é um componente de alto teor nutritivo para rações animais. São 24% de pura proteína. E os restos da cultura podem ser utilizados para silagem.

#### **4.6-BABAÇU**

O babaçu, figura 4.8, da família das Palmae, de nome científico *Orbignya speciosa*, (ABOISSA, 2006), destaca-se entre as palmeiras encontradas em território brasileiro pela peculiaridade, graça e beleza da estrutura que lhe é característica: chegando a atingir entre 10 a 20 metros de altura, suas folhas mantêm-se em posição retilínea, pouco voltando-se em direção ao solo; orientando-se para o alto, o que lhe dá uma aparência bastante altiva. Seu tempo de cultivo e maturação para extração é de 7 anos. (BIBLIOTECA VIRTUAL, 2006)

Atualmente, no Brasil, encontram-se vastos babaçuais espalhados ao sul da bacia amazônica, onde a floresta úmida cede lugar à vegetação típica dos cerrados. São os Estados do Maranhão, Piauí e Tocantins que concentram as maiores extensões de matas onde predominam os babaçus, formando, muitas vezes e espontaneamente, agrupamentos homogêneos, bastante densos e escuros, tal a proximidade entre os grandes coqueiros.



**FIGURA 4.8 – AMÊNDOAS DO BABAÇU**  
**FONTE: INTERNET**

O principal produto extraído do babaçu, e que possui valor mercantil e industrial, são as amêndoas contidas em seus frutos. As amêndoas - de 3 a 5 em cada fruto - são extraídas manualmente em um sistema caseiro tradicional e de subsistência. É praticamente o único sustento de grande parte da população interiorana sem terras das regiões onde ocorre o babaçu: apenas no estado do Maranhão, a extração de sua amêndoa envolve o trabalho de mais de 300 mil famílias. Este tipo de trabalho vem gerando discussão, embora seja uma grande fonte de trabalho para os moradores da região, muitas crianças estão sendo usadas para este tipo de trabalho, demonstrado na Figura 4.9.



**FIGURA 4.9-CRIANÇAS E AS AMÊNDOAS DO BABAÇU  
FONTE ABOISSA - 2006**

Houve várias tentativas de se industrializar a extração das amêndoas mas ainda assim a quebra delas tem sido feita da mesma maneira, isto é, sobre o fio de um machado preso pelas pernas da quebradeira, fica equilibrado o coco do babaçu, depois de ser batido com muita força e por inúmeras vezes, com um pedaço de pau e finalmente, o coco parte-se ao meio, deixando aparecer suas preciosas amêndoas (ABOISSA, 2006)

Com o implemento do biodiesel, este modo de obtenção das amêndoas deveria ser repensado para uma melhor segurança das “quebradeiras”.

Relatado na BIBLIOTECA VIRTUAL (2006), de maneira geral, praticamente todas as palmeiras em especial o dendê, o buriti e o babaçu concentram altos teores de matérias graxas, ou seja, gorduras de aplicação alimentícia ou industrial. Assim, o principal destinatário das amêndoas do babaçu são as indústrias locais de esmagamento, produtoras de óleo cru. Constituindo cerca de 65% do peso da amêndoa, esse óleo é subproduto para a fabricação de sabão, glicerina e óleo comestível, mais tarde transformado em margarina, e de uma torta utilizada na produção de ração animal e de óleo comestível.

Apesar de demorar em atingir a maturidade e começar a frutificar, em torno de sete anos, também como acontece com a maioria das palmeiras, ele proporciona uma série de outros subprodutos. Especialmente nas economias de subsistência e em regiões de pobreza:

Suas folhas servem de matéria-prima para a fabricação de utilitários: cestos de vários tamanhos e funções, abanos, peneiras, esteiras, cercas, janelas, portas, armadilhas, gaiolas, etc. - e como matéria-prima fundamental na armação e cobertura de casas e abrigos. Durante a seca, essas mesmas folhas servem de alimento para a criação (ABOISSA, 2006).

As amêndoas verdes, recém-extraídas, raladas e espremidas com um pouco de água em um pano fino fornecem um leite de propriedades nutritivas semelhantes às do leite humano, segundo pesquisas do Instituto de Recursos Naturais do Maranhão.

Outros produtos de aplicação industrial podem ser derivados da casca do coco do babaçu, tais como etanol, metanol, coque, carvão ativado, gases combustíveis, ácido acético e alcatrão.

No Amazonas, alguns projetos estaduais estão sendo desenvolvidos para a utilização do óleo de babaçu para a produção de biodiesel. Um deles pesquisa a viabilidade do uso de plantas oleaginosas nativas para produção do biocombustível como o tucumã, urucuri, murumuru e babaçu. Os pesquisadores da Universidade Federal do Amazonas e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) trabalham na análise e caracterização do óleo, com o objetivo de realizar posteriormente testes em motores. O objetivo é levar energia e meios de auto-sustentação para comunidades isoladas, através de motores estacionários. Apesar de tantas e tão variadas utilidades, por sua ocorrência não controlada do ponto de vista econômico e agrícola, o babaçu continua a ser tratado como um recurso marginal, permanecendo apenas como parte integrante dos sistemas tradicionais e de subsistência (ABOISSA, 2006).

#### 4.7-COLZA / CANOLA

A conola, de nome científico *Brassica napus*, constitui quase a única fonte de óleo utilizado para a produção de biodiesel na Europa. Produtividade situada entre 400 – 800 kg de óleo por hectare, tem sido considerada satisfatória para as condições europeias. O agronegócio da colza envolve a produção e comercialização do farelo, rico em proteínas, que corresponde a mais de 1.000 kg por hectares, e ademais, a sua lavoura promove uma excelente adubação natural do solo. A colza, figura 4.10, pode ser cultivada no Brasil, a exemplo das culturas temporárias, através de uma agricultura totalmente mecanizada.



**FIGURA 4.10- CAMPO PLANTADO COM COLZA**  
**FONTE : INTERNET**

## **Capítulo V – Discussões Sobre o Biodiesel**

### **5.1- Discussões Sobre o Programa do Biodiesel**

#### **5.1.1-Benefícios Ambientais do Biodiesel**

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo tem um significativo impacto na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar, as mudanças climáticas, os derramamentos de óleo e a geração de resíduos tóxicos são resultados da extração, processamento, transporte e uso e desses combustíveis.

A poluição do ar das grandes cidades é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. Nos Estados Unidos, os combustíveis consumidos por automóveis e caminhões são responsáveis pela emissão de 67% do monóxido de carbono - CO, 41% dos óxidos de nitrogênio - NO<sub>x</sub>, 51% dos gases orgânicos reativos, 23% dos materiais particulados e 5% do dióxido de enxofre - SO<sub>2</sub> (BRASIL c, 2006). Além disso, o setor de transportes também é responsável por quase 30% das emissões de dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>, um dos principais responsáveis pelo aquecimento global. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado cerca de 0,4% anualmente (BRASIL a, 2005)

Mudanças climáticas já podem ser percebidas, provavelmente em função do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. O ano de 2005 foi o mais quente desde 1880, quando se iniciaram os registros de temperatura.

A concentração de carbono na atmosfera, que antes da revolução industrial era de 280 ppm, já atingiu 378,9 partes por milhão (ppm). Uma tendência observada nos meios acadêmicos americanos são as investigações que tentam demonstrar que as florestas e oceanos, que funcionam como sumidouros ou depósitos de gás carbônico, retirando o seu excesso da

atmosfera, estão perdendo essa capacidade, por saturação do sistema. (GREENPEACE, 2006)

Entre 2002 e 2003, a taxa de acumulação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera da Terra aumentou acentuadamente, levantando entre os cientistas o temor de que os efeitos do aquecimento global possam se manifestar mais rapidamente do que o esperado. Os níveis de CO<sub>2</sub> aumentaram mais de 2 ppm ao longo dos biênios 2001/2002 e 2002/2003. Nos anos anteriores, essa taxa de crescimento havia sido de 1,5 ppm, o que já era um fator elevado (BRASIL O, 2006)

No Brasil a situação não é diferente, as recentes secas severas na Amazônia, um furacão inédito no Atlântico sul, estiagens e aumento de temperaturas no sul e o avanço da desertificação no semi-árido mostram que o país já é vítima das mudanças climáticas. (GREENPEACE, 2006)

A substituição do diesel mineral pelo vegetal representa uma redução significativa na emissão de gases poluentes. Por ser um combustível derivado de biomassa, o biodiesel tem a vantagem de estabelecer um ciclo fechado de carbono. Durante a etapa agrária do processo de produção, a cultura absorve o dióxido de carbono liberado durante sua combustão.

Segundo Ferrari (2004) o combustível biodiesel possui algumas características que representam vantagem sobre os combustíveis derivados do petróleo, tais como: livre de enxofre e de compostos aromáticos, alto número de cetano, teor médio de oxigênio, maior ponto de fulgor, menor emissão de partículas, HC, CO e CO<sub>2</sub>, caráter não tóxico e biodegradável, além de ser proveniente de fontes renováveis

A utilização de biodiesel como combustível vem apresentando um potencial promissor no mundo inteiro, sendo um mercado que cresce aceleradamente devido, em primeiro lugar, à sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos. Em segundo lugar,

como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo.(MASJUK, 1995 *apud* FERRARI, 2004)

O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono, no qual o CO<sub>2</sub> é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor. Um estudo conjunto do Departamento de Energia e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos mostra que o biodiesel reduz em 78% as emissões líquidas de CO<sub>2</sub> e as principais emissões locais associadas ao diesel como de PM, CO, HC e SO<sub>x</sub>, exceto dos NO<sub>x</sub> (+2 a 4%, com B20). É não-tóxico e biodegradável. São características muito importantes para centros urbanos no Brasil.(BRASIL c, 2006)

Com relação às emissões de GEE, resultados para biodiesel puro (B100) indicam reduções de 40 a 60% das emissões correspondentes ao diesel com colza da Europa. Estes valores entretanto dependem muito da matéria-prima e do tratamento dado aos subprodutos.(BIODIESEL, 2006).

### **5.1.2-BIODIESEL NO TRANSPORTE URBANO**

Segundo a Associação Nacional de Empresas de Transporte Urbano (NTU, 2005), no Brasil, os sistemas de transporte coletivo urbano atendem 59 milhões de passageiros diariamente, ou cerca de 60 % dos deslocamentos mecanizados. Cerca de 90 % desta demanda é atendida por via rodoviária, através de uma frota de 95.000 ônibus, aproximadamente, nas 437 cidades com mais de 60.000 habitantes. O setor movimenta cerca de 1 % do PIB e emprega 500.000 pessoas. A quase totalidade dos veículos utiliza óleo diesel como combustível.

Segundo Aranda (2006), é crescente a preocupação com as emissões automotivas e seus efeitos sobre o meio ambiente e saúde humana, principalmente nos grandes centros urbanos. Estimativas elaboradas a partir de dados da região metropolitana de São Paulo, apontam que os veículos diesel respondem por 32 % das emissões veiculares de poluentes como

hidrocarbonetos (HC), 25 % das de monóxido de carbono (CO), 32 % das emissões de particulados e 48 % de óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>).

Ainda Aranda (2006) diz que o uso de misturas biodiesel/diesel tem como efeitos, a redução das emissões de CO, hidrocarbonetos e particulados. As emissões de SO<sub>x</sub> pelo biodiesel puro (B100) são desprezíveis, e no caso de misturas diesel / biodiesel a redução se dá de forma quase proporcional à participação do biodiesel na mistura. Pode existir, entretanto, o efeito colateral do aumento das emissões de NO<sub>x</sub>. Contudo, vários estudos apontam que com o uso de misturas de cerca de 20 % de biodiesel e 80 % de diesel de petróleo (B20), é possível obter o melhor *trade-off* entre a redução de emissões de particulados - de 47 %, em média, para o biodiesel puro - e um eventual aumento de emissões de NO<sub>x</sub>, de até 8 %, com o B100.

Estudos com o uso de biodiesel de óleo de fritura residual foram realizados na cidade de Curitiba por Costa Neto (2000), em ônibus cedido pela Prefeitura Municipal através da Companhia de Urbanização (URBS). O biodiesel (ésteres metílicos) foi produzido na Empresa Filtroil (Campina Grande do Sul, Paraná) em parceria com o UFPR/CEFET-PR e utilizado em ônibus da marca “Mercedes Benz” com motor 355 turbinado e potência de 238 CV.

O ônibus percorreu o total de 915 km em condições normais de trabalho, utilizando 20% de biodiesel e 80% de diesel convencional. O teste realizado apresentou desempenho normal do motor, exceto por um leve odor de óleo de frituras expelido pelo escapamento. A média de consumo de biocombustível (2,1 km/L) esteve na faixa de normalidade para veículos desse porte, que normalmente utilizam óleo diesel puro. A maior diferença verificou-se com relação à emissão de fumaça, cuja redução média foi 41,5%.

Como conclusão do trabalho de Costa Neto (2000), foi relatado que “a significativa redução de fumaça, obtida em teste com biodiesel de óleo usado, demonstrou que vale a pena reutilizar o óleo descartado de frituras para a produção desse combustível. Com isso, fica identificado um destino mais adequado a este resíduo agro-industrial que, no Brasil, é desprezado e/ou

parcialmente aproveitado de maneira muitas vezes inadequada. Finalmente, é importante ressaltar que um programa de substituição parcial de óleo diesel por biodiesel de óleo de fritura dependeria da criação de um eficiente sistema de coleta de óleos usados, o que certamente encontra-se distante da realidade da cidade de Curitiba” (COSTA NETO, 2000).

Um projeto apresentado pelo autor deste trabalho em 2004, no ROTARY CLUB DE AMERICANA, buscava solucionar o problema da coleta seletiva de óleo residual de fritura da cidade de Americana e região, dando destinação final da coleta do óleo, à produção de biodiesel.

Este projeto consistia em montar uma rede de coleta de óleo residual de fritura, através de escolas públicas da região. Esta rede teria como objetivo principal a educação dos alunos quanto à necessidade de cuidados com o meio ambiente, reutilizando um material coletado, que teria como destino o esgoto da cidade, trazendo prejuízos ambientais, econômicos e de saúde coletiva.

A produção de biodiesel seria feita em uma planta experimental em uma associação de bairro já existente. O biodiesel produzido pela comunidade, seria vendido para a prefeitura, para utilização nos caminhões de lixo, transporte escolar, bem como nas máquinas de manutenção da cidade como retro-escavadeiras e máquinas de terraplenagens. O lucro obtido com a venda do biodiesel, seria utilizado para o desenvolvimento comunitário da referida associação.

Este projeto se encontra hoje em fase de implantação, através de uma ação que está sendo realizada pelos Rotarys Clubs da região da cidade de Americana, que já está organizando a rede de coleta de óleo, com o apoio da prefeitura municipal, como primeiro passo para o desenvolvimento da produção de biodiesel (ZANCO, 2006).

Paralelamente a este projeto, o vereador Sacilotto, protocolou uma lei que regulamenta o uso do biodiesel na cidade de Americana, tornando-a

como pioneira na regulamentação e aprovação da lei municipal nº 4.272, publicada no dia 13 de dezembro, que representa uma alternativa de combustível na região.

Sacilotto (2006), propôs que a partir de 1º de julho de 2006, todos os ônibus utilizados no transporte coletivo urbano do município deveriam misturar ao diesel o percentual mínimo de 2% de biodiesel, adiantando assim, para os ônibus urbanos a obrigatoriedade prevista apenas para 2008.

O projeto de lei na época foi parabenizado pelo Ministério do Meio Ambiente, uma vez que a proposta em reduzir a quantidade de diesel utilizado nos motores, diminui por consequência, a quantidade de gases poluentes lançados na atmosfera (gás carbônico e enxofre).

## **5.2-DISSCUSSÃO ECONÔMICA DO BIODIESEL**

Conforme já relatado neste trabalho anteriormente, o Brasil apresenta expressiva participação das fontes renováveis de energia, tendo grandes vantagens em relação aos países desenvolvidos.

Hoje já existe a liderança na produção do álcool, tanto em tecnologia com em volume de produção. Esta posição foi conquistada através de 30 anos de investimento da iniciativa privada e apoio do governo federal, através de normativas e incentivo fiscal.

O Brasil deve buscar se posicionar para conquistar também a liderança na produção do biodiesel. O mundo todo se prepara para produzi-lo, no entanto, o Brasil possui enormes vantagens competitivas, como a disponibilidade de terra agriculturável, recursos hídricos, clima favorável, entre outras. Para que essas vantagens se tornem efetivas, é preciso investimento e uma gestão competente e responsável (RIBEIRO, 2006).

Os investimentos em biodiesel estão crescendo no Brasil e já ultrapassam US\$ 1,5 bilhão. Levantamento mostra que esses investimentos somam US\$ 1,68 bilhão. Em 2006, havia dez plantas de biodiesel em operação

no país e também 42 usinas em construção para começar a produzir em 2007. As dez unidades em operação tinham capacidade nominal conjunta para 100 milhões de litros. A oferta nacional para atender à mistura de 2% é calculada em 800 milhões de litros. Estima-se que as 42 unidades em construção, somadas as dez em operação, terão capacidade para 1,5 bilhão de litros/ano (MAGALHÃES, 2006). Existe uma certa dificuldade em prever com exatidão a capacidade produtiva do biodiesel no Brasil, em função de ser um setor da economia em amplo desenvolvimento. A ANP, em uma visão mais conservadora, prevê para 2007 uma capacidade produtiva de pouco mais de 1,1 bilhão de litros, conforme pode ser visto na tabela 5.1.

O Brasil ainda é um importador de óleo diesel, cerca de 2,9 bilhões de litros no ano de 2005 (BRASIL h, 2006), o que representou uma despesa na balança de pagamentos de pouco mais de 1 bilhão de dólares. Além da perspectiva de auto-suficiência em diesel, o Brasil é apontado por especialistas do mundo todo como o país com potencial para se tornar o principal exportador de biodiesel. Cálculos da agência americana de energia renovável apontam que os Estados Unidos tem um mercado potencial para os combustíveis limpos de US\$ 6 bilhões. Na Europa, a consultoria Frost & Sullivan prevê vendas de US\$ 2,4 bilhões até 2007. (PETROBIO, 2006)

No Brasil, o biodiesel pode ser um importante produto para exportação e para a independência energética nacional, associada à geração de emprego e renda nas regiões mais carentes, uma vez que os custos de produção do biodiesel estão se tornando cada vez mais competitivos com o petróleo. No gráfico da figura 5.1, pode ser observada a relação competitiva entre o biodiesel e o petróleo.

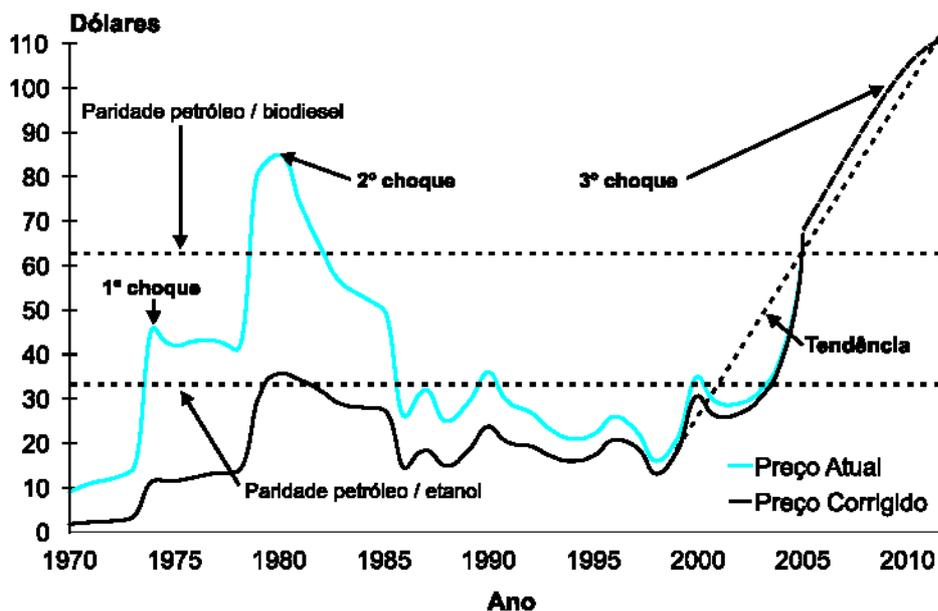


FIGURA 5.1- PREÇO INTERNACIONAL DO BARRIL DE PETRÓLEO ATRAVÉS DOS ANOS.

FONTE: BRASIL o, 2006

Em 2006, existia um diferencial de custo de produção ainda com uma paridade muito estreita entre o biodiesel e o diesel fóssil, como ilustra a figura 5.2.

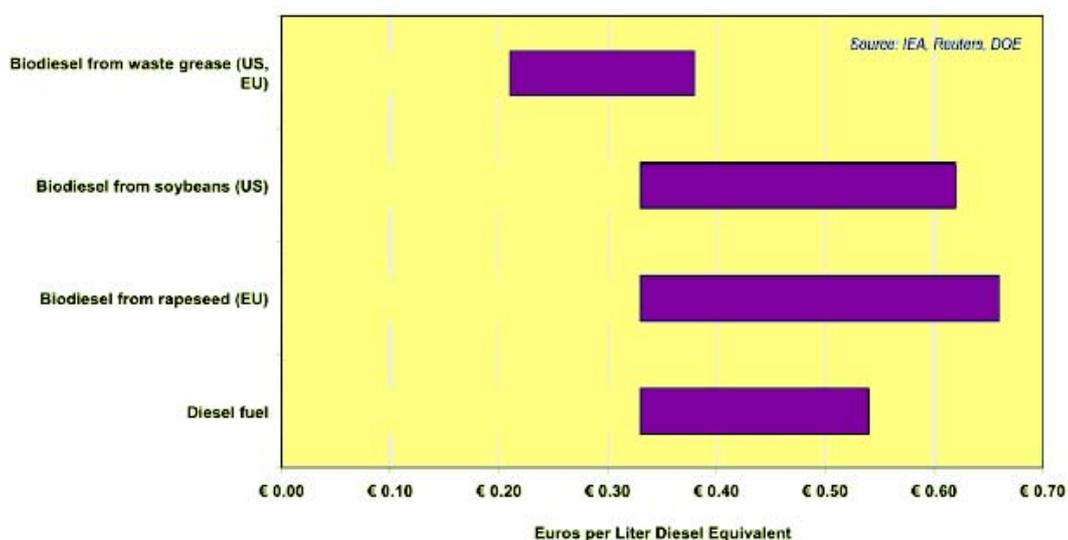


FIGURA 5.2-CUSTO DE PRODUÇÃO DO DIESEL EM COMPARAÇÃO COM O BODIESEL DE DIFERENTES FONTES DE MATÉRIAS PRIMAS

FONTE: WWI,2006

Em 2010, pode ser estimada uma vantagem do biodiesel em relação ao diesel fóssil, conforme ilustra a figura 5.3



**FIGURA 5.3- PREVISÃO DE CUSTO DO BODIESEL EM 2010**  
**FONTE: WWI, 2006**

Em 2006 existiam na Europa mais de 40 usinas produzindo, no total, cerca de 2 milhões de toneladas anualmente. Estas usinas estão localizadas principalmente na Alemanha, França e Itália.

Para a Europa, o aumento do uso do biodiesel representa um importante passo para que as metas de redução de emissão de gases de efeito estufa, acordados no protocolo de Kyoto, sejam atingidas. Foi estipulado que até 2010, 7% do total de combustível utilizado na União Europeia será de biocombustíveis, com grandes chances de passar para 20% até 2020. (Chiaranda, 2005)

Estima-se que por conta do aumento populacional, do aumento da renda média e distribuída, com conseqüente incremento da motorização, poderá, nas próximas décadas, se intensificar o uso da energia em transporte. Este incremento energético neste setor, pode representar cerca de 40% do consumo de energia mundial (RIBEIRO, 2006). Para o período de 2000 a 2030, o WBCSD (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento

Sustentável) projeta um crescimento médio anual da energia gasta em transporte de 0,9% para Europa, 1,2% para América do Norte, 2,9% para América Latina, 3,6% para Índia e 4,2% para China.(RIBEIRO, 2006)

Em 2002, na Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, na África do Sul, a proposta da delegação brasileira foi de que “em 2010, a participação de fontes renováveis seja de 10% nas matrizes energéticas dos países” (BRASIL o, 2006).

Considerando que muitos países desenvolvidos, consumidores de biodiesel já se encontram no limite da sua produção agrícola, é uma grande oportunidade para o Brasil se posicionar como líder neste mercado (WWI 2006). Na Embrapa, a perspectiva é que o Brasil possa se tornar fornecedor de 60% da demanda de biodiesel global. (PETROBIO, 2006)

A capacidade produtiva instalada no Brasil hoje, segundo a ANP, é cerca de 700 milhões de litros e a estimada para 2007 é aproximadamente 1,1 bilhões de litros ano, conforme a tabela 5.1

**TABELA 5.1-PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BIODIESEL**

Tipo de empreendimento	Capacidade Produtiva Estimada, (milhões de litros)	
	2006	2007
Produtores instalados e em operação (5)	48,10	48,10
Produtores instalados e sem regulamentação (14)	125,60	125,60
Ampliação de produtores já instalados(5)	146,80	146,80
Projetos em elaboração (16)	380,00	811,00
Total (milhões de litros)	700,50	1.131,50

**FONTE: ANP  
CENÁRIO –POTENCIAL DO CONSUMO DE BIODIESEL DOS GRANDES PAÍSES ATÉ 2010**

TABELA 5.2 - POTENCIAL MERCADO INTERNACIONAL DE BIODIESEL

Grandes Países Consumidores de Diesel	Consumo de Biodiesel (bilhões de litros)	
	B5,75 - 2010	B20 -Após 2010
Alemanha	4,4	15,3
Canadá	1,8	6,3
Estados Unidos	14,8	51,5
França	3,3	11,5
Itália	2,1	7,3
Reino Unido + Irlanda	1,9	6,6
Japão	4,4	15,3
<b>Total</b>	<b>32,7</b>	<b>113,8</b>

Fonte: VECCHIO, 2005

A previsão de consumo mundial considerando o B5, segundo a tabela 5.2 é de 32,7 bilhões de litro ano. Para o Brasil se tornar fornecedor de 60% do biodiesel consumido no mundo em 2010, será necessário a produção de 16 bilhões de litros / ano, sem considerar os 2 bilhões necessários para fazer frente ao programa do Brasil

Neste sentido, uma análise mais criteriosa deve ser feita no intuito de dimensionar a área de incremento para o fornecimento do óleo vegetal como matéria prima do biodiesel, para que não ocorra competição com outras culturas

Como já mencionado anteriormente, de acordo com a Embrapa, existem aproximadamente 100 milhões de hectares aptos à expansão da agricultura de espécies de ciclo anual. Adicionalmente, estima-se uma liberação potencial de área equivalente a 20 milhões de hectares, proveniente da elevação do nível tecnológico na pecuária, com maior lotação por hectare, o que tornaria disponíveis áreas atualmente ocupadas por pastagens para outros cultivos.

Na Região Amazônica, existe uma disponibilidade de mais de 4 milhões de hectares de áreas desmatadas propícias para a prática da dendeicultura, que é a fonte de óleo vegetal de maior rendimento por hectare.

Com base em estudos de fontes de matérias-primas no capítulo IV, pode ser elaborado um cenário de cultivo e produção de óleo vegetal para produção do biodiesel, respeitando em cada região produtora suas características climáticas e o potencial de produção de cada uma delas (figura 5.4), no intuito de dimensionar a expectativa tanto para o fornecimento das metas do governo, quanto para a perspectiva de exportação da Embrapa, que é de 60% do biodiesel que o mundo consumirá em 2010, relatado acima.

Partindo da proposta de zoneamento para a produção de oleaginosas apresentada na figura 5.4 (MOERI, 2005), e de algumas considerações e hipóteses, apresentadas em um artigo apresentado por Pascote (2006), (ANEXO 4) na conferencia Internacional de Agroenergia em Londrina, foi construído um cenário possível para a expansão da área plantada de diferentes lavouras de oleaginosas, que é apresentado na tabela 5.3

**TABELA 5.3- PREVISÃO DE ÁREA PLANTADA X PRODUÇÃO DE BIODIESEL PARA 2010**

Oleaginosa	2007		2010	
	óleo em 10 <sup>6</sup> litros	Área ha X 10 <sup>3</sup>	óleo em 10 <sup>6</sup> litros	Área ha X 10 <sup>3</sup>
Soja*	3.000	7.500	6000	15.000
Dendê	160	86	6000	1.200
Mamona	50	250	250	500
Pinhão manso	0	0	5500	1.100
Outras Fontes	0	0	250	500
Total	3.210	7.836	18.000	18.300

**\*FOI CONSIDERADA A ÁREA PLANTADA SOMENTE PARA A PRODUÇÃO DO BIODIESEL**

**FONTE – ELABORAÇÃO DO AUTOR**

Atlas do Biodiesel - Potencialidade brasileira para produção e consumo de combustíveis vegetais  
 Biodiesel Atlas - Brazil's potential for production and consumption of vegetable fuel



FIGURA 5.4- O ATLAS DO BIODIESEL NO BRASIL  
 FONTE: MOERI -2005

### **5.2.1-As Potencialidades Regionais da Matéria-Prima Para o Biodiesel**

A região Amazônica, compreendendo os estados do Amazonas e Pará, e parte dos estados circunvizinhos, onde predomina a floresta amazônica, com clima úmido equatorial, não possui vocação para as culturas temporárias, uma vez que o solo fértil é de pequena profundidade, e a elevada taxa pluviométrica ocasiona excessiva erosão, entre outros danos.

No entanto, a Amazônia tem apresentado excelentes resultados na produção de oleaginosas de palmeiras de dendê, das quais o dendezeiro se apresenta como excelente opção, com produtividades que atingem a 5.000kg de óleo por hectare por ano. Embora esta planta demore em torno de 3 anos para iniciar sua produção, ela apresenta a vantagem de produzir por 30 anos.

Existem outras espécies de oleaginosas que poderiam abastecer pequenas comunidades com energia elétrica através de geradores ou o próprio abastecimento de biodiesel no transporte, já que para tais localidades remotas é excessivamente elevado o custo logístico do óleo diesel das refinarias. No caso da região pré-amazônica, que compreende os estados do Maranhão e Tocantins e parte dos estados do Piauí, Goiás e Mato Grosso, existem palmeiras nativas que permitem a extração do óleo, como no caso das imensas florestas de babaçuais no Maranhão, que representa algo em torno de 17 milhões de hectares. Em função da imensidão da floresta de babaçu, com um potencial de produção de coco superior a 40 milhões de toneladas anuais, equivalendo a 17 milhões toneladas anuais de óleo, capaz de produzir 15 bilhões de litros anuais de biodiesel. Poderia ser considerado ainda a cultura consorciada do babaçu com amendoim, girassol, mamona e outras oleaginosas (PARENTE, 2003)

No nordeste, o semi-árido abrange quase todos os territórios dos estados da região, incluindo-se o norte de Minas Gerais. São regiões que convivem com as secas periódicas, e em consequência, possuem grandes contingentes de população rural em condições de vida miseráveis.

A irrigação tem demonstrado ser o caminho para uma agricultura segura e produtiva no semi-árido nordestino, porém, em razão de vários fatores, incluindo -se o econômico, este artifício se presta mais às culturas mais nobres, como a fruticultura, a horticultura e a floricultura, cujos resultados têm sido por demais satisfatórios.

As culturas energéticas, para o programa do biodiesel, têm que se basear em lavoura de sequeiro, isto é, sem irrigação. Entre as possibilidades propostas a mamona e o algodão se apresentam como viáveis, uma vez que tais culturas podem conviver com o regime pluviométrico do semi-árido (PARENTE, 2003)

Especificamente, tendo como objetivo a produção de óleo, a ricinocultura parece constituir o verdadeiro caminho e vocação para o semi-árido, pelas razões já apresentadas no capítulo IV.

Para todos os estados que compõem o cone sul brasileiro, quais sejam, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a vocação agrícola incide sobre as culturas temporárias, mecanizáveis, especialmente a soja ou o amendoim, sendo esta última, mais apropriada para a produção energética, pois apresenta um teor de óleo superior a 45%, enquanto a soja situa-se em 18%.

O girassol, direta ou indiretamente, poderá contribuir substantivamente para o programa energético, pela sua extraordinária produtividade e resistência às estiagens, atualmente freqüentes na região.

No cenário apresentado na tabela 5.3, é proposta uma variedade possível de cultivos, considerando o potencial de produção de cada oleaginosa em sua região, com o objetivo de dimensionar o uso da terra para produzir biodiesel, de acordo com a expectativa da Embrapa de atender a 60% do mercado mundial. Esta tabela contempla 2 cenários o de 2007 e 2010.

Para desenvolvimento do cenário da previsão da tabela 5.3, foi considerado que a soja, em função de ter já a cadeia produtiva bem desenvolvida no Brasil, foi dada a ela, o maior volume de fornecimento de óleo, para não comprometer o Programa do Biodiesel, sendo a expansão da área plantada, preferencialmente em pastagens para não haver a derrubada de florestas. O dendê, entra como forte opção de reflorestamento e plantio na região Amazônica. Para mamona, foi estabelecido que sua produção voltará ao patamar anterior, quando a área produzida chegou a  $500 \times 10^3$  ha, conforme a figura 4.1 do capítulo IV, deste trabalho. Para o pinhão manso, foi considerado que pelas tendências atuais, os agricultores estão considerando mais esta oleaginosa, do que a mamona para o Nordeste, sendo assim foi estimada a área de plantio desta nova oleaginosa, pouco mais que o dobro da mamona. Existem as oportunidades de outras fontes de óleo, onde entra o girassol, que pode ser uma grande promessa.

### **5.2.2 Discussão do Valor do Biodiesel.**

Segundo estudo do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq), o custo de produção do biodiesel varia de R\$ 0,90 por litro a R\$ 2,21, dependendo da matéria-prima e da região onde é produzido. Os custos mais altos concentram-se no Sudeste (VALOR ON LINE).

Como regra geral, pode ser estabelecido que 100 kg de óleo reagem com 10 kg de álcool gerando 100 kg de biodiesel e 10 kg de glicerina (WUST, 2004). Esta glicerina deverá fazer parte da receita do processo de produção do biodiesel. Estão sendo pesquisados vários aplicativos para a glicerina, em função da oferta que resultará do aumento de produção do biodiesel.

A Petrobrás através de leilões, determina o preço de compra do biodiesel. Este sistema tem trazido alguns problemas para as empresas fornecedoras. O biodiesel é vendido para a Petrobrás a preço fixo durante um ano e meio. Neste período as empresas têm que comprar óleo, geralmente de soja, a preço de mercado. Este sistema, gera certa insegurança quanto ao

preço de produção do biodiesel, em função da grande oscilação do preço do óleo vegetal.

As empresas do Sudeste estão tendo dificuldade para competir com as do Nordeste, em função do selo social, no caso, as que produzem biodiesel a partir da mamona com agricultores familiares e têm redução tributária. Este processo de compra instituído pela Petrobrás, fez o preço médio do biodiesel cair 8,3%, de R\$ 1,91 para R\$ 1,73, desde o ultimo leilão (ANP)

### **5.3-OS LIMITES DO DESENVOLVIMENTO DA BIOENERGIA NO BRASIL**

Com a busca frenética por fontes de energias alternativas ao petróleo e a necessidade de redução das emissões de gases estufa, conforme tratado no protocolo de Kyoto, o mercado de biocombustíveis tende a se tornar um grande negócio.

Apesar da grande oportunidade que isto representa para o Brasil, existe a preocupação em estabelecer-se limites quantitativos da expansão do setor bioenergético no país. O biocombustível chamado de combustível verde e ecologicamente correto, corre o risco de se transformar no grande vilão do desmatamento. Relatado no boletim nº 109 do WRM, que é um movimento mundial pelos bosques tropicais, diz que entre 1990 e 2002, a área de dendezeiro plantada no mundo, aumentou em 43%. A maior parte deste crescimento ocorreu na Indonésia e Malásia. Entre 1985 e 2000, as plantações de dendezeiro foram responsáveis por 87% do desmatamento da Malásia e há planos para ocupar 6 milhões de hectares a mais de florestas. Em Sumatra e Bornéu, cerca de 4 milhões de hectares de florestas foram transformadas em terra de cultura de dendezeiros. Na Indonésia, foram despojados de suas terras milhares de indígenas e os trabalhadores indonésios das plantações sofrem o rigor das condições de trabalho e a brutal repressão sindical (WRM, 2007).

A indústria da bioenergia, se não for bem direcionada por normativas que impeçam o avanço sobre os ecossistemas naturais (floresta Amazônica,

Pantanal, Cerrado, etc) poderá trazer grandes riscos de catástrofes ambientais em troca de um combustível “ecologicamente correto”.

O desmatamento e as queimadas da floresta amazônica para expansão da área plantada com soja e pastagens, são significativas fontes globais de emissão de vários gases de efeito estufa, tais como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (metano) e N<sub>2</sub>O (óxido nitroso). Também contribuem com emissões significativas de CO (monóxido de carbono), NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio), compostos orgânicos voláteis e dezenas de outros gases. (OLIVEIRA, 2004)

A expansão de fronteira agrícola, através da derrubada de florestas durante os últimos 140 anos, levou a uma liberação líquida de 121 Gt de carbono para a atmosfera. O Brasil é o maior responsável pela emissão de gases de efeito estufa, no aspecto de mudança no uso da terra. A maior parte dos desmatamentos ocorridos na Amazônia Legal, é devido à conversão da floresta em pastagens (MACHADO, 2005).

A Amazônia perdeu em função das queimas feitas com o objetivo de abertura de fronteira agrícola mais de 7 milhões de há, somente entre 2002 e 2005, mas ela é ainda um surpreendente regulador atmosférico, e tem papel protagonista no estabelecimento do regime de precipitação de chuva em toda a América do Sul e até em outros continentes.

A região armazena mais de cem gigatoneladas de carbono em vegetação e solos. Durante os últimos 30 anos, entretanto, o desenvolvimento rápido levou ao desflorestamento de mais de 55 milhões de ha, só no Brasil. As taxas correntes de desflorestamento anual estão entre 1,5 a 2 milhões de ha no Brasil (NOBRE, 2002). Se estas áreas, que foram desmatadas, fossem cultivadas com palma de dendê, para extração do óleo vegetal, daria uma produção de cerca de 8 bilhões de litros / ano, 4 vezes a necessidade da adição de biodiesel estabelecida pelo governo federal, para 2013

Se todo o carbono armazenado na Amazônia fosse para a atmosfera, haveria um aumento de 15% a 17% na concentração global dos gases de efeito estufa. Caso o ritmo de desmatamento e de aquecimento global existente hoje continuar, poderemos ter na Amazônia um cenário de temperaturas de 2º C a 3º C mais quentes e uma redução da chuva entre 10% e 20%. Como consequência destas queimadas e emissões de CO<sub>2</sub>, 6 milhões de km<sup>2</sup> de floresta podem se transformar em savanas, nos próximos 100 anos, uma vegetação mais seca e mais pobre em biodiversidade. (NOBRE, 2004, *apud* GREENPEACE, 2006)

No Brasil hoje, investir em biocombustíveis ecologicamente corretos, sem a devida preocupação com o desmatamento seria um absurdo pois atualmente, o desmatamento e queimada representam uma emissão de 200 a 300 milhões de toneladas anuais no Brasil, se tornando o principal emissor de gases estufa, pois toda a queima de combustíveis fósseis no país não chega a 100 milhões de toneladas. (NOBRE, 2004 *apud* GREENPEACE, 2006)

A quantidade de carbono liberada pelas queimadas das florestas tropicais em todo mundo, é comparada ao total das emissões de combustíveis fósseis queimados no transporte mundial, principalmente nos países menos desenvolvidos. O maior temor da expansão agrícola está no complexo soja, o que fatalmente levaria a um aumento no ritmo da destruição de florestas para a abertura de lavouras (SOUZA, 2006).

Neste sentido seria um absurdo, fazendeiros acharem que tem direito ao crédito de carbono por estar fomentando o combustível verde, sendo que alguns destes fazendeiros destruiriam a floresta para obter a fonte de matéria prima para o biocombustível.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, instrumento previsto pelo Protocolo de Kyoto, é importante para incentivar projetos ambientais que retirem gases como o CO<sub>2</sub> e o metano da atmosfera, mas é insuficiente, por si só, para reverter o problema. No Brasil o aquecimento global, infelizmente

ainda é visto mais como uma oportunidade de negócios, do que como um risco real ao ambiente em que vivemos (GREENPEACE, 2006).

Segundo a ABIOVE, a produção de óleo de soja no Brasil hoje é da ordem de seis milhões de toneladas de óleo por ano. Esta quantia é suficiente para a alimentação e suprir as necessidades de óleo para o projeto do governo de adicionar ao diesel fóssil 5% até 2013. Somente de óleo de soja, são exportados 2,6 bilhões de litros por ano (ABIOVE 2006), sendo assim, somente o volume exportado, seria suficiente para suprir as necessidades de produção do biodiesel.

Segundo os números apresentados neste trabalho, no item de discussão econômica 5.2, para uma expansão do cultivo de matéria-prima para o biodiesel corresponder à expectativa, não só para a produção brasileira mas também para fornecimento mundial em 2010, necessita-se da expansão da área plantada em cerca de 18 milhões de ha, em diversas culturas, típicas de cada região.

Uma das opções para desenvolvimento de novas fontes de óleo vegetal é o plantio da Palma de Dendê. Esta palma, depois de adulta, se torna uma cultura extrativista, dando frutos até 30 anos e com excelente rendimento de óleo / ha. A palma ainda tem a vantagem de ser uma árvore de cultura perene e sua plantação poderá servir como reflorestamento, minimizando assim os impactos do efeito estufa.

#### **5.4-ANÁLISE DA COMPETIÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO DE ALIMENTO E A BIOENERGIA**

Está havendo no mundo uma corrida para a agroenergia em vários países. Notadamente aquela associada aos biocombustíveis para a substituição de derivados de petróleo para o transporte. Em 2004 a União Européia produziu 2,2 bilhões de litros de biodiesel e a previsão para a produção de álcool em 2010 é de aproximadamente 16 bilhões de litros, sendo estimado para isso o uso de 2,2 milhões de hectares (FRONDEL, 2006). Fabricantes de margarina já estão pedindo ajuda ao Parlamento Europeu para

competir, no uso de grãos, com as refinarias do biodiesel subsidiado (ATHAÍDE, 2006).

Nos EUA estão previstas as implantações de 55 destilarias no estado americano de Iowa, que é produtor de milho. Se todas essas destilarias forem construídas será usada toda a safra de milho do Estado para a produção de etanol. Em uma análise preliminar, poderá estar se desenhando um *trade-off* entre o combustível verde e o alimento do mundo. Converter produtos da fazenda em combustível para automóveis e caminhões, passou a ser altamente lucrativo.

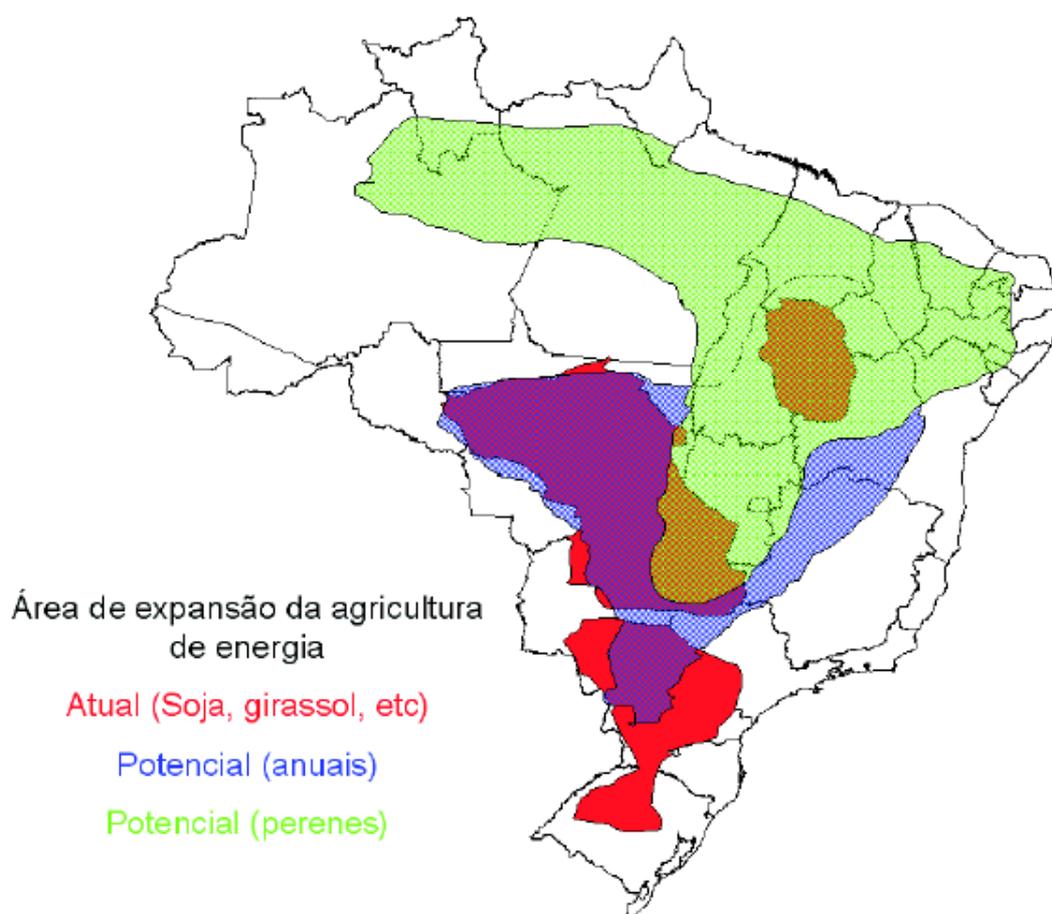
No início de 2006 a capacidade produtiva do biodiesel na União Européia era de 3,75 milhões de toneladas. A expectativa para dezembro de 2006 será de 4,5 milhões de toneladas e 5,3 milhões de toneladas em dezembro de 2007. Nos EUA, em 2005 a oferta foi de 75 milhões de galões (284 mil toneladas); em 2006 aumentou a produção para 500 mil toneladas.

Estima-se que em 2010 o biodiesel represente 6 % do combustível utilizado na Europa, o que, indica uma expansão do mercado das "novas energias". Segundo alguns autores, as empresas brasileiras estarão bem estruturadas, com competitividade para entrar no mercado Internacional, tornando assim o Brasil um dos grandes fornecedores mundiais de biodiesel.

O etanol triplicou a produção desde 1975, já ocupando 8% da área de cultivo do total de 60,4 milhões de hectares (VALSECHI, 2006). Ainda temos segundo a Embrapa 100 milhões de hectares para a expansão, sem considerar 20 milhões de hectares proveniente da possível liberação de pastagens.

No mesmo sentido com uma visão mais abrangente, o Plano Nacional de Agroenergia,(BRASIL o, 2005), considera-se que a área de expansão de cerrados, a integração pecuária-lavoura, a recuperação de pastagens, a ocupação de áreas de pastagens degradadas e outras áreas antropizadas, as áreas de reflorestamento e a incorporação de áreas atualmente marginais, por melhoria da tecnologia, podem aproximar-se de 200

milhões de hectares, quando projetado o longo prazo. Ressaltamos aqui a advertência em relação à restrição quanto ao desmatamento da floresta amazônica para abertura de área agricultável, o que parece estar ocorrendo no mapa da figura 5.5



**FIGURA 5.5 – ÁREA DE EXPANSÃO DA AGRICULTURA DE ENERGIA**  
**FONTE BRASIL a, 2005**

Não há zoneamento específico para a cana no país. A experiência com a cultura, em quase todo o Brasil, e a adaptação de cultivares em áreas de expansão indicam que nas áreas de expansão livres, hoje, de 90 milhões de hectares apenas em cerrados, seria possível utilizar sem conflitos os 2,5 a 3 milhões de hectares necessários.

Segundo trabalho apresentado por Pascote (2006), (ANEXO-4) no congresso de agroenergia, Londrina, em função da demanda por biocombustíveis, os preços do produto da agroenergia poderiam ser majorados, o que poderia criar oportunidades para empresas processadoras de alimentos elevarem os seus preços. A demanda maior geraria mais competição por alimentos, já que biocombustíveis disponíveis comercialmente, como etanol e biodiesel, utilizam lavouras que também são destinadas à produção de alimentos. Brough (2006), relata que uma substituição de 20% de combustível fóssil por biocombustível para necessidades de transportes na União Européia poderia exigir o uso de até 61% da quantidade atual de terras aráveis do bloco.

O impacto mais provável dessa competição por recursos, entre alimentos e biocombustível, será uma pressão maior sobre os preços dos produtos agrícolas, uma vez que a elevação do preço do petróleo hoje é um fato. A maior preocupação pode ser a disponibilidade de terra.

O mundo consome aproximadamente 1,2 trilhões de litros de gasolina por ano (NASTARI, 2005).

Considerando uma estimativa de adição de álcool na gasolina do mundo de 10% (FIGUEIRA, 2005), e que apenas 60% dos consumidores adotarão esta adição (NASTARI, 2005): tem-se então uma demanda mundial de álcool de 72 bilhões de litros / ano.

Pode-se considerar que o Brasil terá condições de fornecer até 60% da demanda mundial de álcool em função de barreiras comerciais e concorrência de outros países. Nestas proporções, o Brasil terá que produzir aproximadamente 43 bilhões de litros de álcool/ ano, somente para o mercado externo. O rendimento da produção do álcool é aproximadamente 5.000 litros hectare/ano (MOREIRA, 1999). Neste cenário, será necessário um incremento de 8,6 milhões de hectares plantados de cana-de-açúcar, somente para produção de álcool, para suprir esta demanda. Estes números são possíveis de ser atingidos em um horizonte de pouco mais de 10 anos, conforme as estimativas de Torquato (2006), já apresentadas no capítulo 2. Esta

necessidade de terra é muito inferior à disponibilidade de expansão da fronteira agrícola que o Brasil possui conforme citado acima, entretanto deve-se ter instrumentos de zoneamento adequados, de forma a evitar a troca de áreas plantadas com culturas alimentícias pela cana de açúcar.

Com relação ao Biodiesel, considerando somente o consumo interno de diesel fóssil, que é aproximadamente da ordem de 40 bilhões de litros / ano (ANP), serão necessários aproximadamente 2 bilhões de litros de biodiesel, para atingir a cota de 5% estabelecida pelo governo federal. Caso da produção de óleo de mamona no nordeste do Brasil, não seja suficiente para cumprir as metas do governo federal, não haveria necessidade da expansão da produção agrícola para obtenção do óleo vegetal, pois, conforme já citado, somente de óleo de soja, exportamos 2,6 bilhões de litros ano (ABIOVE, 2006), suficiente para suprir as necessidades internas de biodiesel. Estes números são analisados, considerando o programa do governo federal. O Brasil para aproveitar as oportunidades do mercado de biocombustível, terá que analisar criteriosamente as áreas disponíveis para suprir a demanda internacional, a qual exigirá aproximadamente 18 milhões de ha (tabela 5.3), para que não ocorra prejuízo à produção de alimentos.

Graças a grande extensão territorial do Brasil, provavelmente não haverá *trade-off* entre alimento e bioenergia. O mesmo não pode ser afirmado da UE, que parece estar já no limite de sua produção, antes de comprometer a produção de alimentos.

Este cenário beneficiará o Brasil, garantindo seu posicionamento como maior *player* do *agrobusiness* energético. No entanto deverão ser estabelecidos critérios com relação à localização das áreas da expansão da produção da agroenergia, através de incentivos e zoneamento para o cultivo da cana de açúcar assim como é feito com a mamona no nordeste brasileiro, evitando assim que ocorra a troca de cultura próxima as áreas urbanas, encarecendo os alimentos.

No caso do biodiesel produzido a partir da soja, haverá uma super produção de proteína como descarte da parte lipídica. Este excesso de proteína poderá baixar o preço da ração animal, beneficiando os agropecuaristas.

O desenvolvimento da agroenergia beneficiará agricultores em regiões menos favorecidas, trazendo o desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida. Terras que não valiam nada, passarão a valer muito em função da alta demanda por biocombustíveis.

### **5.5-INFLUÊNCIAS SOCIAIS DO PROGRAMA DO BIODIESEL**

A característica maior do programa do biodiesel no Brasil não é energética, mas sim social, a qual foi amplamente citado na campanha presidencial em 2006, como um importante instrumento de desenvolvimento social do nordeste brasileiro.

Mesmo desconsiderando os exageros das campanhas políticas, se os biocombustíveis continuarem com o rápido crescimento que vem demonstrando ao redor do mundo, o impacto no setor agrícola será gigantesco. Caso os governos dos países em desenvolvimento souberem gerir políticas de agroenergia apropriadas, poderá haver grande desenvolvimento econômico, tecnológico e social na área rural, gerando assim oportunidade de uma melhor qualidade de vida para os agricultores pertencentes à cadeia de suprimento dos biocombustíveis. (WORLDWATCH INSTITUTE, 2006)

Entre 1911 e 1912, Rudolf Diesel, que desenvolveu o motor de combustão por compressão a óleo vegetal, fez a seguinte afirmação:

“O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utiliza-lo... O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia. Mas

com o tempo irão se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente.”

O Brasil tem todas as condições territoriais e sociais para o desenvolvimento da agroenergia. O Programa Nacional do Biodiesel busca privilegiar as famílias de pequenos agricultores do nordeste através de incentivos como redução de impostos incidentes na cadeia de produção para quem comprar a oleaginosa das famílias assentadas.

O programa do Biodiesel está sendo considerado pelo governo federal mais do que uma alternativa energética, ele pretende ser um importante projeto de inclusão socioeconômica no campo, priorizando, a agricultura familiar como fornecedora de matéria-prima.

Para o governo federal, a mamona é vista como uma planta de excelente potencial para a produção do biodiesel e está incentivando seu plantio, principalmente nas regiões carentes do Brasil. O governo brasileiro tornou-se um dos maiores divulgadores e promotores dessa cultura, ao sinalizar que essa deve ser a principal oleaginosa, no ainda tímido, processo de substituição do diesel brasileiro.

A produção de oleaginosas em lavouras familiares faz com que o biodiesel seja uma alternativa importante para a erradicação da miséria no país, pela possibilidade de ocupação de enormes contingentes de pessoas. Na região semi-árida nordestina vivem mais de 2 milhões de famílias em péssimas condições de vida (LIMA, 2004).

A premissa básica é viabilizar um programa de grande benefício social, oferecendo condições básicas sociais para as famílias de regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico do país. Neste sentido, a mamona se torna a cultura bastante adequada para este programa, pois é um sistema pouco mecanizado, os agricultores utilizam sementes comuns e não usam (ainda) insumos modernos, como adubos e agrotóxicos,

embora existam alternativas de fonte de óleo mais adequadas para a produção do biodiesel.

Pode-se dizer que a produção de mamona no Brasil esta crescendo em comparação as safras dos últimos 10 anos (BIODIESELBR, 2006). Considera-se que este fato é uma resposta ao lançamento de diversos programas do governo, visando incentivar e aperfeiçoar a produção de biodiesel no país, priorizando oleaginosas que propiciem maior emprego de mão-de-obra, como é o caso da mamona. Mas este aumento ainda não satisfaz as necessidades do governo federal para cumprir as metas de adição de biodiesel ao diesel fóssil por fatores estruturais do programa do biodiesel.

O processo produtivo da mamona no nordeste inicia com a sua produção pelos assentados do programa do governo federal, que não recebem boa assistência para desenvolvimento e suas lavouras. A mamona colhida é comprada por empresas esmagadoras, que estão determinando um preço de compra muito baixo na época da colheita, em função da grande oferta regional.

Segundo a CONAB (2006), as compras de mamona pelas empresas esmagadoras não ocorreram na hora esperada pelos agricultores. Em função da superoferta do produto, os preços caíram de R\$1,10 por quilo para até cerca de R\$0,30 por quilo. Com isso, a área plantada voltou a encolher, passando de 210 mil hectares em 2005 para 149 mil hectares no ano de 2006 (LUNA, 2006).

Se o objetivo do programa do governo federal é o desenvolvimento social dos assentados, deveria dar todo apoio aos produtores, uma vez que após a colheita os agricultores ficam a mercê do preço de compra das esmagadoras, não correspondendo ao alto valor que o óleo de mamona pratica no mercado internacional. Este cenário esta acabando com o incentivo do pequeno produtor, uma vez que muitas vezes tem de vender abaixo do preço de custo, ou ainda sair de “porta em porta” para conseguir vender sua produção.

Algumas tentativas do governo em garantir o preço mínimo de compra não estão funcionando, uma vez que quem impõe o valor de compra, é a iniciativa privada, que trabalha com as leis de mercado.

Segundo o jornal o Estado de S. Paulo de 13 de março de 2006, existem ainda problemas de financiamento para o agricultor, pois para contar com financiamento do governo federal, as áreas de cultivo necessitam atender algumas condições como: altitude acima de 300 metros em relação ao nível do mar; índice pluviométrico entre 500 e 1.500 milímetros; e temperatura entre 20 e 30 graus. Com esta exigência, o Ceará tem 81 de seus 184 municípios aptos para o plantio da mamona. Destes, 60 estão plantando. Ainda assim, de 2000 para cá, as áreas de cultivo no Estado subiram de 2.207 hectares para 24.603, e em 2006 chegaram a 43 mil hectares.

A produtividade por hectare no Ceará, caiu de 802 quilos em 2004 para 500 quilos no ano de 2005. Pela lógica da lei da oferta e da procura, o preço médio por quilo deveria ter aumentado, mas recuou de R\$ 0,80 para a faixa de R\$ 0,64. Em função da baixa produtividade os preços praticados não têm sido vantajosos .

Somente os pequenos agricultores é que conseguem os créditos oficiais do governo, pois a linha de financiamento através do Banco do Brasil e pelo Banco do Nordeste é a mesma do Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar, o PRONAF. Além da desorganização dos agricultores do Ceará, os agentes financeiros não apostam na mamona como cultura, dificultando ainda mais o cultivo.

Além desses pontos, o programa federal de produção do biodiesel não dá acesso aos pequenos agricultores, ao instituir o limite mínimo de R\$ 500 mil para o capital social integralizado de produtores desse combustível (BRASIL c, 2005), dado que existem plantas comerciais com investimento iniciais inferior a esse valor. Para superar esse gargalo, os pequenos produtores poderiam organizar-se por meio de cooperativa ou associações, mas não são concedidos incentivos para essa forma de organização da

produção, apesar de estar prevista no marco legal, conforme apresentado no item 2.12.

Em função da grande importância dada ao tema biodiesel com matéria prima produzida a partir de assentamento familiar, é fundamental que o governo federal tenha um maior comprometimento em suas ações no sentido de favorecer o produtor com melhores políticas agrícolas e industriais adequadas, possibilitando uma remuneração satisfatória e conseqüentemente um aumento da produção, permitindo uma maior credibilidade no fornecimento de óleos vegetais, incentivando assim novos investimentos em plantas de biodiesel.

O governo perdeu o entusiasmo inicial e está reavaliando a utilização da mamona no programa de biodiesel, restringiu geograficamente a sua importância e diminuiu a expectativa de produção do biodiesel nacional através desta oleaginosa. A mamona é vista como parte importante do projeto, mas não como cultura prioritária ou exclusiva no programa. Assim, os agricultores estão buscando uma nova alternativa para o cultivo, uma das mais cotadas oleaginosas está sendo o pinhão manso.

Esta oleaginosa vem ganhando força como alternativa à mamona, devido as suas características singulares e vantagens em relação à mamona. É uma planta socialmente correta, pois sua colheita é manual, e temos no Brasil milhões de trabalhadores sem qualificação profissional.

Beltrão (2006), chefe-adjunto de pesquisa e desenvolvimento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) declarou em Dezembro de 2006 no congresso de Agroenergia em Londrina que "com a oferta de óleo da mamona deste ano, não tem nem o cheiro para a produção de biodiesel", e que "enquanto o BNDES está com quase 1 bilhão de Reais de financiamento para a indústria de biodiesel, a produção agrícola, principalmente no Nordeste, está desregulada", Beltrão defende ainda um maior planejamento, além de preço mínimo e garantia do mercado aos produtores.

Para se resolver este problema, a sugestão é que se criem clusters produtores de óleo de mamona, ou até mesmo produtores do biodiesel. Inicialmente deverão ser estabelecidas unidades esmagadoras diretamente ligadas ao produtor onde ele possa se beneficiar do alto preço praticado no mercado internacional, garantindo a ele sustentabilidade em seu negócio tanto para o fornecimento do óleo de mamona para o biodiesel com também para outros produtos pertinentes a ricinocultura.

De acordo com o Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - NAE (BRASIL I, 2005), os preços atingidos no mercado internacional estão relativamente estáveis nos últimos dez anos. Em 1996, o preço para o óleo bruto era de US\$ 0,90/ kg e de US\$ 1,03/ kg em 2002. O óleo processado, refinado ou desodorizado, atingia pelo menos 50% a mais.

Recomenda-se que deva diminuir o máximo possível o número de intermediários ou atravessadores que estão no caminho entre o produtor no Nordeste e a indústria produtora de biodiesel. O que acontece é que o produtor fica com o trabalho, muitas vezes com o custo também, e os atravessadores com o lucro.

Estas recomendações podem ser estendidas para todo o Brasil, pois existe a necessidade da inclusão social em todo o país, não sendo interessante que somente o Nordeste do Brasil, através da agricultura familiar, se beneficie do programa do biodiesel do governo federal. Observa-se que os benefícios tributários concedidos dirigem-se, apenas, à produção de oleaginosas, prioritariamente mamona e dendê (palma), adquirida da agricultura familiar ou localizada no Norte, Nordeste e Semi-árido do Brasil. Deveria haver a descentralização do programa, em função do biodiesel ter características regionais de fornecimento, produção e consumo, democratizando assim as oportunidades para todo país

Esses entraves da visão social do programa do biodiesel por parte do governo federal, abrem espaço para a discussão da origem da fonte de óleo para a produção do biodiesel. O agronegócio defende que a soja deveria

fornecer o óleo para a produção do biodiesel, em função da infra-estrutura já existente.

Considerando que as pequenas propriedades do Nordeste ainda têm uma relativa dificuldade para organizar a sua produção, fica distante da realidade a participação expressiva da agricultura familiar no mercado de bioenergia, em curto espaço de tempo.

Para a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove), o programa é restritivo, ao incentivar a produção a partir de mamona e palma, que juntos representam não mais que 3,6 por cento da produção nacional de óleo vegetal, localizada principalmente no Norte e Nordeste.

No futuro, entretanto, a soja e a mamona, não serão as únicas fontes de óleo vegetal para fabricação de biodiesel, pois a diversificação e o aproveitamento de outras oleaginosas do país é fundamental para o crescimento seguro e a sustentabilidade da produção de biodiesel, sempre dando condições aos menos privilegiados de poderem participar do processo de desenvolvimento social.

## **CAPÍTULO VI - CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho teve como objetivo analisar as perspectivas de utilização de biocombustível, especificamente o biodiesel, de forma sustentável no Brasil, levando em consideração os impactos sociais econômicos e ambientais

Foi constatado que a produção e utilização do biodiesel no mundo, vem conquistando espaço não só sob o ponto de vista energético, mas também ambiental, social e econômico, resultando em impactos positivos como a redução de emissões atmosféricas e seus conseqüentes efeitos à saúde humana e ao meio ambiente; além da geração de empregos diretos e indiretos.

Os fatores preponderantes para a consolidação da bioenergia no mundo serão: o preço do petróleo, por ser seu principal concorrente energético, a conscientização ecológica dos consumidores e as metas de redução da emissão de carbono em função do efeito estufa.

Não houve a pretensão neste trabalho de analisar a possibilidade dos biocombustíveis substituírem os derivados de petróleo, mas de avaliar alguns aspectos de seu processo de inserção, uma vez que com certeza eles serão partes significativas da matriz energética mundial, em especial no setor de transporte rodoviário.

No caso do Brasil, se a cadeia produtiva dos biocombustíveis for bem dimensionada, combinado com outros combustíveis já existentes, poderá contribuir como uma alternativa importante para o impasse entre as necessidades de crescimento econômico, de proteção ambiental e de qualidade de vida das famílias de agricultores.

Para que o uso do biocombustível na matriz energética mundial se torne competitivo e sustentável, é essencial aplicar recursos em pesquisa e desenvolvimento, bem como criar incentivos financeiros para reduzir os custos

iniciais, aumentando assim a atratividade do setor por parte dos investidores. Considerando que o Brasil segue a rota etílica do biodiesel, em função da grande oferta deste álcool, vale reforçar a necessidade de estudos no sentido de desenvolver melhor esta particularidade do processo brasileiro.

Alguns itens da cadeia produtiva do biodiesel deverão ser bem analisados, pois a produção descuidada de biocombustíveis pode representar o esgotamento do solo, como é o caso do cultivo da mamona no Nordeste, concentração de renda, caso não seja dada oportunidade igualmente para todos os produtores, em função de haver risco de enriquecimento de poucos na exploração de muitos. Outro aspecto que deverá ser dada uma especial atenção é quanto ao zoneamento para plantação de oleaginosas, para que não se incremente o processo de desmatamento ou ocorra troca de cultura de alimento pela da bioenergia, elevando assim os preços dos alimentos como vem ocorrendo na Europa

Pode-se afirmar, em função de dados pesquisados nesta dissertação, que o Brasil apresenta reais vantagens competitivas naturais, para se tornar líder na produção e exportação dos biocombustíveis. Foi possível identificar que o projeto Biodiesel necessita ajustes para atingir os objetivos sociais a que se propôs. Quando o presidente Luiz Inácio Lula da Silva lançou o Programa Nacional do Biodiesel, houve uma grande euforia por parte dos pequenos agricultores e empresários que se interessaram em participar da cadeia produtiva do biodiesel, como uma nova oportunidade de trabalho. À época do lançamento do programa, passava-se a idéia de que existia um plano muito bem montado, já que o Brasil tem uma vasta experiência em combustíveis alternativos, considerando o histórico do pró-álcool. Entretanto, os relatos recentes de desânimo e descrédito por parte dos agricultores familiares que entraram no programa, não nos levam a crer que seja este o cenário atual.

Alguns questionamentos começaram a surgir: não se sabia como seria absorvida toda a produção de mamona produzida no Nordeste por pequenos agricultores, como se constituiria a cadeia de suprimento entre o

produtor de mamona e a planta de biodiesel, qual o preço de compra da mamona, entre outras.

Estas questões acabaram trazendo alguma incerteza no programa do governo deixando alguns agricultores desestimulados, conforme discutido neste trabalho. Recomenda-se que o governo federal elabore um projeto de desenvolvimento nacional eficiente, principalmente em relação à viabilidade econômica e os impactos ambientais da produção de óleo vegetal.

Quanto à matéria prima do biodiesel, esta é sem dúvida o gargalo do programa do biodiesel. A tecnologia de transesterificação, embora ainda em evolução, será em curto prazo de “prateleira”, sendo o óleo vegetal o fator limitante da produção do biocombustível.

Estão sendo buscadas a qualquer custo, várias alternativas para suprimento do óleo vegetal. A diversificação de fornecimento é sempre bem-vinda, mas causa preocupação quando, na ânsia de aproveitar a oportunidade, pois as opções que se oferecem, não estão sendo analisadas com o devido cuidado e tempo, necessários para certeza do caminho escolhido. O pinhão manso está sendo apresentado como uma das alternativas promissoras, mas devido ao excesso de entusiasmo sobre essa cultura a planta está sendo apresentada com grandes vantagens ao mesmo tempo em que se ignoram as suas limitações. Ainda não se sabe muito sobre esta planta, mas já tem agricultores no nordeste investindo alto nela.

Foi identificado também que a única saída para o fornecimento de grandes quantidades em curto prazo, ainda é o óleo de soja. Estigmatizada pela origem do agronegócio, a cultura da soja não contempla a função social direta que o governo prega. Mas este setor está pronto para fornecer todo óleo que o governo necessita para cumprir a meta, não só de 2008 mas também de 2013. Existe o entrave da lei Kandir, conforme relatada no corpo deste trabalho, esta lei está desestimulando o processamento de soja no Brasil e deveria ser melhor analisada. Outro ponto crítico para o fornecimento da matéria prima para o biodiesel será o H-Bio, relatado neste trabalho no capítulo

III, se a Petrobrás produzir todo H-Bio conforme anunciou para 2008, 425.000 m<sup>3</sup> por ano, poderá faltar óleo vegetal para os dois projetos em andamento.

Economicamente, foram identificadas neste trabalho grandes oportunidades para o Brasil se posicionar como o maior player do negócio de biocombustíveis do mundo, não só para o biodiesel e o álcool, mas também para o fornecimento do óleo vegetal in natura, como é o caso na Europa que já possui várias plantas produtoras do biodiesel, e tem suas terras já esgotadas com a produção de alimento. Essa é uma excelente oportunidade para o agronegócio brasileiro, pois a indústria de biodiesel europeia precisará de bilhões de litros de óleo vegetal por ano para atender a demanda de biocombustível. O Brasil é solar, é da biomassa e deverá ter um papel de liderança mundial nesta revolução energética, gerando empregos para a nossa população, movimentando a economia interna do País e, até mesmo, ganhando um bom volume de divisas por meio da exportação de biocombustíveis e de equipamentos e tecnologias para geração de energias limpas e seguras.

Para que estas oportunidades se realizem, a idéia da abertura de linha de crédito, específica em bancos oficiais, deverá ser reforçada, pois é indispensável para o sucesso do programa. Essas linhas de crédito devem ser tanto para o plantio das oleaginosas como para as instalações das cooperativas de pequenos agricultores, retirando-se os entraves e dificuldades hoje existentes.

Quanto aos impactos ambientais da produção do biodiesel, deverá ser muito bem analisado e fiscalizado. Recomendamos assim, para não haver invasão de plantio em áreas de floresta, que o governo proíba com maior energia o avanço da fronteira agrícola na floresta Amazônica, que desenvolva políticas de recompensa para os proprietários de áreas preservadas além do estabelecido por lei e como melhor opção de recuperação de áreas já desmatadas, o plantio de palma de dendê, por ser uma cultura perene, servindo como reflorestamento. O mundo se encontra no ponto em que qualquer expansão da fronteira agrícola deva ser bem avaliada antes de ser

feita, principalmente se um dos objetivos for explorar um produto que proporcionaria o aumento do bem estar ambiental, pois a preservação de áreas naturais, principalmente florestas densas, pode ser tão ou mais importante, que a utilização dessa área para a produção de combustível verde. Outro importante aspecto ambiental que deve ser dada especial atenção, é o descarte da glicerina residual da transesterificação. A quantidade será muito grande e se não for desenvolvido um fim sustentável para ela, irá se tornar um grande problema em curto prazo de tempo. Recomendamos assim, a intensificação de novos estudos científicos, visando o desenvolvimento de novos produtos a base de glicerina.

Pode-se inferir que a produção de biodiesel no Brasil trilhará dois caminhos: um, seguindo a rota do agronegócio, através das grandes usinas, provavelmente atreladas à Petrobrás, que abastecerão as misturas obrigatórias para os grandes centros e futuras exportações e o outro de pequenas usinas regionais onde serão produzidas as matérias primas oriundas da agricultura familiar e cujo biodiesel produzido será consumido localmente . Este modelo regional, poderá ainda ser desenvolvido em usinas de álcool já existentes, consorciando a produção do biodiesel com o álcool, já que são produtos que se completam, aumentando assim o rendimento do processo produtivo dos dois biocombustíveis. Este sistema consorciado evitará o transporte e a evasão de divisas do município, gerando realmente emprego, renda e produtividade no campo. Estas pequenas usinas poderão trabalhar fazendo um mix de sua produção através do sistema de troca e venda. O sistema de troca é interessante visto caracterizar uma produção para uso e consumo próprio e com isto fica isento de impostos

Finalizando este trabalho, conclui-se que o Programa Nacional do Biodiesel, tem tudo para se desenvolver, assim como ocorreu com o programa do álcool. E deve-se ter sempre a confiança na nossa agricultura pois, “...dos filhos deste solo és mãe gentil pátria amada Brasil”

## Referencias:

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. 2006

ABOISSA. Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/lauric/index.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2006.

AGRO LINK, A Cultura do Pinhão Manso. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/>. Acesso em: 4 nov. 2006.

ALMEIDA, Cezar Menezes; PIRES, Mônica de Moura; ALMEIDA NETO, José Adolfo de. Apropriação dos Recursos Naturais no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Disponível em: <<http://www.cori.rei.unicamp.br>. Acesso em: 12 abr. 2006.

AMORIM, José Augusto. Stilo Fica Flex na Esperança de Crescer 15%. folha uol. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/>. Acesso em: 1 dez. 2006.

ANFAVEA .Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>. Acesso em: 12 nov. 2006.

AMBIENTE BRASIL. Bio-combustíveis. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 13 fev. 2006.

AMORIM, Pablo Quirino Ribeiro de. Perspectiva Histórica da Cadeia da Mamona e a Introdução da Produção de Biodiesel no Semiárido Brasileiro Sob o Enfoque da Teoria dos Custos de Transação. 2005. 95 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas.) - Curso de Ciências Econômicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ANP. Agencia Nacional do Petróleo. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 10 out. 2006.

ARAGÃO, Amanda Pereira. Estimativa da Contribuição do Setor Petróleo ao Produto Interno Bruto Brasileiro: 1955/2004. 2005. 165 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Ciências Em Planejamento Energético, Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ARANDA, Donato; MONTEIRO JÚNIOR, Nehemias. A Utilização do Biodiesel no Transporte Urbano. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/colunistas/donato/biodiesel-transporte-urbano.htm>>. Acesso em: 4 abr. 2006.

ARAÚJO, Nelma Camelo de. Biodiesel: Pinhão Manso. Cetec – Fundação Centro Tecnológica de Minas Gerais, 2005. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt924.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2006.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA MT: Deputados debateram agroenergia e biocombustível. Cuiabá Mt, Disponível em: <[http://www.al.mt.gov.br/viewp.asp?no\\_codigo=12154](http://www.al.mt.gov.br/viewp.asp?no_codigo=12154)>. Acesso em: 24 jul. 2006.

ATHAYDE, E. Quebra-Cabeças da Economia Energética. Pólo Nacional de Biocombustível - ESALQ.

BIBLIOTECA virtual do estudante de Língua Portuguesa: Babaçu. Disponível em: <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/index.php>>. Acesso em: 17 fev. 2006.

BIODIESEL BR. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/motor-diesel/motor-diesel.htm>>. Acesso em: 12 set. 2005.

BIODIESEL: Perguntas Frequentes. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/faq.html>>. Acesso em: 1 ago. 2006

BOZBAS, Kahraman. Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union. Renewable And Sustainable Energy Reviews, Trabzon, Turkey, p. 1-12. 17 jun. 2005. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)>. Acesso em: 12 mar. 2006.

BRASIL - a; Ministério da Agricultura. Plano Nacional de Agroenergia. Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 120 p.

\_\_\_\_\_b. Banco do Brasil. Ministério da Agricultura. O agronegócio brasileiro: Desempenho, mercados e potencialidades. Política Agrícola, Brasília, v. 4, n. , p.4-9, 1 out. 2004. Trimestral.

\_\_\_\_\_c. Câmara Governo. Biodiesel e Inclusão Social. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/internet/infdoc/Publicacoes/html/pdf/Biodiesel03.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2006.

\_\_\_\_\_d. Comissão Executiva Interministerial (ceib) (Org.). Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Governo Federal. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 25 ago. 2006.

\_\_\_\_\_e. Embrapa. Ministério da Agricultura. A Insustentabilidade da Revolução Verde. 26. ed. Jaguariúna, Sp, 1999. 1 p. Matéria do Informativo Meio Ambiente e Agricultura. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra\\_informativo.php3?id=105](http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra_informativo.php3?id=105)>. Acesso em: 14 mar. 2006.

\_\_\_\_\_f. Mapa. Grupo De Trabalho Interministerial (Org.). BIODIESEL: Relatório Final. Brasília, 2005. 55 p. (ANEXO III). Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/anexo3.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2006.

\_\_\_\_\_g. Ministério da Ciência e Tecnologia. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 01 abr. 2006.

\_\_\_\_\_h. Ministério De Minas e Energia. Balanço Energético Nacional: Recursos Energéticos – Produção e Consumo. Brasília, 2006. 169 p. (ISS 0101-6636).

\_\_\_\_\_i. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria da Agricultura Familiar. Programa de Agroindustrialização da Produção dos Agricultores Familiares: 2003/2006. Brasília, 2004. 51 p. Documento Referencial.

\_\_\_\_\_j. Medida Provisória: Nº 44/MME. Presidência da República. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/\\_Ato2004-2006/2004/Exm/EM-44-MME-04.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_Ato2004-2006/2004/Exm/EM-44-MME-04.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2005.

\_\_\_\_\_k. Paulo César Ribeiro Lima. Consultor Legislativo da Área XIII. Biodiesel: Um Novo Combustível Para o Brasil. Brasília, 2005. 31 p. Câmara dos Deputados, Praça 3 Poderes.

\_\_\_\_\_l. Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão. CADERNOS NAE: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. 2. ed. Brasília, 2005. (ISSN 1806-8588).

\_\_\_\_\_m. Silvia Piñones. Governo Federal. Cadeia Produtiva da Mamona para Biodiesel. Brasília, 2004. 53 p.

\_\_\_\_\_n. Rede Baiana de Biocombustíveis. Biodiesel Impulsiona Óleo de Soja Refinado. Salvador, 2006. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br/arquivo/269.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2006.

\_\_\_\_\_o; Ministério da Agricultura. Plano Nacional de Agroenergia. Brasil: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2006. 114 p.

\_\_\_\_\_p; Ministério Do Desenvolvimento Agrário. Resolução nº 49 de 26 de Novembro de 2004. Brasil: Brasil, 2004.

BRESEE, Jennifer; ROOM, David. O Pico do Petróleo: A grande Relocalização. Global Public Media 2005. Disponível em: <<http://peakoilportuguese.blogspot.com>>. Acesso em: 3 fev. 2006.

BROUGH, David. Maior Uso de Biocombustíveis Elevará Preços do Produto: Goldman. LONDRES (Reuters). Disponível em:

[http://www.br.inter.net/noticiasv2/exibe\\_noticia\\_novo.php?codigo=31243](http://www.br.inter.net/noticiasv2/exibe_noticia_novo.php?codigo=31243). Acesso em: 19 jul. 2006.

BUENO, André Valente. Benefícios da Mistura. *Scientific American*, A Energia do Futuro. Pg.62, Ano 5, n.53, Outubro de 2006

CHIARANDA, Maíra; ANDRADE JUNIOR, Adilson Martins; OLIVEIRA, Gustavo Travizan. A Produção de Biodiesel no Brasil e Aspecto do PNPB. Piracicaba: Geedes, 2005. Departamento de Economia Administração e Sociologia da escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=214>>. Acesso em: 12 nov. 2006.

CONSULTORIA EXPETRO (Brasil) (Org.). Oportunidades e Desafios da Produção, Comercialização e Utilização do Biodiesel no Brasil e no Mundo. Brasil: Oil & Gas Journal Latinoamericana, 2006.

COSTA NETO, Pedro R. et al. The utilization of used frying oil for the production of biodiesel. *Quím. Nova.*, São Paulo, v. 23, n. 4, 2000.

DEUS, Adilson Souza de. Agricultura Familiar e Sustentabilidade nos Municípios de São Roque e Ibiúna. 2004. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Curso da Faculdade de Engenharia e Urbanismo, Departamento de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste, 2004.

FAAIJ, Andre. Modern Biomass Conversion Technologies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. v. 11, pp. 343-375, 2006.

FERRARI, Roseli Aparecida; OLIVEIRA, Vanessa da Silva; SCABIO, Ardalla. Biodiesel de Soja: Taxa de Conversão em Ésters Etilícos, Caracterização Físicoquímica. **Química Nova**, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa - Pr, v. 1, n. 28, p.19-23, 23 nov. 2004.

FERREIRA, Denilson. Curva de Hubbert: uma análise das reservas brasileiras de petróleo. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pipeg, Departamento de Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FIGUEIRA, S. R. Os programas de álcool como combustíveis nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação do Brasil. 2005. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Departamento de Esalq, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. Noções de Sustentabilidade e Meio Ambiente. In: PALESTRA, 1., 2001, Brasília. Programa Conheça a Educação. Santa Bárbara D: Unimep, 2001. p. 1 - 13.

FRONDEL, M.; PETERS, Jorg. Biodiesel: A new Oildorado? Energy Policy, (in press), 2006.

GOLDEMBERG, José. Energia e desenvolvimento. Estud., São Paulo, v. 12, n. 33, 1998. Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141998000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141998000200002&lng=en&nrm=iso)>. Access on: 26 Sep 2006.

GUARDABASSI, Patrícia Maria. Sustentabilidade da Biomassa como Fonte de Energia: Perspectivas Para Países em Desenvolvimento. 2006. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Pós-graduação em Energia, Universidade De São Paulo, São Paulo, 2006.

GRANJA TEC. Catalogo de produtos. Disponível em: <<http://www.granjatec.com.br/>>. Acesso em: 09 out. 2006.

GREENPEACE, Mudanças do Clima, Mudanças de Vidas - Como o aquecimento global já afeta o Brasil. Greenpeace Brasil, 2006, Disponível em: [http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/catalogo\\_clima.pdf](http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/catalogo_clima.pdf)

HANNAB, Milford A.; MAA, Fangrui. Biodiesel production: a review. Bioresource Technology, Nebraska, Lincoln, Ne, USA, p. 1-15. 2 fev. 1999.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia. 2004

JOSE GUARACI DANTAS (Brasil) (Org.). Instrumentos de apoio ao setor produtivo: onde buscar apoio para o seu negocio. 3. ed. Brasília, 2004. 398 p. MDIC, SDP. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sdp/insApoio/IASP.PDF>>. Acesso em: 8 ago. 2006.

KIM, Seungdo; E.DALE, Bruce. Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: Bioethanol and biodiesel. Biomass And Bioenergy, p. 1-14. 10 jun. 2005. Disponível em: <[www.elsevier.com.br/locate/biombioe](http://www.elsevier.com.br/locate/biombioe)>. Acesso em: 14 mar. 2006.

KOURI, Robério Ferreira Dos Santos e Joffre. Panorama Mundial do Agronegócio da Mamona. in: 2o Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006, Salvador. Cenário atual e Perspectiva. Salvador: 2006. p. 1 - 6. Disponível em: <<http://www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2006.

KOZLOWSKI, M. G. Entrevista: biodiesel. Diretor Excell Goiás Agroindustrial S.A . Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>>. Acesso em: 30 ago. 2006.

KUCEK, Karla Thomas. Otimização da Transesterificação Etílica do Óleo de Soja em Meio Alcalino. 2004. Química Orgânica (Mestre) - Curso de Pós Graduação em Química, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

LIMA, Paulo César Ribeiro. Consultor Legislativo da Área XIII (Comp.). Medida Provisória nº 214, de 2004: a Introdução do Biodiesel na Matriz Energética Brasileira. Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/>. Acesso em: 12 mar. 2005.

LOPES, Fernando. Processamento de Soja Tem Futuro Incerto. Valor econômico. Disponível em: <http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/30936.html>. Acesso em: 12 jan. 2007.

LUCENA, Thomas Krisp De. O Biodiesel na Matriz Energética Brasileira. 2004. 80 f. Monografia (Bacharelado) - Departamento de Instituto De Economia, Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LUNA, Denise; RIVERAS, Inaê. Mercado de biodiesel passa por "dores do crescimento". Disponível em: <http://www.forumcarajas.org.br/noticias2.php?id=381>. Acesso em: 30 dez. 2006.

MACEDO, Isaias de Carvalho (Org.). A Energia da Cana-de-Açúcar, ÚNICA: Berlends Editores LTDA, 2005.

MACHADO, Pedro L. O. de A.. Soil carbon and the mitigation of global climate change. Quím. Nova., São Paulo, v. 28, n. 2, 2005.

MAGALHÃES, Mônica. Investimentos em Biodiesel já Ultrapassam US\$ 1,5 bilhão. Disponível em: <http://www.canaweb.com.br/>. Acesso em: 2 nov. 2006.

MENDES, Ricardo De Albuquerque. Diagnóstico, Análise de Governança e Proposição de Gestão para a Cadeia Produtiva do Biodiesel da Mamona: o Caso do Ceará. 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transporte, Departamento de Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Fortaleza, 2005.

MOERI, Ernesto. Brasil - País dos Sheiks do Óleo Verde – É Pioneiro na Produção de Biodiesel em Larga Escala: Tecnologia de Proporções Continentais. Swisscam, Brasil, n. 42, p.08-12, 01 ago. 2005. Disponível em: [www.swisscam.com.br](http://www.swisscam.com.br). Acesso em: 12 dez. 2006.

MOREIRA, Jose R.; GOLDEMBERG, José. The Alcohol Program. Energy Policy. v.27, n.4 p. 229-245. 1999.

MORETTO, Eliane. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais: na Indústria de Alimento. São Paulo: Varela, 1998. 150 p.

MOTA, Marcelo. Participação de Carros Flex nas Vendas Cai Pela 1a. Vez. Reuters. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/reuters/2006/05/05/ult29u47688.jhtm>>. Acesso em: 5 maio 2006.

NASTARI, P. M. Tendências Mundiais Para o Uso de Etanol: 1975 – 2005 / Etanol Combustível Balanço e Perspectivas. Campinas: Brasil, 2005. UNICAMP. Disponível em: <[www.datagro.com](http://www.datagro.com)>. Acesso em: 15 set. 2006.

NATIONAL Biodiesel Board: the Official Site. Disponível em: <<http://www.biodiesel.org>>. Acesso em: 12 abr. 2006.

NOBRE, A.Carlos. A Amazônia e o Carbono Atmosférico, Scientific American Brasil, Ed. 6 – Novembro, 2002

NTU; Associação Nacional Das Empresas de Transportes Urbanos. Anuário. São Paulo: Gráfica Itamarati, 2004-2005. 28 p. Disponível em: <[http://www.ntu.org.br/publicacoes/anuario2004\\_2005.pdf](http://www.ntu.org.br/publicacoes/anuario2004_2005.pdf)>. Acesso em: 1 ago. 2006.

O ESTADO DE S PAULO :Sebo de Boi pode Virar Biodiesel., São Paulo, 14 jun. 2006.

O ESTADO DE S. PAULO: Biodiesel: Ceará Reclama de Pouca Ação do Governo Federal S. Paulo, 13 mar. 2006.

OLIVEIRA, J.a. Puppim de. The Policymaking Process for Creating Competitive Assets for the Use of Biomass Energy: the Brazilian Alcohol Programme. Renewable And Sustainable Energy Reviews, p. 129-140. jun. 2002. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)>. Acesso em: 15 fev. 2006.

OLIVEIRA, Luciano Basto, Potencial de Aproveitamento Energético de Lixo e de Biodiesel de Insumos Residuais no Brasil [Rio de Janeiro] 2004 , 237 p. (COPPE/UFRJ, D.Sc., Planejamento Energético, 2004) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

OLIVEIRA, SONIA MARIA MARQUES (Brasil). Tecpar - Instituto de Tecnologia do Paraná. Produção de Biodiesel: Relatório Técnico. Paraná: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt230.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2006.

PARENTE, Expedito José de Sá. BIODIESEL: Uma Aventura Tecnológica em Um País Engraçado. Fortaleza - Ce: Tecbio, 2003. 68 p. Disponível em: <<http://www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br/arquivo/94.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2005.

PARENTE, Expedito José de Sá. Mamonas Assassinas... Porém Sagradas. CREA. Disponível em: <[http://www.crea-mt.org.br/palavra\\_profissional.asp?id=51](http://www.crea-mt.org.br/palavra_profissional.asp?id=51)>. Acesso em: 2 nov. 2006.

PASCOTE, Ricardo; Martins, Gilberto. Viabilidade da Substituição Parcial do Biodiesel. 4º Mostra Acadêmica, UNIMEP 2006

PASCOTE, Ricardo; Martins, Gilberto. Existe *Trade-Off* Entre a Produção de Alimento e Biocombustível?. Conferencia Internacional de Agroenergia. Londrina Pr. 2006

PENTEADO, Mauricio Cintra de Salles. Identificação de Gargalos e Estabelecimento de Um Plano de Ação Para o Sucesso do Programa Brasileiro do Biodiesel. 2005. 195 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Curso de Engenharia Automotiva, Departamento de Escola Politécnica, Universidade De São Paulo., São Paulo, 2005.

PEREIRA, José Orilton Franco. Nabo Forrageiro - AL 1000: Adubação Verde Para Inverno. Campinas: Cati/dsmm - N.p.s, 1998. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/catiresponde/cr25naboforr.html>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

PESSUTI, O. A biomassa Paranaense e Sustentabilidade de Novos Sistemas Produtivos. In: Seminário Paranaense de Biodiesel, 1, 2003, Londrina. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>> Acesso em: 23 de agosto de 2006.

PETROBIO. Equipamentos para Biodiesel. Disponível em: <<http://www.petrobio.com.br/html/index.php>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

PINHÃO MANSO. Colheita e Beneficiamento do Pinhão Manso. Disponível em: <[http://www.pinhaomanso.com.br/jatropha\\_curcas/pinhao\\_manso/colheita.html](http://www.pinhaomanso.com.br/jatropha_curcas/pinhao_manso/colheita.html)>. Acesso em: 10 nov. 2006.

PINHÃO MANSO: Uma Planta de Futuro. Disponível em: <<http://www.pinhaomanso.com.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2006.

PONCHIO, Leandro Augusto; ALVES, Lucilio R; OSAKI, Mauro. Quanto Custa Produzir Biodiesel?. Piracicaba: Dedini S/A Indústrias de Base, 2006. 8 p. Fonte: CEPEA / DEDINI. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 31 jul. 2006.

PRONAF; Ministério do Desenvolvimento Agrário. Programa de Agroindustrialização da Produção dos Agricultores Familiares – 2003/2006. Brasil: 2002.

RABELO, Ivan Darwiche; HATAKEYAMA, Kazuo; CRUZ, Carlos Marcus Gomes da Silva. Estudo de Desempenho de Combustíveis Convencionais Associados a Biodiesel Obtido pela

Transesterificação de Óleo Usado em Fritura. Educação & Tecnologia: Periódico Técnico Científico dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs-PR/MG/RJ, Paraná, v. 8, n. 8, p.1-18, artigo 3. 2004,

RAUPP, Valdir. Biodiesel. Discurso no Senado Federal. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/>>. Acesso em: 30 jan. 2006.

RIBEIRO, Suzana Kahn. Aposta no Biodiesel. Scientific American, Brasil, n. 53, out. 2006. Mensal.

ROSA, Sérgio Eduardo Silveira Da; GOMES, Gabriel Lourenço. O Pico de Hubbert e o Futuro da Produção Mundial de Petróleo. Revista Do Bndes, Rio De Janeiro, v. 22, n. 11, p.21-49, 1 dez. 2004. Mensal.

ROSSET, Peter. Revolução Verde. 2000 Biblioteca das Alternativas. Disponível em: <<http://www.envolverde.com.br/>>. Acesso em: 9 ago. 2005.

SACILOTTO, ANTONIO CARLOS (Americana). Câmara Municipal de Americana. Programa Biodiesel proposto pelo vereador Sacilotto vira Lei em Americana. Disponível em: <<http://www.camara-americana.sp.gov.br/releases/Arquivos2005/leibiodiesel.asp>>. Acesso em: 1 ago. 2006.

SANTOS, Alan Lanke Dos; WEBER, Leonardo Marcon; MOREIRA, Thaís Zilio Testi. A matriz Energética e o Aproveitamento das Fontes Renováveis. Análise conjuntural. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/publicacoes/ana\\_conjuntural/ana\\_conjuntural\\_bol\\_fev\\_06.htm](http://www.ipardes.gov.br/publicacoes/ana_conjuntural/ana_conjuntural_bol_fev_06.htm)>. Acesso em: 25 ago. 2006.

SANTOS, Raquel do Carmo. Tecnologia Preserva Componentes Nutricionais de Óleos. jornal da UNICAMP. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/unicamp>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

SEAGRI (Bahia). Secretaria da Agricultura (Org.). Bahia Quer Topo na Produção de Dendê. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias.asp?qact=view&exibir=clipping-id=1526>>. Acesso em: 2 nov. 2006.

SEVERINO, Antonio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 335 p. (ISBN85-249-0050-4).

SEVERINO, Liv Soares. Agricultura Exige Tecnologia. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/colunistas/liv/agricultura-exige-tecnologia.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2006.

SILVA, Orlando Cristiano da, STELLA, Osvaldo, VARKULYA JR, Americo et al. Potencial de Mitigação de Gases Estufa pela Indústria de Óleo de Palma Visando a Captação de Recursos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). In: Encontro de Energia no Meio Rural, 3, 2000, Campinas.

SOUSA, Geovânia Silva de; PIRES, Mônica de Moura; ALVES, Jaênes Miranda. Potencialidade de Biodiesel com Óleos Vegetais e Gorduras Residuais. BiodieselBR. Disponível em: <[www.biodieselbr.com.br](http://www.biodieselbr.com.br)>. Acesso em: 30 jun. 2006.

SOUZA, Nilton José. Influência das Queimadas da Amazônia sobre o Efeito Estufa, disponível em: [http://www.floresta.ufpr.br/~lpf/ind\\_engenharia.html](http://www.floresta.ufpr.br/~lpf/ind_engenharia.html), acesso em 2 de Novembro de 2006

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciencias, 2003.

TORQUATO, Sérgio Alves. Cana-de-açúcar Para Indústria: O Quanto Vai Precisar Crescer. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 10, n. , out. 2006.

UDAETA, Miguel Edgar Morales et al. Comparação da Produção de Energia com Biesel e Biodiesel Analisando Todos os Custos Envolvidos. Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/estudos/biodiesel/comparacao-producao-energia-diesel-biodiesel-analisando-custos-envolvidos.htm> >. Acesso em: 3 abr. 2006.

URIOSTE, Daniele. Produção de Biodiesel por Catálise Enzimática do Óleo de Babaçu com Álcoois de Cadeia Curta. 2004. 123 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Pós Graduação da Engenharia Química, Faculdade De Engenharia Química De Lorena, Lorena, 2004.

VALOR ON LINE. Incerteza Trava Mercado de Biodiesel, 04 de agosto de 2006.

VALSECHI, O. A. Perspectivas da Indústria Alcooleira. In: Curso Teórico e Prático da Fermentação Etanólica, 2006, São Carlos. Palestra. São Carlos: Unesp/Ufscar, 2006.

VECCHIO, Ernesto Del. Biodiesel: Oportunidade de Negócio. São Paulo: Dedini S/a, 2005.

VERMONTER. Teremos as Florestas Úmidas Deitadas Abaixo Para Dar Lugar a Plantações de Óleo. Disponível em: <<http://www.midiaindependente.org/pt/blue/2005/12/339939.shtml>>. Acesso em: 1 ago. 2006.

WIKIPEDIA (Ed.). Historia do Biodiesel. Enciclopédia Digital. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>>. Acesso em: 4 jan. 2006.

WORLDWATCH INSTITUTE, BIOFUELS FOR TRANSPORTATION: Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century. Washington, d.c., 2006. 38 p. —Extended Summary.

WRM. Indonesia: de las plantaciones de palma aceitera, con represión... Boletín n.109. Disponível em: <<http://www.wrm.org.uy/boletin/109/opinion.html>>. Acesso em: 12 jan. 2007.

WUST, Elisiane. Estudo da Viabilidade Técnico: Científica da Produção de Biodiesel a Partir de Resíduos Gordurosos. 2004. 101 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Centro de Ciências Tecnológicas,, Universidade Regional de Blumenau – FURB., Blumenau, 2004. Cap. 2.

ZANCO, José Domingos, disponível em: [www.rotarydistrito4310](http://www.rotarydistrito4310), 2006, acesso em 12/11/2006.

**ANEXOS**

**ANEXO 1**

**DECRETO NO 5.297, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2004**



**DECRETO Nº 5.297, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2004.**

Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição, e tendo em vista o disposto no inciso XXIV do art. 6º e no inciso XVI do art. 8º da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, no § 1º do art. 1º da Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, e nos arts. 1º e 5º da Medida Provisória nº 227, de 6 de dezembro de 2004,

**DECRETA:**

Art. 1º As definições das expressões "Biodiesel" e "Produtor ou Importador de Biodiesel", para os fins deste Decreto, são as seguintes:

I - Biodiesel: combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil; e

II - Produtor ou Importador de Biodiesel: pessoa jurídica constituída na forma de sociedade sob as leis brasileiras, com sede e administração no País, beneficiária de concessão ou autorização da Agência Nacional de Petróleo - ANP e possuidora de Registro Especial de Produtor ou Importador de Biodiesel junto à Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda.

Art. 2º Fica instituído o selo "Combustível Social", que será concedido ao produtor de biodiesel que:

I - promover a inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, que lhe forneçam matéria-prima; e

II - comprovar regularidade perante o Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores - SICAF.

§ 1º Para promover a inclusão social dos agricultores familiares, o produtor de biodiesel deve:

I - adquirir de agricultor familiar, em parcela não inferior a percentual a ser definido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, matéria-prima para a produção de biodiesel;

II - celebrar contratos com os agricultores familiares, especificando as condições comerciais que garantam renda e prazos compatíveis com a atividade, conforme requisitos a serem estabelecidos pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário; e

III - assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

§ 2º O percentual de que trata o inciso I do § 1º:

I - poderá ser diferenciado por região; e

II - deverá ser estipulado em relação às aquisições anuais de matéria-prima efetuadas pelo produtor de biodiesel.

§ 3º O selo "Combustível Social" poderá, com relação ao produtor de biodiesel:

I - conferir direito a benefícios de políticas públicas específicas voltadas para promover a produção de combustíveis renováveis com inclusão social e desenvolvimento regional; e

II - ser utilizado para fins de promoção comercial de sua produção.

Art. 3º O coeficiente de redução da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS previsto no caput do art. 5º da Medida Provisória nº 227, de 6 de dezembro de 2004, fica fixado em 0,670.

Parágrafo único. Com a utilização do coeficiente de redução determinado no caput deste artigo, as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a receita bruta auferida pelo produtor ou importador, na venda de biodiesel, ficam reduzidas, respectivamente, para R\$ 39,65 (trinta e nove reais e sessenta e cinco centavos) e R\$ 182,55 (cento e oitenta e dois reais e cinquenta e cinco centavos) por metro cúbico de biodiesel.

Art. 4º Os coeficientes de redução diferenciados da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS, previstos no § 1º do art. 5º da Medida Provisória nº 227, de 2004, ficam fixados em:

I - 0,775, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semi-árido;

II - 0,896, para o biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF;

III - um, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semi-árido, adquiridos de agricultor familiar enquadrado no PRONAF.

§ 1º Com a utilização dos coeficientes determinados nos incisos I, II e III do caput deste artigo, as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a receita bruta auferida pelo produtor, na venda de biodiesel, ficam reduzidas para:

I - R\$ 27,03 (vinte e sete reais e três centavos) e R\$ 124,47 (cento e vinte e quatro reais e quarenta e sete centavos), respectivamente, por metro cúbico de biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semi-árido;

II - R\$ 12,49 (doze reais e quarenta e nove centavos) e R\$ 57,53 (cinquenta e sete reais e cinquenta e três centavos), respectivamente, por metro cúbico de biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF; e

III - R\$ 0,00 (zero), por metro cúbico de biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semi-árido, adquiridos de agricultor familiar enquadrado no PRONAF.

§ 2º O produtor de biodiesel, para utilização do coeficiente de redução diferenciado de que tratam os incisos II e III do § 1º deste artigo, deve ser detentor, em situação regular, da concessão de uso do selo "Combustível Social" de que trata o art. 2º deste Decreto.

§ 3º No caso de aquisição de matérias-primas que ensejem a aplicação de alíquotas diferentes para a receita bruta decorrente da venda de biodiesel, as alíquotas de que trata o § 1º deste artigo devem ser aplicadas proporcionalmente ao custo de aquisição das matérias-primas utilizadas no período.

§ 4º Para os efeitos do § 3º deste artigo, no caso de produção própria de matéria-prima, esta deve ser valorada ao preço médio de aquisição de matéria-prima de terceiros no período de apuração.

§ 5º As alíquotas deste artigo não se aplicam às receitas decorrentes da venda de biodiesel importado.

Art. 5º Compete ao Ministério do Desenvolvimento Agrário:

I - estabelecer procedimentos e responsabilidades para a concessão, renovação e cancelamento de uso do selo "Combustível Social" a produtores de biodiesel;

II - proceder à avaliação e à qualificação dos produtores de biodiesel para a concessão de uso do selo "Combustível Social";

III - conceder o selo "Combustível Social" aos produtores de biodiesel, por intermédio de ato administrativo próprio; e

IV - fiscalizar os produtores de biodiesel que obtiverem a concessão de uso do selo "Combustível Social" quanto ao cumprimento dos requisitos estabelecidos neste Decreto.

Parágrafo único. O Ministério do Desenvolvimento Agrário poderá celebrar convênios ou contratos para a realização dos procedimentos de que tratam os incisos II e IV deste artigo.

Art. 6º O selo "Combustível Social" terá validade de cinco anos, contados do dia 1º de janeiro do ano subsequente à sua concessão.

Parágrafo único. O produtor de biodiesel poderá solicitar ao Ministério do Desenvolvimento Agrário a renovação da concessão de uso do selo "Combustível Social", com antecedência mínima de cinco meses do término de sua validade.

Art. 7º O Ministério do Desenvolvimento Agrário deverá, no prazo de noventa dias, editar as medidas necessárias ao cumprimento das disposições deste Decreto, no âmbito de sua competência.

Art. 8º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 6 de dezembro de 2004; 183º da Independência e 116º da República.

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

*Antonio Palocci Filho*

*Dilma Vana Rousseff*

*Miguel Soldatelli Rosseto*

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 7.12.2004.

**Anexo 2-**

Instrução Normativa nº 02, de 30 de Setembro de 2005



**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

**LEI Nº 11.116, DE 18 DE MAIO DE 2005.**

Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre as receitas decorrentes da venda desse produto; altera as Leis nºs 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências.

[Mensagem de veto](#)

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

**CAPÍTULO I**

**DO REGISTRO ESPECIAL DE PRODUTOR  
OU IMPORTADOR DE BIODIESEL**

Art. 1º As atividades de importação ou produção de biodiesel deverão ser exercidas, exclusivamente, por pessoas jurídicas constituídas na forma de sociedade sob as leis brasileiras, com sede e administração no País, beneficiárias de autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, em conformidade com o [inciso XVI do art. 8º da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997](#), e que mantenham Registro Especial na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda.

§ 1º São vedadas a comercialização e a importação do biodiesel sem a concessão do Registro Especial.

§ 2º A Secretaria da Receita Federal expedirá normas complementares relativas ao Registro Especial e ao cumprimento das exigências a que estão sujeitas as pessoas jurídicas, podendo, ainda, estabelecer:

I - obrigatoriedade de instalação de medidor de vazão do volume de biodiesel produzido;

II - valor mínimo de capital integralizado; e

III - condições quanto à idoneidade fiscal e financeira das mesmas empresas e de seus sócios ou diretores.

§ 3º Excepcionalmente, tratando-se de produtor de pequeno porte, poderá ser concedido registro provisório por período não superior a 6 (seis) meses, sem prejuízo do disposto no art. 5º desta Lei.

Art. 2º O Registro Especial poderá ser cancelado, a qualquer tempo, pela Secretaria da Receita Federal se, após a sua concessão, ocorrer qualquer dos seguintes fatos:

I - desatendimento dos requisitos que condicionaram a sua concessão;

II - cancelamento da autorização instituída pelo [inciso XVI do art. 8º da Lei nº 9.478, de 6](#)

[de agosto de 1997](#), expedida pela ANP;

III - não cumprimento de obrigação tributária principal ou acessória, relativa a tributo ou contribuição administrados pela Secretaria da Receita Federal;

IV - utilização indevida do coeficiente de redução diferenciado de que trata o § 1º do art. 5º desta Lei; ou

V - prática de conluio ou fraude, como definidos na [Lei nº 4.502, de 30 de novembro de 1964](#), ou de crime contra a ordem tributária, previsto na [Lei nº 8.137, de 27 de dezembro de 1990](#), ou de qualquer outra infração cuja tipificação decorra do descumprimento de normas reguladoras da produção, importação e comercialização de biodiesel, após decisão transitada em julgado.

§ 1º Para os fins do disposto no inciso III do **caput** deste artigo, a Secretaria da Receita Federal poderá estabelecer a periodicidade e a forma de comprovação do pagamento dos tributos e contribuições devidos, inclusive mediante a instituição de obrigação acessória destinada ao controle da produção ou importação, da circulação dos produtos e da apuração da base de cálculo.

§ 2º Do ato que cancelar o Registro Especial caberá recurso ao Ministro de Estado da Fazenda.

## CAPÍTULO II

### DAS ALÍQUOTAS DAS CONTRIBUIÇÕES

Art. 3º A Contribuição para o PIS/Pasep e a Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social - Cofins incidirão, uma única vez, sobre a receita bruta auferida, pelo produtor ou importador, com a venda de biodiesel, às alíquotas de 6,15% (seis inteiros e quinze centésimos por cento) e 28,32% (vinte e oito inteiros e trinta e dois centésimos por cento), respectivamente. [\(Vigência\)](#)

Art. 4º O importador ou produtor de biodiesel poderá optar por regime especial de apuração e pagamento da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, no qual os valores das contribuições são fixados, respectivamente, em R\$ 120,14 (cento e vinte reais e quatorze centavos) e R\$ 553,19 (quinhentos e cinquenta e três reais e dezenove centavos) por metro cúbico.

§ 1º A opção prevista neste artigo será exercida, segundo termos e condições estabelecidos pela Secretaria da Receita Federal, até o último dia útil do mês de novembro de cada ano-calendário, produzindo efeitos, de forma irrevogável, durante todo o ano-calendário subsequente ao da opção.

§ 2º Excepcionalmente, a opção poderá ser exercida a qualquer tempo, produzindo efeitos, de forma irrevogável, para o ano de 2005, a partir do 1º (primeiro) dia do mês em que se fizer a opção.

§ 3º Sem prejuízo do disposto no § 2º deste artigo, o importador ou o produtor de biodiesel poderá adotar antecipadamente o regime especial de que trata este artigo, a partir de 1º de janeiro de 2005, não se lhes aplicando as disposições do art. 18 desta Lei.

§ 4º A pessoa jurídica que iniciar suas atividades no transcorrer do ano poderá efetuar a opção de que trata o **caput** deste artigo no mês em que começar a fabricar ou importar biodiesel, produzindo efeitos, de forma irrevogável, a partir do 1º (primeiro) dia desse mês.

§ 5º A opção a que se refere este artigo será automaticamente prorrogada para o ano-calendário seguinte, salvo se a pessoa jurídica dela desistir, nos termos e condições estabelecidos pela Secretaria da Receita Federal, até o último dia útil do mês de novembro do ano-calendário, hipótese em que a produção de efeitos se dará a partir do dia 1º de janeiro do ano-calendário subsequente.

§ 6º Na apuração das contribuições a serem pagas na forma deste artigo não será incluído o volume de produção de biodiesel utilizado para o consumo próprio do produtor.

Art. 5º Fica o Poder Executivo autorizado a fixar coeficiente para redução das alíquotas previstas no art. 4º desta Lei, o qual poderá ser alterado, a qualquer tempo, para mais ou para menos.

§ 1º As alíquotas poderão ter coeficientes de redução diferenciados em função:

I - da matéria-prima utilizada na produção do biodiesel, segundo a espécie;

II - do produtor-vendedor;

III - da região de produção da matéria-prima;

IV - da combinação dos fatores constantes dos incisos I a III deste artigo.

§ 2º A utilização dos coeficientes de redução diferenciados de que trata o § 1º deste artigo deve observar as normas regulamentares, os termos e as condições expedidos pelo Poder Executivo.

§ 3º O produtor-vendedor, para os fins de determinação do coeficiente de redução de alíquota, será o agricultor familiar ou sua cooperativa agropecuária, assim definidos no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf.

§ 4º Na hipótese de uso de matérias-primas que impliquem alíquotas diferenciadas para receitas decorrentes de venda de biodiesel, de acordo com o disposto no § 1º deste artigo, as alíquotas devem ser aplicadas proporcionalmente ao custo de aquisição das matérias-primas utilizadas no período.

§ 5º Para os efeitos do § 4º deste artigo, no caso de produção própria de matéria-prima, esta deve ser valorada ao preço médio de aquisição de matéria-prima de terceiros no período de apuração.

§ 6º O disposto no § 1º deste artigo não se aplica às receitas decorrentes da venda de biodiesel importado.

§ 7º A fixação e a alteração, pelo Poder Executivo, dos coeficientes de que trata este artigo não podem resultar em alíquotas efetivas superiores:

I - às alíquotas efetivas da Contribuição ao PIS/Pasep e à Cofins, adicionadas da alíquota efetiva da Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico de que trata a [Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001](#), previstas para incidência sobre o óleo diesel de origem mineral; nem

II - às alíquotas previstas no **caput** do art. 4º desta Lei.

§ 8º [\(VETADO\)](#).

Art. 6º Aplicam-se à produção e comercialização de biodiesel as disposições relativas ao [§ 1º do art. 2º das Leis nº 10.637, de 30 de dezembro de 2002](#), e [nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003](#).

Art. 7º A Contribuição para o PIS/Pasep-Importação e a Cofins-Importação, instituídas pelo [art. 1º da Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004](#), incidirão às alíquotas previstas no **caput** do art. 4º desta Lei, independentemente de o importador haver optado pelo regime especial de apuração ali referido, observado o disposto no **caput** do art. 5º desta Lei.

Art. 8º As pessoas jurídicas sujeitas à apuração da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, nos termos dos [arts. 2º e 3º das Leis nºs 10.637, de 30 de dezembro de 2002](#), e [10.833, de 29 de dezembro de 2003](#), poderão, para fins de determinação dessas contribuições, descontar crédito em relação aos pagamentos efetuados nas importações de biodiesel.

Parágrafo único. O crédito será calculado mediante:

I - a aplicação dos percentuais de 1,65% (um inteiro e sessenta e cinco centésimos por cento) para a Contribuição para o PIS/Pasep e de 7,6% (sete inteiros e seis décimos por cento) para a Cofins sobre a base de cálculo de que trata o [art. 7º da Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004](#), no caso de importação de biodiesel para ser utilizado como insumo; ou

II - a multiplicação do volume importado pelas alíquotas referidas no art. 4º desta Lei, com a redução prevista no art. 5º desta Lei, no caso de biodiesel destinado à revenda.

### CAPÍTULO III

#### DAS PENALIDADES

Art. 9º A utilização de coeficiente de redução diferenciado na forma do § 1º do art. 5º desta Lei incompatível com a matéria-prima utilizada na produção do biodiesel ou o descumprimento do disposto em seu § 4º acarretará, além do cancelamento do Registro Especial, a obrigatoriedade do recolhimento da diferença da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins com base no **caput** do citado art. 5º, com os acréscimos legais cabíveis.

Art. 10. Será aplicada, ainda, multa correspondente ao valor comercial da mercadoria na hipótese de pessoa jurídica que:

I - fabricar ou importar biodiesel sem o registro de que trata o art. 1º desta Lei; e

II - adquirir biodiesel nas condições do inciso I do **caput** deste artigo.

### CAPÍTULO IV

#### DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 11. A ANP estabelecerá os termos e condições de marcação do biodiesel para sua identificação.

Art. 12. Na hipótese de inoperância do medidor de vazão de que trata o inciso I do § 2º do art. 1º desta Lei, a produção por ele controlada será imediatamente interrompida.

§ 1º O contribuinte deverá comunicar à unidade da Secretaria da Receita Federal com jurisdição sobre seu domicílio fiscal, no prazo de 24h (vinte e quatro horas), a interrupção da

produção de que trata o **caput** deste artigo.

§ 2º O descumprimento das disposições deste artigo ensejará a aplicação de multa:

I - correspondente a 100% (cem por cento) do valor comercial da mercadoria produzida no período de inoperância, não inferior a R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), sem prejuízo da aplicação das demais sanções fiscais e penais cabíveis, no caso do disposto no **caput** deste artigo; e

II - no valor de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), sem prejuízo do disposto no inciso I deste parágrafo, no caso de falta da comunicação da inoperância do medidor na forma do § 1º deste artigo.

§ 3º Tratando-se de produtor de pequeno porte, as normas de que trata o § 2º do art. 1º desta Lei poderão prever a continuidade da produção, por período limitado, com registro em meio de controle alternativo, hipótese em que não se aplicará o disposto no inciso I do § 2º deste artigo.

Art. 13. A redução da emissão de Gases Geradores de Efeito Estufa - GEE mediante a adição de biodiesel ao óleo diesel de origem fóssil em veículos automotivos e em motores de unidades estacionárias será efetuada a partir de projetos do tipo "Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL", no âmbito do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, ratificado, no Brasil, pelo Decreto Legislativo nº 144, de 20 de junho de 2002.

Art. 14. O art. 8º, o inciso II do art. 10 e os arts. 12 e 13 da Lei nº 10.451, de 10 de maio de 2002, passam a vigorar com a seguinte redação:

"[Art. 8º](#) É concedida isenção do Imposto de Importação e do Imposto sobre Produtos Industrializados incidentes na importação de equipamentos e materiais destinados, exclusivamente, ao treinamento de atletas e às competições desportivas relacionados com a preparação das equipes brasileiras para jogos olímpicos, paraolímpicos, pan-americanos, parapan-americanos e mundiais.

[§ 1º](#) A isenção aplica-se a equipamento ou material esportivo, sem similar nacional, homologado pela entidade desportiva internacional da respectiva modalidade esportiva, para as competições a que se refere o **caput** deste artigo.

[§ 2º](#) A isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados estende-se aos equipamentos e materiais fabricados no Brasil." (NR)

"Art. 10. ....

.....

[II](#) - à manifestação do Ministério do Esporte sobre:

....." (NR)

"[Art. 12](#). Os benefícios fiscais previstos nos arts. 8º a 11 desta Lei aplicam-se a importações e aquisições no mercado interno cujos fatos geradores ocorram até 31 de dezembro de 2007." (NR)

"[Art. 13](#). A Secretaria da Receita Federal e o Ministério do Esporte expedirão, em suas respectivas áreas de competência, as normas

necessárias ao cumprimento do disposto nos arts. 8º a 12 desta Lei." (NR)

Art. 15. O art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, passa a vigorar acrescido do seguinte § 4º:

"Art. 2º .....

.....

**§ 4º** O biodiesel necessário ao atendimento dos percentuais mencionados no **caput** deste artigo terá que ser processado, preferencialmente, a partir de matérias-primas produzidas por agricultor familiar, inclusive as resultantes de atividade extrativista." (NR)

Art. 16. O saldo credor da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins apurado na forma do [art. 3º das Leis nºs 10.637, de 30 de dezembro de 2002](#), e [10.833, de 29 de dezembro de 2003](#), e do [art. 15 da Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004](#), acumulado ao final de cada trimestre do ano-calendário em virtude do disposto no [art. 17 da Lei nº 11.033, de 21 de dezembro de 2004](#), poderá ser objeto de:

I - compensação com débitos próprios, vencidos ou vincendos, relativos a tributos e contribuições administrados pela Secretaria da Receita Federal, observada a legislação específica aplicável à matéria; ou

II - pedido de ressarcimento em dinheiro, observada a legislação específica aplicável à matéria.

Parágrafo único. Relativamente ao saldo credor acumulado a partir de 9 de agosto de 2004 até o último trimestre-calendário anterior ao de publicação desta Lei, a compensação ou pedido de ressarcimento poderá ser efetuado a partir da promulgação desta Lei.

Art. 17. O financiamento agrícola no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf será adequado às peculiaridades do pequeno produtor, inclusive quanto a garantia de empréstimos destinados a safras sucessivas no mesmo ano.

Art. 18. O disposto no [art. 3º](#) desta Lei produz efeitos a partir de 1º de abril de 2005.

Art. 19. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 18 de maio de 2005; 184º da Independência e 117º da República.

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA  
*Antonio Palocci Filho*  
*Dilma Vana Rousseff*  
*Orlando Silva de Jesus Júnior*  
*Miguel Soldatelli Rosseto*

**Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 19.5.2005.**



**Anexo 3**

Instrução Normativa Nº 02, DE 30 DE Setembro de 2005



**Esta versão não substitui a publicada no DOU**

**INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 02, DE 30 DE SETEMBRO DE 2005**

Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos ao enquadramento de projetos de produção de biodiesel ao selo combustível social

O MINISTRO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, no uso das competências que lhe são conferidas pelo art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição Federal e pelo art. 27, inciso VIII, da Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, e considerando:

- a) o potencial representado pelos combustíveis de biomassa para ampliação e diversificação da matriz energética brasileira;
- b) o potencial de inclusão social e de geração de emprego e renda que a cadeia produtiva do biodiesel apresenta para os agricultores familiares do Brasil;
- c) o grande contingente de agricultores familiares nas regiões Norte e Nordeste, e a necessidade de implementar ações para geração de emprego e renda;
- d) a necessidade do desenvolvimento de políticas públicas voltadas à descentralização do desenvolvimento para as regiões Norte e Nordeste do Brasil;
- e) o enquadramento legal trazido à produção de biodiesel pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005;
- f) o ambiente favorável ao envolvimento da agricultura familiar na produção de biodiesel criado pelo Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004; e
- g) as normas de financiamento de projetos de produção de biodiesel instituídas pelos agentes financeiros, com condições especiais para projetos que promovam a inclusão social de agricultores familiares que lhes forneçam matérias-primas, conforme enquadramento a ser concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, RESOLVE:

**CAPÍTULO I**  
**Das definições**

Art. 1º Para efeito desta Instrução Normativa, consideram-se as seguintes definições:

I – Enquadramento bancário: aprovação preliminar do projeto que significa que o projeto está em conformidade com os procedimentos e as normas internas do agente financeiro;

II – Enquadramento social: é o procedimento adotado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário para atestar projetos de biodiesel que contemplem os critérios do selo combustível social visando acessar linhas especiais de financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES e suas Instituições Financeiras Credenciadas, o Banco da Amazônia S/A – BASA, o Banco do Nordeste do Brasil – BNB, Banco do Brasil S/A ou outras instituições financeiras que possuam condições especiais de financiamento para projetos com selo combustível social;

III - Selo combustível social: componente de identificação concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário ao produtor de biodiesel que cumpre os critérios descritos na Instrução

Normativa Nº 01, de 5 de julho de 2005, deste Ministério, e que confere ao seu possuidor o caráter de promotor de inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf, conforme estabelecido no Decreto nº 5.297, de 06 de dezembro de 2004; e

IV – Bancos: agentes financeiros que possuam linhas de financiamento para projetos de biodiesel com condições especiais para projetos com enquadramento social, agentes estes definidos como sendo o BNDES e suas Instituições Financeiras Credenciadas, o BASA, o BNB e o Banco do Brasil, podendo vir a se integrar outros bancos.

## CAPÍTULO II

### Dos critérios de enquadramento social dos projetos de biodiesel

Art. 2º O enquadramento de projetos ao selo combustível social é destinado a empresas juridicamente constituídas sob as leis brasileiras e que possuam um projeto de produção de biodiesel contemplando os critérios mínimos de inclusão social da agricultura familiar, referentes às aquisições mínimas da agricultura familiar, a proposta de contratos com os agricultores familiares de quem irá adquirir matérias primas e ao plano de assistência e capacitação técnica a estes, conforme disposto na Instrução Normativa Nº 01, de 5 de julho de 2005 do Ministério do Desenvolvimento Agrário, em seus arts. 2º, 5º, 6º, e 7º.

Art. 3º Os percentuais mínimos de aquisições de matéria-prima do agricultor familiar que trata o art. 2º desta IN ficam estabelecidos em 50% (cinquenta por cento) para a região Nordeste e semi-árido, 30% (trinta por cento) para as regiões Sudeste e Sul e 10% (dez por cento) para as regiões Norte e Centro-Oeste.

§ 1º O percentual mínimo de que trata este artigo é calculado sobre o custo de aquisição de matéria-prima a ser adquirida do agricultor familiar ou sua cooperativa agropecuária em relação ao custo de aquisições anuais totais a serem feitas no ano pelo produtor de biodiesel.

§ 2º No caso de produção própria de matéria-prima pelo produtor de biodiesel, esta deve ser valorada ao preço médio de aquisição de matéria-prima de terceiros no período de apuração.

§ 3º No caso de produção de matéria-prima em regime de parceria rural, contrato de meeiro ou outro similar, aquela parte da matéria-prima pertencente ao produtor de biodiesel deverá ser valorada ao preço médio de aquisição de matéria-prima do meeiro ou parceiro rural.

Art. 4º Quando se tratar da produção de biodiesel a partir de culturas perenes, será suficiente, para fins de comprovação dos percentuais mínimos de que trata o art. 3º, o cálculo da expectativa de produção em função da área a ser cultivada e contratada do agricultor familiar.

Parágrafo único. Para fins de cálculo de expectativa de produção da cultura perene, usar-se-ão os coeficientes técnicos de produtividade média durante a vida útil da cultura, referenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Companhia Nacional de Abastecimento – Conab ou pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.

Art. 5º A proposta de contratos a serem estabelecidos com os agricultores familiares de que trata o art. 2º desta IN terão participação de pelo menos uma representação dos agricultores familiares, que poderá ser feita por:

- I. Sindicatos de Trabalhadores Rurais, ou de Trabalhadores na Agricultura Familiar, ou Federações filiadas à Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura – Contag;
- II. Sindicatos de Trabalhadores Rurais, ou de Trabalhadores na Agricultura Familiar, ou Federações filiadas a Federação dos Trabalhadores da Agricultura Familiar – Fetraf;
- III. Sindicatos de Trabalhadores Rurais ou de Agricultores Familiares ligados à Associação Nacional dos Pequenos Agricultores – ANPA; e
- IV. outras instituições credenciadas pelo MDA.

Parágrafo único. A proposta de contratos a serem celebrados entre as partes deverá conter minimamente:

- I. o prazo contratual;
- II. o valor de compra da matéria-prima;
- III. os critérios de reajustes do preço contratado;
- IV. as condições de entrega da matéria-prima;
- V. as salvaguardas previstas para cada parte; e
- VI. a identificação e concordância com os termos contratuais da representação do agricultor familiar que participará das negociações comerciais.

Art. 6º O plano de assistência e capacitação técnica dos agricultores familiares de que trata o Art 2º poderá ser desenvolvido diretamente pela equipe técnica do produtor de biodiesel ou por instituições por ele contratadas.

Parágrafo único. O plano de assistência e capacitação técnica dos agricultores familiares de que trata o art. 2º deverá ser compatível com as aquisições a serem feitas da agricultura familiar e com os princípios e diretrizes da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural do MDA, que deve conter, pelo menos:

- I. a descrição do quadro de profissionais da assistência técnica, com seus respectivos currículos e funções;
- II. quando terceirizada, apresentar também cópia dos contratos com a instituição que prestará este serviço;
- III. a identificação da área de abrangência da assistência técnica, indicando o(s) Estado(s), município(s), comunidades, vilas ou assentamentos, se for o caso;
- IV. identificação do número de agricultores assistidos; e
- V. descrição da metodologia a ser empregada e as atividades a serem desenvolvidas junto aos agricultores familiares.

### CAPÍTULO III

Dos procedimentos para enquadramento social de projetos de biodiesel

Art. 7º A análise de enquadramento social do Ministério do Desenvolvimento Agrário será feita somente sobre projetos que comprovem terem sido enquadrados no agente financeiro onde pleiteia financiamento.

Parágrafo único. A análise de enquadramento social poderá ser feita pelo próprio agente financeiro onde o projeto foi submetido, desde que este tenha celebrado com o Ministério do Desenvolvimento Agrário um Termo de Cooperação Técnica para este fim.

Art. 8º A solicitação do enquadramento social deve ser efetuada pelo solicitante, por meio de protocolização na Secretaria da Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário ou diretamente no agente financeiro que atenda as condições especificadas no parágrafo único do art. 7º desta IN, com a apresentação da documentação relacionada no Anexo I.

Parágrafo único. A solicitação do enquadramento social requer a entrega, pelo interessado, do projeto de combustível social, cujo modelo referencial consta no Anexo II, bem como os principais dados que deverão conter no contrato a ser celebrado com os agricultores.

Art. 9º O Ministério do Desenvolvimento Agrário terá um prazo de 30 (trinta) dias, a contar da data de protocolização da documentação, para avaliar os projetos, e quando se constatar:

I. Conformidade, um ofício assinado pelo Secretário de Agricultura Familiar ou por seu representante legal será emitido e endereçado ao solicitante, com parecer conclusivo do enquadramento social, indicando o nome e o CNPJ da empresa com projeto aprovado;

II. Não conformidade, um ofício assinado pelo Secretário de Agricultura Familiar ou por seu representante legal será emitido e endereçado ao solicitante, indicando em que foi baseada a análise e com parecer conclusivo do não enquadramento social, indicando o nome e o CNPJ da empresa.

Parágrafo único. Quando a análise for feita pelo agente financeiro com quem o Ministério do Desenvolvimento Agrário tenha celebrado Termo de Cooperação Técnica para este fim, o prazo para o enquadramento social será o mesmo estabelecido pelo agente financeiro da solicitação de financiamento.

Art. 10 Em casos de aprovação de financiamento bancário do projeto com enquadramento social, a empresa apresentará ao MDA o seu cronograma de execução físico-financeiro a ser realizado.

§ 1º O prazo de cumprimento dos critérios do selo combustível social deverá ser coincidente com o prazo de inicialização das operações industriais, conforme o projeto final aprovado no agente financeiro.

§ 2º Atrasos no cronograma de implantação somente serão aceitos pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário se o forem pelo agente financeiro.

Art. 11 Dentro de seis meses após a inicialização das operações industriais ou seis meses após o término do prazo previsto no cronograma de implantação do projeto, o Ministério do Desenvolvimento Agrário avaliará o cumprimento dos critérios do selo combustível social mediante realização de avaliação externa, e quando se constatar:

I. Conformidade, o representante da empresa deverá fazer a solicitação do selo combustível social dentro de um prazo de 30 (trinta) dias; e

II. Não conformidade, se não forem aceitas pelo MDA as justificativas e contestações, o projeto será desenquadrado, será atualizada a base de dados no endereço eletrônico do Ministério do Desenvolvimento Agrário e será comunicado ao agente financeiro que aprovou o projeto.

§ 1º A constatação de não conformidade e conseqüente desenquadramento social do projeto, ou a não solicitação do selo combustível social dentro do prazo de 30 dias do início das operações industriais implicará comunicação do MDA ao agente financeiro que aprovou o projeto e os benefícios no financiamento do selo combustível social poderão ser perdidos.

§ 2º Poderá ser mantido o enquadramento social por seis meses adicionais, improrrogáveis, totalizando 12 (doze) meses desde a inicialização das operações industriais, desde que:

I. a empresa, detentora de projeto com enquadramento social, faça solicitação e justifique formalmente;

II. as obrigações, referentes às aquisições de matérias-primas estabelecidas em contrato com os agricultores familiares, sejam honradas; e

III. os agricultores familiares contratados estejam dotados de assistência técnica.

- 1) CAPÍTULO VI
- 2) Das disposições finais

Art. 12 A empresa com enquadramento social de seu projeto de biodiesel comunicará ao Ministério do Desenvolvimento Agrário as situações de mudança de endereço da unidade fabril, mudança de razão social, incorporação de empresas e início da atividade do produtor de biodiesel, com as respectivas documentações comprobatórias.

Art. 13 O enquadramento social dos projetos não confere às respectivas empresas o direito de uso do selo combustível social para fins de promoção comercial.

Art. 14 Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

**MIGUEL SOLDATELLI ROSSETTO**

ANEXO I – RELAÇÃO DE DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA PARA SOLICITAÇÃO DE  
CONCESSÃO DE USO DO SELO COMBUSTÍVEL SOCIAL A EMPREENDIMENTOS DE  
BIODIESEL

1. Carta de solicitação do enquadramento social do projeto (endereçoada ao Sr. Secretário de Agricultura Familiar).
2. Cópia autenticada da carta-resposta do agente financeiro, indicando o enquadramento bancário do projeto.
3. Projeto de combustível social (modelo anexo II)
4. Cópia do contrato a ser negociado entre a empresa e os agricultores familiares, ou suas cooperativas agropecuárias, especificando os termos contratuais e identificação da representação da agricultura familiar que participará das negociações.
5. Cópia autenticada do documento de inscrição no CNPJ do Ministério da Fazenda.
6. Declaração de Adimplência (modelo a seguir).

ENTIDADE:.....
DECLARAÇÃO
O Presidente (Secretário) do (a)..... ....., inscrita no CNPJ sob o nº .....,situado à ..... ....., no uso de suas atribuições e sob as penas do art. 299 do Código Penal, declara que:
Não está em situação de mora ou de inadimplência junto a qualquer órgão ou entidade da administração pública federal direta e indireta, conforme inciso VII do art. 2º e § 1º do art. 3º da IN STN/MF nº 01, de 15/01/97.
LOCAL E DATA
..... (Nome) (Cargo)

**ANEXO II - MODELO DE APRESENTAÇÃO DE PROJETO DE COMBUSTÍVEL SOCIAL**

<b>MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO SECRETARIA DA AGRICULTURA FAMILIAR</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO (USO DO ORGÃO)</b>
<b>NÚMERO DO PROCESSO:</b>	<b>PROTOCOLO (DIA/MÊS/ANO):</b>
<b>DADOS DA EMPRESA</b>	
<b>Razão Social:</b>	
<b>Nome do representante legal:</b>	
<b>CNPJ:</b>	
<b>ENDEREÇO DE INSTALAÇÃO DA UNIDADE DE BIODIESEL:</b>	<b>CEP:</b>
<b>RUA:</b>	<b>NÚMERO:</b>
<b>COMPLEMENTO:</b>	<b>CAIXA POSTAL:</b>
<b>MUNICÍPIO:</b>	<b>UNIDADE DA FEDERAÇÃO:</b>
<b>DADOS DO PROJETO</b>	
<b>TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO A SER EMPREGADA</b>	<b>CAPACIDADE DE PRODUÇÃO (Tonelada de matéria-prima e de biodiesel por ano)</b>
<b>MATÉRIAS PRIMAS A SEREM EMPREGADAS (especificar espécies de oleaginosas e tipo, como grão, óleo etc):</b>	

**CRITÉRIOS DO SELO COMBUSTÍVEL SOCIAL**

**1: PERCENTUAL DA MATÉRIA-PRIMA PRINCIPAL A SER EMPREGADA PROVENIENTE DA AGRICULTURA FAMILIAR SOBRE A PRODUÇÃO ANUAL TOTAL.**

Indicar o montante percentual em termos de receitas brutas.

## **2: MODELO DE CONTRATO ENTRE AGRICULTORES E A EMPRESA**

Apresentar:

- prazo contratual;
- valor de compra da matéria-prima;
- Os critérios de reajustes do preço a ser contratado;
- As condições de entrega da matéria-prima;
- As salvaguardas previstas para cada parte; e
- A identificação da representação do agricultor familiar que participará das negociações comerciais.

## **3: DESCRIÇÃO DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA A SER DISPONIBILIZADA AOS AGRICULTORES FAMILIARES**

- A descrição do quadro de profissionais da assistência técnica, com seus respectivos currículos e funções;
- Quando terceirizada, apresentar também cópia dos contratos/protocolo de intenções com a/as instituições que prestarão este serviço;
- A identificação da área de abrangência da assistência técnica, indicando o Estado (s) , município (s), comunidades, vilas ou assentamentos, se for o caso;
- Identificação do número de agricultores a serem assistidos; e
- Descrição da metodologia a ser empregada e as atividades a serem desenvolvidas junto aos agricultores familiares.

## **TERMO DE RESPONSABILIDADE**

**ASSUMIMOS CIVIL E CRIMINALMENTE, INTEIRA RESPONSABILIDADE PELA VERACIDADE DAS INFORMAÇÕES AQUI PRESTADAS.**

Representante Legal da empresa (Assinatura e Identificação)

ANEXO 4-

EXISTE *TRADE-OFF* ENTRE A PRODUÇÃO DE ALIMENTO E BIOENERGIA?

# EXISTE *TRAD-OFF* ENTRE A PRODUÇÃO DE ALIMENTO E BIOCOMBUSTÍVEIS?

RICARDO PASCOTE <sup>1</sup>, GILBERTO MARTINS <sup>2</sup>

1-Eng Industrial Mecânico, Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP, [rpascote@uol.com.br](mailto:rpascote@uol.com.br)

2- Universidade Federal do ABC, UFABC, [gilberto.martins@ufabc.edu.br](mailto:gilberto.martins@ufabc.edu.br)

Escrito para apresentação na CONAE – Conferência Internacional de Agroenergia  
11, 12 e 13 de Dezembro de 2006 – Londrina - Paraná – Brasil

**RESUMO:** Este trabalho desenvolve uma análise da potencialidade de produção no Brasil de biocombustíveis (álcool e biodiesel), para possível substituição parcial do petróleo utilizado no transporte no mundo. Este trabalho levou em consideração o consumo de petróleo e biomassa no mundo e os limites da capacidade produtiva do Brasil, antes de interferir na produção de alimentos, evitando assim o aumento de preço dos produtos do campo e a dificuldade de acesso pela camada mais pobre da população.

Foi feita uma análise bibliográfica do potencial de consumo de petróleo no transporte no mundo e sua possível substituição parcial pela biomassa. Foi levantada a capacidade produtiva do Brasil, de biodiesel e álcool, para possível fornecimento de parte da biomassa que possivelmente substituirá o combustível líquido de petróleo utilizado no transporte mundial.

Não foi detectada neste trabalho a necessidade de substituição da área plantada com alimentos por biomassa para o Brasil, em função da grande extensão de terras ainda ociosas a ser explorada. O mesmo não se pode afirmar da União Européia, que parece estar já no limite de sua produção, antes de comprometer a sua produção de alimentos.

**PALAVRAS CHAVES:** biocombustíveis, alimento, limites

**ABSTRACT:** Based on a research of available information concerning the world's production of biofuels (bioethanol e biodiesel) and its perspectives of growth in the next years, a projection of the demand of bioethanol in global scale and of biodiesel in national terms was made. Using the productivity of the main involved species (sugar cane for bioethanol and castorbean for biodiesel), the areas needed to it supply part of market were calculated. The obtained values were compared to the overall brazilian agricultural area, showing a potentiality for the supplying about 60% of the world demand for bioethanol in 2010. As for biodiesel, the supply of the national demand in 2013 only with castorbean would involve the occupation of great part of the available area of northeast, with risks of environmental impacts. This demand could however be attended with soy been, considering its present scale of production. It was not detected in this work the need to change already cultivated area with food into biofuels in Brazil, considering the large extension of land still available to be incorporated to agriculture with socially acceptable impacts, which does not seem the case of the European Union, where agricultural land is very limited.

**KEY WORLD:** Biofuels, food, limit

**INTRODUÇÃO:**No mundo, cerca de 90% da energia consumida, provém de fontes fósseis, sendo esta esgotável. Com isso, torna-se cada vez mais importante a pesquisa e o desenvolvimento de novas fontes renováveis de energia como forma de aumentar a oferta energética com sustentabilidade ambiental.(SOUZA ,2006).

O Brasil tem o maior território tropical do mundo apto para o desenvolvimento da agroenergia. O álcool e o biodiesel estão levando os investidores a uma corrida desenvolvimentista no setor. No entanto este processo de implantação deve ser bem monitorado, com uma calibração dos benefícios

oferecidos, pois, a exemplo do que está ocorrendo na Alemanha, líder da produção do biodiesel na Europa, onde existe já uma grande competição entre a produção de biocombustível e alimento. (FRONDEL 2006).

Na busca por maior produção de biocombustíveis, poderá haver um *trade-off*, entre a produção de alimentos através da agricultura familiar e a agroenergia, trazendo conseqüências que devem ser cuidadosamente analisadas.

Este trabalho tem por objetivo, uma análise dos limites e cuidados necessários para a ampliação da oferta de biomassa energética, analisando as potencialidades e fraquezas do Brasil, no intuito de evitar uma concorrência com a produção de alimento.

**DESENVOLVIMENTO:**Está havendo no mundo uma corrida para a agroenergia em vários países. Notadamente aquela associada aos biocombustíveis para a substituição de derivados de petróleo para o transporte. Em 2004 a União Européia produziu 2,2 bilhões de litros de biodiesel e a previsão para a produção de álcool em 2010 é de aproximadamente 16 bilhões de litros, sendo estimado para isso o uso de 2,2 milhões de hectares (FRONDEL 2006). Fabricantes de margarina já estão pedindo ajuda ao Parlamento Europeu para competir, no uso de grãos, com as refinarias do biodiesel subsidiado(ATHAÍDE 2006).

Nos EUA estão previstas as implantações de 55 destilarias no estado americano de Iowa, que é produtor de milho. Se todas essas destilarias forem construídas será usada toda a safra de milho do Estado para a produção de etanol.

Em uma análise preliminar, poderá estar se desenhando um trad-off entre o combustível verde e o alimento do mundo. Converter produtos da fazenda em combustível para automóveis e caminhões, passou a ser altamente lucrativo.

No início de 2006 a capacidade produtiva do biodiesel na União Européia era de 3,75 milhões de toneladas. A expectativa para dezembro de 2006 será de 4,5 milhões de toneladas e 5,3 milhões de toneladas em dezembro de 2007. Nos EUA, em 2005 a oferta foi de 75 milhões de galões (284 mil toneladas); em 2006 aumentarão a produção para 500 mil toneladas.

Estima-se que em 2010 o biodiesel represente 6 % do combustível utilizado na Europa, o que, indica uma expansão do mercado das "novas energias". Segundo alguns autores, as empresas brasileiras estarão bem estruturadas, com competitividade para entrar no mercado Internacional, pois o Brasil, poderá se tornar o maior fornecedor mundial de biodiesel, podendo abastecer o mundo com 60% da produção mundial. (KOZLOWSKI 2006)

No Brasil existe um grande potencial para produzir biomassa em quase toda sua extensão territorial, por sua localização geográfica e vocação agrícola. Em cada parte do território nacional tem-se espécie de plantas rica em óleo, adaptadas às suas condições de solo e de clima e a cana de açúcar se adaptou em todo território nacional.

O uso de etanol e a exportação de açúcar triplicaram a produção de cana no Brasil desde 1975. Presente em todos os Estados, a cana ocupa 8% da área de cultivo, de um total de 60,4 milhões de hectares(VALSECHI 2006), para isso mobiliza 300 usinas e 60 mil produtores de cana. Graças à evolução tecnológica e gerencial, o Brasil é hoje, no plano mundial, imbatível em termos de custos de produção de etanol e de açúcar a partir da cana.. (BRASIL 2005)

O Brasil, produziu 16,5 bilhões de litros de etanol (45,2% do total mundial) o que mobilizou 500 mil empregos diretos, em 2005. Os EUA produziram 16,2 bilhões de litros de etanol (44,5 % do total mundial) e 200 mil empregos diretos. Estima-se que, nos próximos 5 anos, a demanda interna por cana-de-açúcar salte de 240 milhões de toneladas, para algo em torno de 334 milhões de toneladas sendo, 84 milhões para açúcar e o restante para álcool (BRASIL 2005).

De acordo com a Embrapa, existem aproximadamente 100 milhões de hectares aptos à expansão da agricultura de espécies de ciclo anual. Adicionalmente, estima-se uma liberação potencial de área equivalente a 20 milhões de hectares, proveniente da elevação do nível tecnológico na pecuária, com maior lotação por hectare, o que tornaria disponíveis áreas atualmente ocupadas por pastagens para outros cultivos.

No mesmo sentido com uma visão mais abrangente, em Brasil (2005), considera-se que a área de expansão de cerrados, a integração pecuária lavoura, a recuperação de pastagens, a ocupação de áreas de pastagens degradadas e outras áreas antropizadas, as áreas de reflorestamento e a incorporação de

áreas atualmente marginais, por melhoria da tecnologia, podem aproximar-se de 200 milhões de hectares, quando projetado o longo prazo. figura-1

Não há zoneamento específico para a cana no país. A experiência com a cultura, em quase todo o Brasil, e a adaptação de cultivares em áreas de expansão indicam que nas áreas de expansão livres, hoje, de 90 milhões de hectares apenas em cerrados, seria possível utilizar sem conflitos os 2,5-3 milhões de hectares necessários.

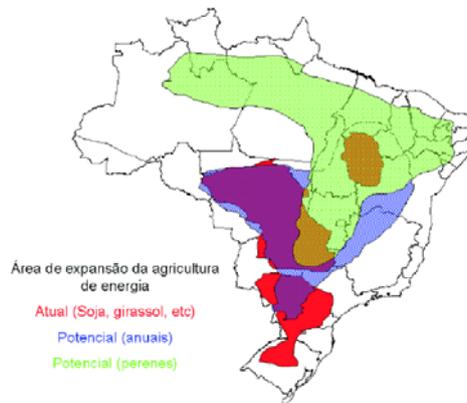


Figura 1 – Área de expansão da agricultura de energia  
Fonte Brasil – 2005

**RESULTADO E DISCUSSÃO:** Estima-se que em função da demanda por biocombustíveis, os preços do produto da agroenergia poderão ser majorados, o que poderá criar oportunidades para empresas processadoras de alimentos elevarem os seus preços. A demanda maior gera mais competição por alimentos, já que biocombustíveis disponíveis comercialmente, como etanol e biodiesel, utilizam lavouras que também são destinadas à produção de alimentos. Brough (2006), relata que uma substituição de 20% de combustível fóssil por biocombustível para necessidades de transportes na União Européia poderia exigir o uso de até 61% da quantidade atual de terras aráveis do bloco.

O impacto mais provável dessa competição por recursos, entre alimentos e biocombustível, será uma pressão maior sobre os preços dos produtos agrícolas, uma vez que a elevação do preço do petróleo hoje é um fato. A maior preocupação pode ser a disponibilidade de terra.

O mundo consome aproximadamente 1,2 trilhões de litros de gasolina por ano (NASTARI 2005).

Considerando uma estimativa de adição de álcool na gasolina do mundo de 10% (FIGUEIRA 2005), e que apenas 60 % dos consumidores adotarão esta adição (NASTARI 2005): tem-se então uma demanda mundial de álcool de 72 bilhões de litros / ano.

Pode-se considerar que o Brasil terá condições de fornecer até 60% da demanda mundial de álcool em função de barreiras comerciais e concorrência de outros países. Nestas proporções, o Brasil terá que produzir aproximadamente 43 bilhões de litros de álcool/ ano, somente para o mercado externo. O rendimento da produção do álcool é aproximadamente 5000 litros hectare/ano (MOREIRA 1999). Neste cenário, será necessário um incremento de 8,6 milhões de hectare plantados de cana-de-açúcar, para produção de álcool, para suprir esta demanda. Esta necessidade de terra é muito inferior à disponibilidade de expansão da fronteira agrícola que o Brasil possui conforme citado acima, entretanto deve-se ter instrumentos de zoneamento adequados, de forma a evitar a ocupação de áreas plantadas com culturas alimentícias pela cana de açúcar.

No caso do Biodiesel, existe uma programação, através da Medida provisória nº. 214 e 227, de adição de 5% de biodiesel no diesel fóssil até 2013, através do Programa Nacional do Biodiesel.

Considerando somente o consumo interno de diesel fóssil, que é aproximadamente da ordem de 40 bilhões de litros / ano (ANP), serão necessários aproximadamente 2 bilhões de litros de biodiesel, para atingir a cota de 5%.

Este programa tem como alvo a produção de mamona no NE, através da agricultura familiar. A produção atual do Brasil é cerca de 50 mil t/ano de óleo, proveniente principalmente do NE, que se transformado, equivale a 60 milhões de litros de biodiesel aproximadamente. (BRASIL 2005). Isto equivale a uma produtividade de aproximadamente 400 litros/ha.ano. Para atender a demanda prevista acima apenas com mamona, seriam necessários entre 2 e 5 milhões de ha plantados com mamona.

No nordeste brasileiro há aproximadamente 45 milhões de hectares de terras agronomicamente aptas ao cultivo da mamona (PIRES et al., 2004 apud SOUZA 2006), entretanto segundo Maria (2001), apud Moreira (2005), existem problemas com a degradação física do solo nesta cultura tanto em função da arquitetura da planta como de seus tratamentos culturais

No caso específico do biodiesel oriundo do óleo de soja, não seria necessária a expansão da produção agrícola, pois somente de óleo de soja, exportamos 2,7 bilhões de litros ano (ABIOVE 2006), suficiente para suprir as necessidades internas de biodiesel.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Como relatado acima, o Brasil está sendo considerado o maior *player* no cenário bioenergético mundial.

Não foi detectada neste trabalho a necessidade de substituição da área plantada com alimentos por biomassa para o Brasil, em função da grande extensão de terras ainda ociosas a ser explorada. O mesmo não se pode afirmar da EU, que parece estar já no limite de sua produção, antes de comprometer a produção de alimentos.

Este cenário beneficiará o Brasil, garantindo seu posicionamento como maior *player* do *agrobusiness*. No entanto deverá ser estabelecidos critérios com relação à localização das áreas da expansão da produção da agroenergia, através de incentivos e zoneamento para o cultivo da cana de açúcar assim como é feito com a mamona no nordeste brasileiro, evitando assim que ocorra a troca de cultura próxima as áreas urbanas, encarecendo os alimentos.

No caso do biodiesel produzido a partir da soja, haverá uma super produção de proteína como descarte da parte lipídica. Este excesso de proteína poderá baixar o preço da ração animal, beneficiando os agropecuaristas.

O desenvolvimento da agroenergia beneficiará agricultores em regiões menos favorecidas, trazendo o desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida.

Terras que não valiam nada, passam a valer muito em função da alta demanda por biocombustíveis.

A demanda de álcool está garantida não só no presente para substituição dos derivados de petróleo, mas também porque o futuro energético será o Hidrogênio, que poderá ser obtido através do álcool.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ABIOVE. **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais**. 2006

ANP. **Ministério das Minas e Energias**. 2006.

ATHAYDE, E. **Quebra-cabeças da economia energética**. Pólo Nacional de Biocombustível - ESALQ.

BRASIL; AGRICULTURA, Ministério da. **Plano Nacional de Agroenergia**. Brasil: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 120 p.

FIGUEIRA, S. R. **Os programas de álcool como combustíveis nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação do Brasil**. 2005. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Departamento de Esalq, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FRONDEL, M.; PETERS, Jorg. Biodiesel: A new Oildorado?. **Elsevier: Energy Policy**, Hohenzollerstr, 2006.

KOZLOWSKI, M. G. **Entrevista: biodiesel**. Diretor Excell Goiás Agroindustrial S.A . Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em: 30 ago. 2006.

MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J.; The alcohol program. **Energy Policy: Elsevier**, Instituto de Eletrotécnica e Energia, University Of São Paulo, Brazil, p. 229-245. 23 out. 1997.

NASTARI, P. M. **TENDÊNCIAS MUNDIAIS PARA O USO DE ETANOL: 1975 – 2005 / Etanol Combustível Balanço e Perspectivas**. Campinas: Brasil, 2005. UNICAMP. Disponível em: <[www.datagro.com](http://www.datagro.com)>. Acesso em: 15 set. 2006.

SOUZA, G. et al . **Potencialidade de Biodiesel com Óleos Vegetais e Gorduras Residuais**. BiodieselBR . Disponível em: <[www.biodieselbr.com.br](http://www.biodieselbr.com.br)>. Acesso em: 30 jun. 2006.

VALSECHI, O. A. Perspectivas da Indústria Alcooleira. In: CURSO TEÓRICO E PRÁTICO DA FERMENTAÇÃO ETANÓLICA, 2006, São Carlos. **Palestra**. Sao Carlos: Unesp/Ufscar, 2006.