



ANÁLISE DO BIODIESEL SOB ASPECTO SOCIAL, ECONÔMICO, AMBIENTAL E DO PROCESSO.

FELIPE RODRIGUES PINTO FERRO

Monografia em Engenharia Química.

Orientador

Mário Sérgio O. Castro, Engenheiro
Professor EQ/DPO

ANÁLISE DO BIODIESEL SOB ASPECTO SOCIAL, ECONÔMICO, AMBIENTAL E DO PROCESSO.

Felipe Rodrigues Pinto Ferro

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química,
como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenharia Química.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Abraham Zakon
Doutor Engenheiro Químico
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Maria José de O. C. Guimarães
D.Sc. Engenheira Química
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Simone Louise Delarue C. Brasil
D.Sc. Engenheira Química
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Mário Sérgio O. Castro (orientador)
Engenheiro Químico
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

CONCEITO FINAL: _____

Aos meus familiares e amigos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS, por ter estado ao meu lado durante todo o tempo, me ajudando superar a todas as dificuldades, abrindo sempre uma porta quando uma janela se fechava. Agradeço também por me carregar nos momentos de maiores dificuldades, por ter posto no meu caminho somente pessoas boas e dispostas a me ajudar. A Ele toda a honra e Glória.

Agradeço a minha irmã Bárbara, que não somente durante a confecção do projeto, mas durante toda a faculdade me ajudou, com verificações sobre meu projeto, conversa com professores, realização dos processos burocráticos. Sem ela nada seria possível.

Agradeço a minha namorada, Christiane Alves, por todo seu amor, incentivo, companheirismo, compreensão. Agradeço por ela estar ao meu lado o tempo todo me ajudando a vencer cada obstáculo.

Agradeço a minha mãe, meu pai e padrasto por todo o incentivo, através de orientações, amor, incentivo moral e financeiro.

Agradeço ao meu orientador, o professor Mário Sérgio, por toda a orientação, ajuda e compreensão.

Agradeço a Escola de Química por todo conhecimento que colocou a minha disposição, por todo investimento em mim.

Sou muito grato a todos.

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenharia Química.

ANÁLISE DO BIODIESEL SOB ASPECTO SOCIAL, ECONÔMICO, AMBIENTAL E DO PROCESSO.

Felipe Rodrigues Pinto Ferro

Novembro de 2008

Orientador: Prof. Mário Sérgio O. Castro, Engenheiro

Resumo

Os combustíveis fósseis, no contexto atual, se encontram em crise. Com isso a necessidade de uma nova fonte energética se impõe. Este trabalho irá analisar o biodiesel como nova fonte energética. Será visto um histórico inicial do biodiesel no mundo, serão vistas as possibilidades de matérias prima para a obtenção de óleo, como a soja, mamona dentre outras, sendo feito uma análise sobre o biodiesel obtido a partir de cada uma. Os processos de obtenção serão comparados, sendo analisadas as principais vantagens e desvantagens de cada rota. Sob aspectos ambientais, será feita uma comparação entre a emissão de poluentes dos principais combustíveis utilizados (diesel, biodiesel e gás natural). No que tange aos aspectos mercadológicos e econômicos será visto a forma que o biodiesel foi inserido no mercado brasileiro e quais são as previsões. E por fim será feito uma análise social, mostrando quais as vantagens o biodiesel traz para o Brasil, no que se refere a empregos, saúde.

ÍNDICE

1- INTRODUÇÃO	1
2- PETRÓLEO	2
3- BIODIESEL	8
3.1 – Histórico	10
3.1.1 - Panorama Geral do Biodiesel no mundo	14
3.2 – Matérias – Primas	18
3.2.1 – Pinhão Manso	29
3.2.2 – Girassol	21
3.2.3 – Nabo Forrageiro	23
3.2.4 – Babaçu	24
3.2.5 – Palma	26
3.2.6 – Algodão	30
3.2.7 – Tungue	32
3.2.8 – Mamona	34
3.2.9 – Soja	36
3.3 – Tecnologia	39
3.3.1 – Refino do Óleo	39
3.3.2 – Esterificação	42
3.3.3 – Transesterificação	46
3.3.4 – Transesterificação Enzimática	50
3.3.5 – Craqueamento	51
4- ASPECTOS MERCADOLÓGICOS	52
5 - ASPECTOS ECONÔMICOS	55
6 - MEIO AMBIENTE	61
7 – SOCIAL	65
8 - ANÁLISE SOBRE A CRISE DOS ALIMENTOS	66
8.1 – Visão Contrária aos Biocombustíveis	66
8.2 – Visão Favorável aos Biocombustíveis	67

8.3 – Análise	68
9 – CONCLUSÃO	69
10 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reservas Provadas de Petróleo, Segundo Regiões Geográficas – 2003 (bilhões barris)	2
Figura 2 – Exportação de Diesel (01/1996 – 04/2007).....	4
Figura 3 – Importação do Diesel (01/1996-04/2007).....	6
Figura 4 – Motor após uso de óleo vegetal puro	10
Figura 5 - Consumo de biodiesel na Europa – 1998 a 2000	12
Figura 6 – Evolução do Marco Regulatório.....	14
Figura 7 – Programa de Incentivos.....	18
Figura 8 – Semente do Pinhão.....	20
Figura 9 – Óleo de Pinhão Manso em Comparação com o Óleo Diesel.....	21
Figura 10 – Babaçu	24
Figura 11 – Artesanato Feito com Babaçu.....	25
Figura 12 – Árvore da palma (E) e fruto da palma (D).....	27
Figura 13 – Agropalma.....	30
Figura 14 – Algodão.....	31
Figura 15 – Tungue.....	33
Figura 16 – Produção de Óleo.....	37
Figura 17 - Soja.....	38
Figura 18 Características Físico-Químicas dos Biodieseis Metílico, Etilico, e Diesel....	38
Figura 19 – Reação de Esterificação.....	42
Figura 20 - Proporção em % de Ácidos Graxos em Óleo.....	43
Figura 21 - Fluxograma da produção de biodiesel a partir de esterificação	46
Figura 22 – Reação de Transesterificação.....	47
Figura 23 - Parâmetros de Processo.....	47

Figura 24 - Fluxograma do Processo de Produção de Biodiesel via transesterificação..	49
Figura 25 - : Esquema da reação de craqueamento de um triglicerídeo (componente de um óleo vegetal)	51
Figura 26 - Temperaturas de Craqueamento e Rendimento por Faixa de Temperatura de Corte na Destilação da Mistura de Hidrocarbonetos Obtidos Durante o Craqueamento.....	52
Figura 27 - Evolução do Mercado.....	55
Figura 28 - Matéria-Prima Agrícola no Custo de Produção Agrícola.....	58
Figura 29 - Matéria - Prima Agrícola Comprada no Mercado.....	60
Figura 30 - Aumento de Empregos devido à Inserção do Biodiesel.....	65
Figura 31 - Área cultivada direcionada ao biodiesel.....	68
Figura 32 - Crescimento da População Mundial	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Derrocada da Era Diesel	3
Gráfico 2 – Matriz de Combustíveis Veiculares.....	3
Gráfico 3 – Análise da Distribuição da Exportação de Diesel de entre os Estados Produtores	5
Gráfico 4 – Análise de Distribuição das Importações de Diesel para os Estados do RJ e SP	7
Gráfico 5 – Produção Mundial de Biodiesel	16
Gráfico 6 – Evolução da Produção de Biodiesel no Mundo.....	17
Gráfico 7 - Efeito do Álcool na Produção do Biodiesel	44
Gráfico 8 – Efeito do Biodiesel sobre as emissões associadas ao Biodiesel	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BTU – Unidade Térmica Britânica

CBIE – Centro Brasileiro de Infra Estrutura

CEI – Comissão Executiva Interministerial

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em economia Aplicada

CIDE – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNPE – Conselho nacional de Política Energética

COAPAR – Cooperativa Agroindustrial do Parecis

CONAB – Companhia nacional de Abastecimento

EMPRABA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GG – Grupo Gestor

MME – Ministério de Minas e Energia

MSATs – Móbile Source air Toxics

(O/I) – Análise output-input

OPEP – Organização de Países Exportadores de Petróleo

ONU – Organização das Nações Unidas

PNPB – Programa Nacional de produção e Uso do Biodiesel

PRODECOOP – programa de Desenvolvimento Cooperativo para agregação de valor à Produção Agropecuária

PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

1. INTRODUÇÃO

A principal forma de energia utilizada, no mundo, no contexto em que vivemos é a de combustíveis fósseis. Porém, devido à alta demanda energética que só tende a crescer com o passar dos anos, ao seu esgotamento, que está cada dia mais próximo, irá ocasionar altos preços e torná-lo de difícil acesso ao consumidor, e a sua responsabilidade pela crescente emissão de poluentes na atmosfera que estão ocasionando o efeito estufa e promovendo um maior aquecimento global e conseqüentemente afetando de forma brusca ao meio ambiente, faz-se necessário o surgimento de novas fontes alternativas de energia, compatível com as metas de desenvolvimento sustentável. Fontes estas que deverão chegar ao consumidor de forma menos custosa, que sejam renováveis, menos agressivas ao meio ambiente e que possam ser produzidas em uma quantidade de forma que atenda a demanda dos consumidores.

O Brasil é amplamente conhecido pelo seu clima tropical e pelos seus bons solos para produção de produtos primários. A variedade de matérias primas obtidas a partir da agricultura, capazes de gerar biocombustíveis são a solução para essa questão energética que se encontra no país. Os combustíveis obtidos através de biomassa são renováveis, pois podem ser plantados.

O biodiesel é um combustível biodegradável, derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos. Pode ser produzido a partir de biomassa, como gorduras animais ou de óleos vegetais, existindo dezenas de espécies vegetais no Brasil que podem ser utilizadas, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, usados dentre outras. Também pode ser obtido a partir de óleo de cozinha usado, possibilitando a reciclagem deste e impedindo que seja lançado ao meio ambiente. O biodiesel pode ser obtido através de alguns processos, dentre eles estão a transesterificação, esterificação e craqueamento.

Por sua vez o petróleo, gerador de vários combustíveis dentre eles o diesel, que é o mais utilizado no Brasil. Nosso sistema de transportes, majoritariamente rodoviário, utiliza-se diesel de petróleo como principal fonte de energia. Esta fonte é não renovável e apresenta, também outros problemas como as altas taxas de poluição, aumento constante de pesos, diminuição das jazidas e é objeto das disputas políticas entre países.

2. PETRÓLEO

Verifica-se a necessidade de novas fontes de energia que possam substituir os derivados de petróleo. As principais causas são, o fato quase que unânime na bibliografia, de que este combustível fóssil terá suas fontes esgotadas. Isso vai contra o crescimento econômico, onde tendenciosamente a indústria irá crescer cada vez mais necessitando de uma maior quantidade de combustível. Com o aumento do consumo e a diminuição das fontes, há uma tendência de crescimento dos preços dos derivados de petróleo (este dado desconsidera crises políticas).

Referente à questão ambiental, este combustível contribui para um aumento cada vez maior de emissões de poluentes, agravando o aquecimento global. Então, ser um combustível ambientalmente menos agressivo, é imperativo para a nova fonte energética.

As reservas petrolíferas existentes no mundo possuem cerca de 1.147,80 milhões de barris. Desconsiderando o crescimento que as indústrias terão, este combustível fóssil tem um consumo de aproximadamente 80 milhões de barris / dia. Nestas condições, a duração das reservas é de aproximadamente 80 anos (data de término aproximado: 2046).



Figura 1: Reservas provadas de petróleo, segundo regiões geográficas – 2003 (bilhões barris)
Fonte: ANP(2005)

O biodiesel não teve uma posição de destaque até a década de 70, isto porque o diesel de petróleo tinha um preço muito barato. Porém com as duas crises do petróleo, nos anos de 1972 e 1979, o biodiesel começou a ganhar mais destaque no cenário mundial, pois

começavam a surgir as possibilidades de escassez de petróleo e altos preços. Em 2006 o preço chegou a US\$ 80, e com a crise política deste ano de 2008, o preço do barril chegou a atingir US\$ 147. Este cenário está esquematizado no gráfico 1.

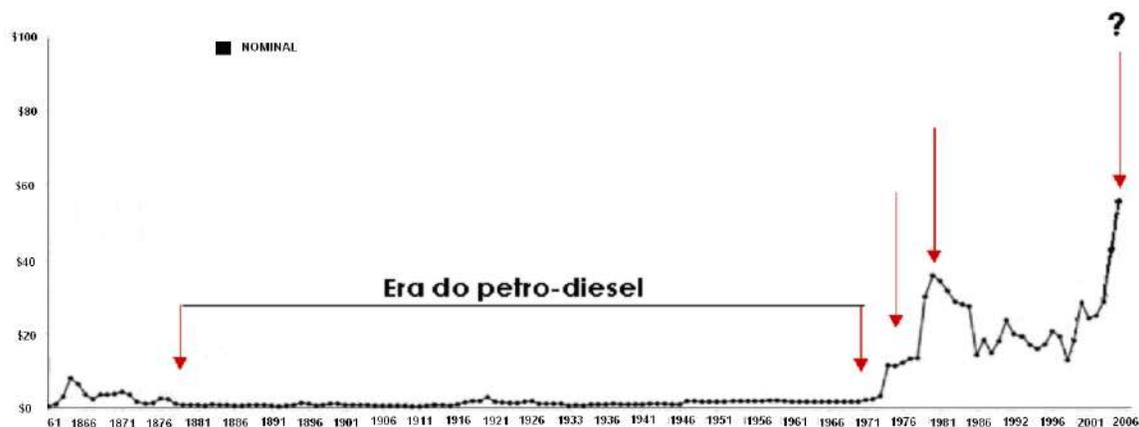


Gráfico 1: Derrocada da era diesel
 Fonte: Site Biodieselbr

No Brasil o meio de transporte mais utilizado é o rodoviário, desta forma o uso do diesel no país corresponde a 54,5 % conforme mostra o gráfico 2, liderando o consumo nacional de combustíveis.

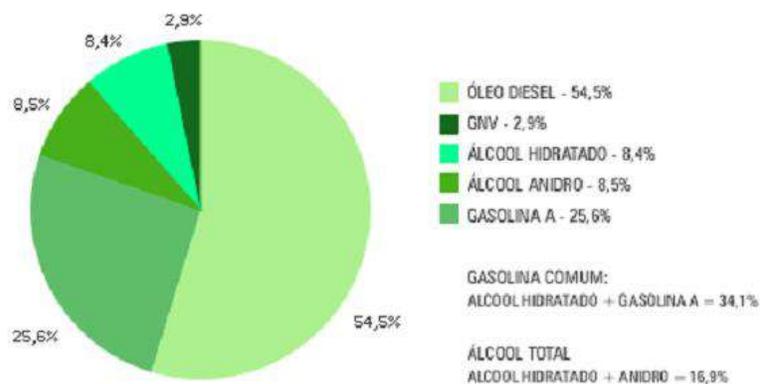


Gráfico 2: Matriz de Combustíveis Veiculares - 2005
 Fonte: MME

Foi feita uma pesquisa no programa ALICE para verificação dos índices de exportação de diesel. Dos estados utilizadores, todos possuíam refinaria, ou seja, Bahia, São Paulo, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro.

Buscou-se os dados de exportação de cada um dos estados citados acima para qualquer destino (exportação total), em seguida para os EUA e os blocos econômicos Mercosul e União Européia. O meio de transporte também foi alvo de investigação.

Estes países / blocos foram selecionados devido à importância no cenário mundial e continental. Os resultados obtidos são resumidos na tabela 1 e no gráfico 3 que se seguem.

UF	Destino	Transporte	US\$ FOB	Peso Líquido (Kg)	Quantidade (m ³)	Preço Médio (US\$/m ³)	% do Total Estadual	% do Total
Bahia	Qualquer	Qualquer	49524412	334742059	363265	136,33	100,00	80,53
	Qualquer	Marítimo	49524412	334742059	363265	136,33	100,00	80,53
	Qualquer	Aéreo	-	-	-	-	-	-
	Mercosul	Qualquer	3727596	22494143	22494	165,72	6,72	5,41
	União Européia	Qualquer	-	-	-	-	-	-
	EUA	Qualquer	37069427	247451055	275984	134,32	73,92	59,53
Rio de Janeiro	Qualquer	Qualquer	8840860	52939143	63128	140,05	100,00	12,74
	Qualquer	Marítimo	8840153	52937499	63125	140,04	100,00	12,74
	Qualquer	Aéreo	707	1644	3	235,67	0,00	0,00
	Mercosul	Qualquer	7157362	42475138	50761	141	80,23	10,22
	União Européia	Qualquer	258	441	1	258	0,00	0,00
	EUA	Qualquer	449	1203	2	224,5	0,00	0,00
São Paulo	Qualquer	Qualquer	5368646	27990533	38548	139,27	100,00	6,73
	Qualquer	Marítimo	4748394	25721817	32060	148,11	91,89	6,19
	Qualquer	Aéreo	2785	3406	3787	0,74	0,01	0,00
	Mercosul	Qualquer	4745936	25715569	30611	155,04	91,87	6,19
	União Européia	Qualquer	2998	5271	1037	2,89	0,02	0,00
	EUA	Qualquer	1743	4199	4192	0,42	0,02	0,00

Figura 2: Exportação de Diesel (01/1996 – 04/2007)
Fonte: ALICE

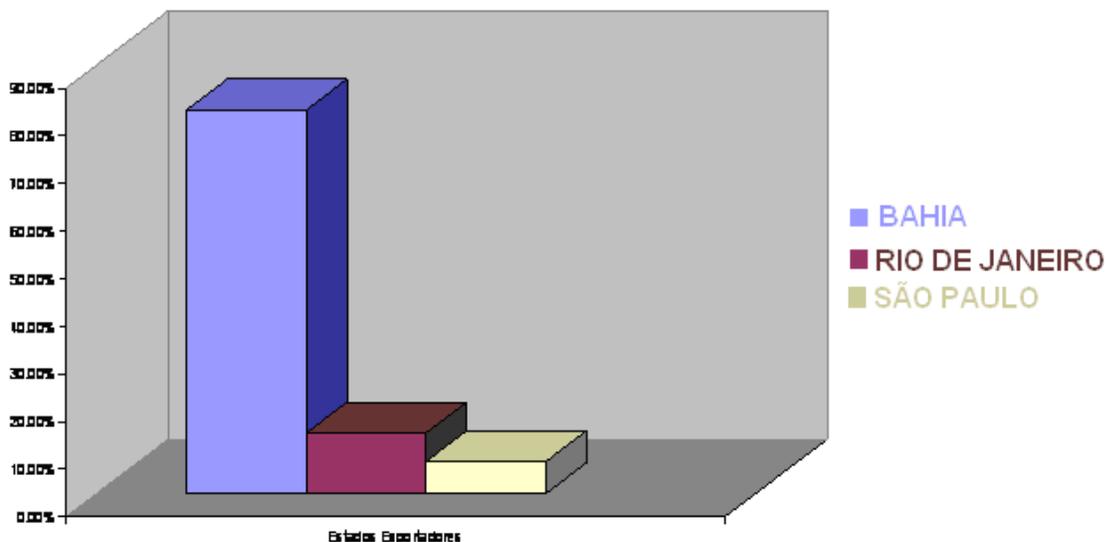


Gráfico 3: Análise da Distribuição da Exportação de Diesel de entre os Estados produtores
Fonte: ALICE

Analisando a tabela 1 e o gráfico 3 pode se observar que o maior estado exportador de diesel é a Bahia, que representa aproximadamente 80% do total de exportações brasileiras, sendo todas realizadas por via marítima. Os maiores compradores do diesel baiano são os EUA, que importam aproximadamente 73% do total estadual e 60% do total nacional. O Rio de Janeiro se encontra na segunda colocação no ranking das exportações, com um montante de 12,74% do total de exportações. Os países que constituem o Mercosul juntamente com o Brasil são os principais alvos, com um consumo de 80% do total exportado pelo estado. Estes ainda complementam sua demanda importando praticamente todo o diesel exportado pelo estado de São Paulo. O Rio Grande do Sul não aparece como um estado exportador de diesel, indicando que muito de sua produção é de consumo interno ou que é enviado a outro estado para exportação. Os dados de importação são exibidos abaixo na tabela 2.

País/Bloco	Destino	Transporte	US\$ FOB	Peso Líquido (Kg)	Quantidade (m³)	Preço Médio (US\$/m³)	% do Total Estadual
Oriente Médio	RJ	Qualquer	14483241	62861230	76251	189,94	1,91
	SP	Qualquer	2,48E+08	1413552134	1691860	146,53	42,97
União Européia	RJ	Qualquer	41484902	222521094	266717	155,54	6,76
	SP	Qualquer	177061277	991215717	1181995	149,8	30,13
Mercosul	RJ	Qualquer	31823545	147473369	161545	196,99	4,48
	SP	Qualquer	27501850	179672793	207581	132,49	5,46
Venezuela	RJ	Qualquer	3093163	13829911	16263	190,2	0,42
	SP	Qualquer	26662098	114185164	133633	199,52	3,47
Estados Unidos	RJ	Qualquer	40818	1553	17	2401,06	0,00
	SP	Qualquer	39764451	144561245	192104	206,99	4,39

Figura 3: Importação do Diesel (01/1996-04/2007)

Fonte: ALICE

Foi feita, também, uma análise quanto à importação, e desta vez foram considerados somente os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, porque estes estados são os maiores consumidores de diesel do país. Fazendo-se uma análise inicial sobre os dados retirados do gráfico 4 abaixo, pode-se ver que o estado de São Paulo, apesar de produtor, é um grande importador. Ou seja, tem uma demanda significativamente maior que sua produção. O Oriente Médio se coloca como o principal fornecedor enquanto que a União Européia vem em segundo. A Venezuela foi inserida nesta análise, pois é o único país do continente a fazer parte da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Entretanto não tem uma participação efetiva no fornecimento de diesel ao Brasil.

Todos estes dados indicam haver um intenso fluxo de diesel no Brasil, principalmente no que se refere às importações. Observando as tabelas já citadas, nota-se que a quantidade de diesel importada é maior que a exportada, influenciando diretamente os estudos relativos ao biodiesel.

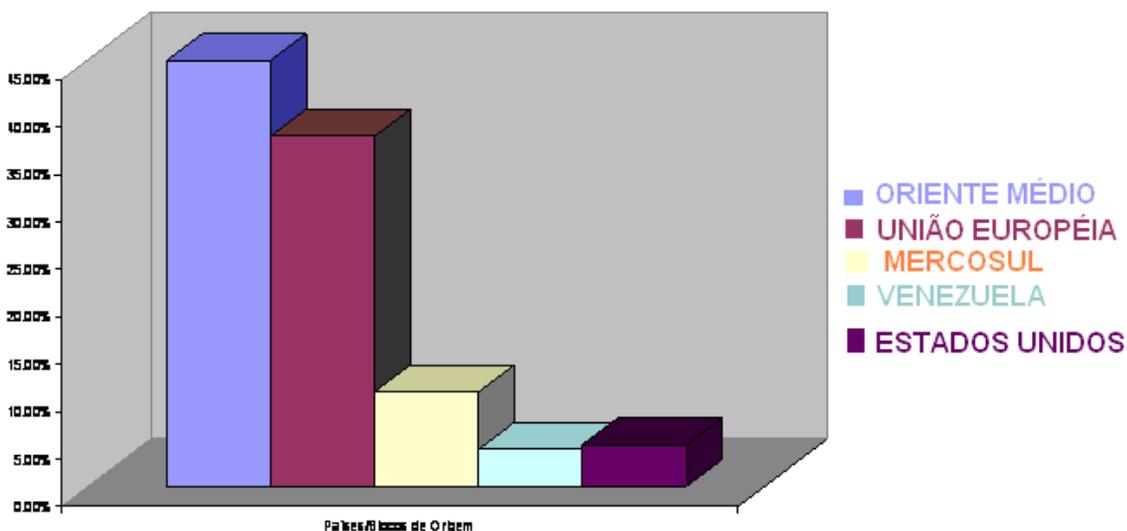


Gráfico 4: Análise de Distribuição das Importações de Diesel para os Estados do RJ e SP
Fonte: ALICE

Em relação ao meio ambiente a Petrobras se prepara para implantar o diesel S-50, com 50 partes de enxofre por milhão (ppm), a partir de 2009. A estimativa da estatal é que sejam consumidos no país 1,8 bilhão de litros do combustível. O diretor de Abastecimento da Petrobras, Paulo Roberto Costa, não descartou a possibilidade de que a comercialização do diesel S-50 traga um aumento de preços do combustível. De acordo com o executivo, este produto, que começará a ser vendido no país em janeiro de 2009, é cerca de 10% mais caro que o S-500, o menos poluente em circulação no Brasil. Para 2013 está prevista a implantação do S-10, com 10 partes de enxofre por milhão. Para isso, serão investidos US\$ 2 bilhões nas refinarias já existentes.

O produto será negociado a partir de janeiro para as frotas cativas de ônibus urbanos das cidades do Rio de Janeiro e São Paulo e a partir de maio estará disponível para a frota de veículos metropolitanos de Fortaleza, Recife e Belém. Em agosto será a vez dos ônibus de Curitiba e em janeiro de 2010 o S-50 estará disponível para os ônibus de Porto Alegre, Belo Horizonte e Salvador e para a região metropolitana de São Paulo.

No dia 30 de outubro de 2008 o Ministério do Meio Ambiente assinou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre o governo federal, paulista e representante da Petrobras, da Agência Nacional de Petróleo (ANP), dos vendedores de combustível e das montadoras de carros e motores. Este gira em torno da obrigatoriedade da utilização do diesel S50 nas frotas de ônibus urbanos dos municípios de São Paulo e Rio de Janeiro,

regra que passa a valer a partir de 1º de janeiro de 2009. Atualmente, veículos a diesel emitem 2 mil partes de enxofre por milhão no interior e 500 partes por milhão nas regiões metropolitanas.

Até 2011, seguindo uma escala tempo, a obrigação passa a valer para as cidades de Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte, Salvador e para as regiões metropolitanas de São Paulo, da Baixada Santista, Campinas, São José dos Campos e Rio de Janeiro. O ajustamento de conduta teve de ser fechado como parte das compensações pelo descumprimento de uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) de 2002 que estabelecia para o dia 1º de janeiro de 2009 a comercialização de motores e veículos com menores teores de enxofre e de óxidos de nitrogênio.

Para o não cumprimento da resolução, montadoras de veículos e motores e a indústria do petróleo alegaram falta de tempo e de logística que pudesse disponibilizar no mercado combustível no volume e antecedência necessários. Segundo os representantes das indústrias, também não haveria como garantir a distribuição em postos geograficamente localizados que permitisse a um veículo percorrer o território nacional abastecendo com o óleo diesel com teor de enxofre de 50 partes por milhão.

Pelo acordo firmado, a Petrobras, a partir de 1º de janeiro do próximo ano, substituirá totalmente a oferta do diesel atualmente utilizado, com 2 mil partes por milhão de enxofre, por um novo diesel que conterà 1.800 ppm. E a partir de janeiro de 2014, será totalmente substituída a oferta de diesel com 1800 ppm de enxofre por um com 500 ppm. Os fabricantes de veículos deverão apresentar até 2012 relatório de valores das emissões de dióxido de carbono e de aldeídos totais dos veículos pesados a diesel. Também deverão atender aos novos limites máximos de emissão de poluentes a serem elaborados e deliberados pelo Conama, em uma nova resolução. Ao governo, representado pelo Ibama, caberá apresentar proposta de resolução com pedido de urgência ao Conama para disciplinar uma nova etapa para limites de emissão de poluentes por veículos leves comerciais movidos a diesel.

3. Biodiesel

O biodiesel é um combustível biodegradável obtido através de fontes vegetais, animais e até mesmo de produtos usados, como forma de reciclagem. Este combustível

tornou-se bastante atrativo devido a seu aspecto ambiental e econômico. O biodiesel é para ser utilizado em motores de ciclo diesel e pode substituir parte ou completamente o diesel como combustível. Também pode ser utilizado em motores estacionários para geração de eletricidade, calor, etc.

Sua produção é obtida principalmente a partir dos ácidos graxos contidos nos óleos vegetais. Estes ácidos se diferenciam por três características.

- (1) o tamanho na cadeia hidrocarbônica;
- (2) o número de insaturações;
- (3) a presença de grupamentos químicos.

Quanto menor o número de insaturações (duplas ligações) nas moléculas, maior o número de cetano no combustível. Quanto maior for o índice de cetano de um combustível, melhor será a combustão desse combustível num motor diesel. O índice de cetano médio do biodiesel é 60, enquanto para o óleo diesel mineral este índice varia entre 48 a 52, bem menor. Esta a razão pelo qual o biodiesel queima muito melhor num motor diesel que o próprio óleo diesel mineral.

Porém quanto maior o índice de cetano, maior o ponto de névoa e de entupimento (maior sensibilidade aos climas frios). Por outro lado, um elevado número de insaturações torna as moléculas menos estáveis quimicamente. Isso pode provocar inconvenientes devido a oxidações, degradações e polimerizações do combustível (ocasionando um menor número de cetano ou formação de resíduos sólidos), se inadequadamente armazenado ou transportado. Isso quer dizer que tanto os ésteres alquílicos de ácidos graxos saturados (láurico, palmítico, esteárico) como os de poli-insaturados (linoléico, linolênico) possuem alguns inconvenientes, dependendo do modo de uso. Assim, biodiesel com predominância de ácidos graxos combinados mono-insaturados (oléico, ricinoléico) são os que apresentam os melhores resultados.

Além disso, sabe-se que quanto maior a cadeia hidrocarbônica da molécula, maior o número de cetano e a lubrificidade do combustível. Porém, aumentando o ponto de névoa, aumenta-se o ponto de entupimento. Assim, moléculas grandes (ésteres alquílicos do ácido erúrico, araquidônico ou eicosanóico) tornam o combustível tecnicamente inviável em regiões com invernos rigorosos.

3.1 Histórico

As tentativas de se obter novas fontes de energia não são novidade. Desde o início do século XX são feitas experiências que visam um combustível renovável e compatível com o desenvolvimento sustentável.

Os primeiros experimentos foram feitos em 1900, quando Rudolph Diesel apresentou ao mundo, em Paris, um protótipo de um motor acionado a óleo de amendoim (óleo vegetal puro). Porém este experimento não chamou muita atenção devido à grande presença de petróleo no mercado, com baixos preços e grande oferta, atraindo assim uma maior atenção dos consumidores da época, e também não apresentou efeitos muito bons. Abaixo temos a foto de um motor (figura 2) que foi movido a óleo vegetal puro. Os óleos vegetais acabaram servindo como fontes geradoras de calor dentre outras utilidades



Figura 4: Motor após uso de óleo vegetal puro
Fonte: <http://mbdobrasil.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=21>

Em 1920, o Brasil deu seus primeiros passos na trajetória do biodiesel, através do Instituto Nacional de Tecnologia.

Em 1937, durante a Segunda Guerra Mundial, surgiram as primeiras experiências com uso comercial do biodiesel, gerando a concessão da primeira patente sobre o uso de óleos vegetais como combustíveis, a G.Chavanne, em Bruxelas/Bélgica, que utilizou o óleo de palma.

Os países europeus são muito frios, o que aumenta a viscosidade dos óleos dificultando a injeção adequada. A queima de óleos vegetais deixa um depósito de carbono nos cilindros e nos injetores, requerendo uma manutenção intensiva, aumentando em muito os custos, inviabilizando o uso de forma comercial.

Na tentativa de resolver estes problemas e tornar comercial o uso de óleos vegetais como combustível chegou-se ao processo de transesterificação, que é a quebra das moléculas do óleo, com a separação da glicerina e a recombinação dos ácidos graxos com álcool. O álcool deve ser anidro, porque a presença de água poderia formar emulsões. Com esta experiência, nasceu o biodiesel.

Do ponto de vista químico, o produto da reação do óleo com o álcool é um éster monoalquílico do óleo vegetal, cuja molécula apresenta muita semelhança com as moléculas dos derivados do petróleo. O rendimento térmico do novo combustível é de 95% em relação ao do diesel de petróleo.

Em 1938 houve o primeiro registro do uso de combustível de óleo vegetal. Ele foi utilizado em um ônibus de passageiros da linha Bruxelas-Lovaina/BEL.

De 1939 a 1945 estavam sendo utilizados combustíveis derivados de óleos vegetais em veículos de guerra, devido ao corte de abastecimento de combustível. Porém, com o fim da guerra, o abastecimento de petróleo retomou sua normalidade. O Oriente Médio começou a exportar em abundância e o preço era acessível, ocasionando mais uma vez o abandono das experiências com o biocombustível.

Em 1970, houve a criação do Pró-óleo – Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos, o qual nasceu no início da primeira crise do petróleo.

Em 1980 surgiu a primeira patente mundialmente registrada de um processo de produção industrial de biodiesel. Ela foi registrada por Expedito Parente, 65, engenheiro químico cearense. A transesterificação, então patenteada por Parente, é, ainda hoje, o principal processo industrial utilizado no país para a fabricação do biodiesel. A primeira usina a operar em escala comercial na região do semi-árido nordestino, em Floriano (PI), por exemplo, tem Parente como consultor.

Nos anos de 1981/1982 a França e Áustria iniciaram seus estudos sobre biodiesel.

Nos anos de 1980-1985, o Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Energéticos, aprovado pela Resolução nº 7 do Conselho Nacional de Energia em 1980,

tinha como objetivo promover a substituição de até 30% de óleo diesel apoiado na produção de soja, amendoim, colza e girassol.

Porém novamente aqui, a estabilização dos preços do petróleo e a entrada do Pró - álcool, juntamente com o alto custo da produção e esmagamento das oleaginosas, foram fatores determinantes para a desaceleração do programa.

No ano de 1988, tem início a produção de biodiesel na Áustria e na França, e também foi neste ano que pesquisadores chineses se utilizaram do nome biodiesel pela primeira vez.

No ano de 1991 é feita a primeira especificação para o biodiesel de colza na Áustria.

No ano de 1994-1997 foram definidas as especificações do Biodiesel em países europeus.

No ano de 1997 o Congresso dos EUA aprova o biodiesel como combustível alternativo.

No ano de 1999, a Alemanha aprova a taxa ambiental do diesel fóssil.

No ano de 2000 são feitos Projetos de desenvolvimento de tecnologia e produção de biodiesel em Universidades, Centros de Pesquisa e Empresas no Brasil.

Abaixo a tabela 3 com o consumo mundial de biodiesel.

PAÍS	CONSUMO DE BODIESEL (t/ano)	
	1998	2000 (até outubro)
ALEMANHA	72.000	315.000
FRANÇA	70.000	50.000
BÉLGICA	15.000	-
ITÁLIA	-	40.000
GRÃ-BRETANHA	1.000	-
ÁUSTRIA	17.000	15.000
SUÉCIA	8.000	7.000
REPÚBLICA TCHECA	12.000	-
TOTAL	195.000	427.000

Pioneirismo alemão

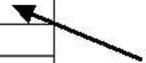


Figura 5: Consumo de Biodiesel na Europa – 1998 a 2000
Fonte: OLIVEIRA (2001)

No ano de 2001 foi concedida a Patente PI 010 58 88 - Produção de Biodiesel a partir da semente de mamona - PETROBRAS: C.N. Khalil.

No ano de 2002 a Alemanha ultrapassa a marca de 1 milhão de toneladas / ano de biodiesel, a Austrália inicia sua produção e é criado o Programa Brasileiro de Biodiesel (PROBIODIESEL), através de ação do MCT - Portaria MCT 702 DE 30-10-2002.

No ano de 2003 é criado o Programa Combustível Verde - Biodiesel & Etanol. O MME realiza Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para produção e uso de biodiesel a partir da Mamona/Rota Etflica, considerando os mercados interno e externo.

Em dezembro de 2003 foi criado o Decreto do Governo Federal que instituiu a Comissão Executiva Interministerial (CEI) e o Grupo Gestor (GG), encarregados da implantação das ações para produção e uso de biodiesel. Outros fatos relevantes:

Em 24/11/2004 são publicadas as resoluções 41 e 42 da ANP, que instituem a obrigatoriedade de autorização deste órgão para produção de biodiesel, e que estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel, na proporção de 2% em volume.

Em 06/12/2004 foi lançado o Programa de Produção e Uso do biodiesel pelo Governo Federal.

Em 13/01/2005 ocorreu a publicação no D.O.U. da lei 11.097 que autoriza a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.

Em 22/02/2005 foi criada a instrução Normativa SRF nº 516, a qual dispõe sobre o Registro Especial a que estão sujeitos os produtores e os importadores de biodiesel, e dá outras providências.

Em 15/03/2005 foi criada a instrução Normativa da SRF nº 526, a qual dispõe sobre a opção pelos regimes de incidência da Contribuição para o PIS/PASEP e da Cofins, de que tratam o art. 52 da Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003, e o art. 4º da Medida Provisória nº 227, de 6 de dezembro de 2004.

Em 24/03/2005 houve a inauguração da primeira usina e posto revendedor de biodiesel no Brasil (Belo Horizonte/MG).

Em 19/04/2005 foi sancionada pelo presidente a medida provisória.

O biodiesel insere-se na matriz energética brasileira a partir da criação de seu marco regulatório, através da lei 11.097/2005, publicada no Diário Oficial da União em 13/01/2005.

A figura 3 apresenta uma linha histórica desde a criação desta lei, até a obrigatoriedade do uso do B5 (biodiesel a 5% no óleo diesel) a partir de 2013, pretendendo chegar ao B20.



Figura 6: Evolução do Marco Regulatório
Fonte: ABIOVE

3.1.1 Panorama Geral do Biodiesel no mundo

O biodiesel mostrou-se como uma alternativa promissora aos combustíveis minerais, derivados do petróleo. O caráter renovável faz com que o produto seja uma fonte importante de energia a longo prazo, além de outras vantagens.

Apesar do processo de industrialização do biodiesel ter sido desenvolvido no Brasil através da patente de Expedito Parente, este biocombustível tem como seu principal mercado produtor e consumidor a Europa.

A principal fonte de matéria prima era o óleo de colza. Esta cultura teve uma forte expansão na Europa após a Política Agrícola Comum, de 1991. Esta política tinha por objetivo eliminar o excesso de produção, sem afetar os subsídios concedidos aos agricultores. Os países que mais se dedicaram a produção de óleo para a geração de energia foram a Alemanha e a França

A Alemanha em 1991 produziu o primeiro lote de 10 t de biodiesel a partir do óleo do colza, e o álcool utilizado era o metanol, que podia ser adquirido a preço muito competitivo em função da instalação de várias fábricas no Oriente Médio. O óleo de girassol também é utilizado na Europa.

A produção da União Européia veio crescendo exponencialmente ao longo dos anos até a atualidade. No gráfico 5 pode ser visto que a produção anual alemã é aproximadamente de 1,35 milhões de toneladas de biodiesel, em cerca de 40 unidades de produção, correspondendo a 90% da produção mundial de biodiesel. 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 alta, garantindo a competitividade do biodiesel no mercado.

A produção cada vez maior é justificável, porque no mercado internacional, o biodiesel produzido tem sido usado em: veículos de passeio, de transporte em estrada e “*off road*”, frotas cativas, transporte público e geração de eletricidade.

Além de ser combustível, o biodiesel também é lubrificante. Um exemplo é que as refinarias de petróleo da Europa têm buscado a eliminação do enxofre do óleo diesel. Como a lubricidade do óleo diesel mineral dessulfurado diminuiu muito, a correção tem sido feita pela adição do biodiesel, já que sua lubricidade é extremamente elevada. Esse combustível é chamado por alguns distribuidores europeus de “Super Diesel”.

O maior país produtor e consumidor mundial de biodiesel é a Alemanha, responsável por cerca de 42% da produção mundial. Sua produção é feita a partir da colza, produto utilizado principalmente para nitrogenização do solo. A extração do óleo gera farelo protéico, para ração animal. O óleo é distribuído de forma pura, isento de mistura ou aditivos, para a rede de abastecimento de combustíveis composta por cerca de 1.700 postos.

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

O gráfico 5, mostra a produção mundial de biodiesel.



Gráfico 5: Produção Mundial de Biodiesel
Fonte: Austrian Biofuel Institute

Após a primeira crise do petróleo, em 1972, a América desenvolveu o programa de biocombustíveis. Isto porque os EUA é o país que mais se utiliza de combustíveis fósseis no mundo, podendo ser gravemente atingido em caso de outra grave crise e pela vigente escassez. Porém, a ênfase desses programas foi colocada na utilização do álcool etílico produzido a partir do milho, orientado para as misturas com a gasolina. A partir de finais da década de 90, vem-se desenvolvendo programa de fomento ao uso do biodiesel, obtido a partir da soja e também da colza, como na Europa.

De acordo com a *American Biofuels Association*, se os governos derem ao biodiesel o mesmo incentivo que foi dado ao etanol, as vendas de biodiesel podem chegar a 7.600 milhões de litros por ano ou substituir 8% do consumo de diesel nas rodovias americanas.

Com estes níveis de produção e penetração do mercado o biodiesel poderia provavelmente ser usado em frotas de ônibus e caminhões pesados, principalmente em mistura de 20% ao diesel fóssil (B20 no Brasil), navios, construção e máquinas agrícolas, aquecimento residencial, e geração de energia elétrica.

Outros países de menos destaque no cenário mundial estão entrando na era biodiesel, como, por exemplo, a Malásia que pretende inaugurar, uma grande fábrica de

biodiesel a partir de óleo de palma e a Argentina que possui várias fábricas que processam óleo de soja.

No gráfico 6 podemos acompanhar a evolução da produção mundial de biodiesel.

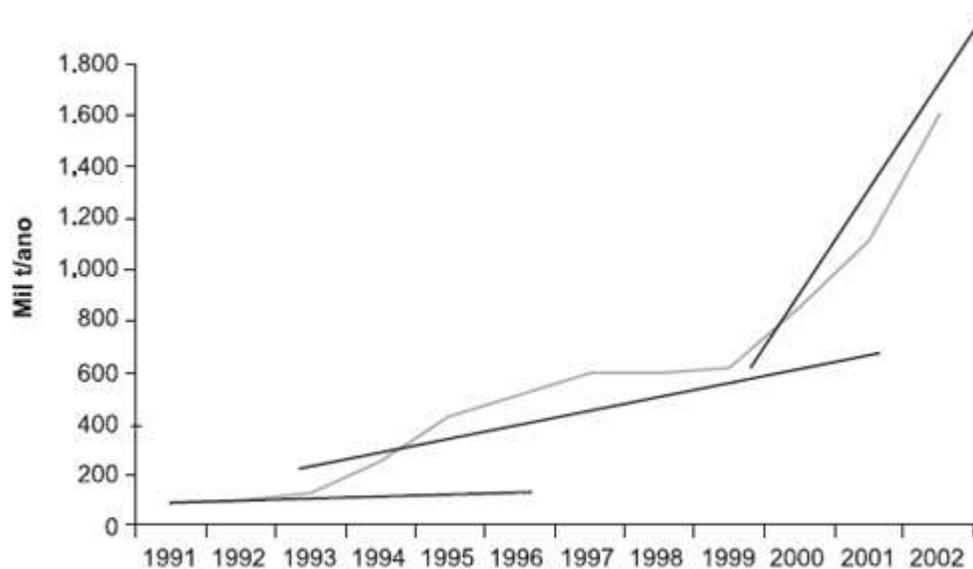


Gráfico 6 : Evolução da Produção de Biodiesel no Mundo
Fonte : American Biofuels Association

CARACTERÍSTICAS DO USO DO BIODIESEL EM ALGUNS PAÍSES				
País	Isenção de impostos	Tipo de biodiesel comercializado	Matéria-prima	Observações
Alemanha	Completa	Os postos têm o B100 e o óleo diesel aditivado (B5)	Colza	<ul style="list-style-type: none"> • 1.800 postos de abastecimento • Maior produtor • Mais de 2,5 milhões de veículos aprovados para rodar com biodiesel • Biodiesel 12% mais barato que o diesel
Itália	Parcial (até 200 mil ton/ano)	B100: para indústria e aquecimento residencial; B5 e B25: para transporte	Colza e girassol	<ul style="list-style-type: none"> • 17 produtores de biodiesel
França	Parcial (até 317 mil ton/ano)	Mais da metade do diesel comercializado leva 5% de biodiesel (chamado Diester). Já o B30 é o mais utilizado em frotas civis	Colza e girassol	<ul style="list-style-type: none"> • 3 grandes produtores de biodiesel • Das 13 refinarias existentes, 7 misturam 5% de biodiesel ao óleo diesel • 4 mil veículos utilizam o biodiesel em mistura, dos quais mais da metade usam B30
Estados Unidos	Incentivos federais*, além das taxas específicas para cada estado	B20 (mais comum), B2 (usado por fazendeiros, alguns estados obrigam que todo o diesel comercializado contenha 2% de biodiesel e B100 (pouco usado)	Soja e óleo residual de fritura	<ul style="list-style-type: none"> • Atualmente usado em frotas de ônibus urbanos, serviços postais e órgãos do governo • 53 plantas de biodiesel (capacidade de 1,18 milhão de ton/ano) • Programa é baseado em pequenos produtores

* A lei federal dá um crédito tributário de US\$ 0,50/galão para o combustível renovável utilizado no transporte, e US\$ 1/galão para o uso na agricultura. 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 (EPA). Fonte: UFOP, 2004; Boldo, 2004; Prolea, 2004; Villes Diester, 2004; NBB, 2005; CTI, 2004.

Figura 7: Programa de Incentivos
Fonte: American Biofuel Association

3.2 MATÉRIAS-PRIMAS

O biodiesel pode ser produzido a partir de vários tipos de óleos vegetais, e estes são extraídos de várias matérias primas, tanto de origem vegetal como de reciclagem de óleos usados. De origem vegetal, algumas bem conhecidas são soja, pinhão manso, girassol, nabo forrageiro, babaçu, palma, algodão, tungue, mamona, etc

Por estar situado em uma região tropical, o Brasil possui grandes vantagens agrônomicas e abrange diversos tipos de climas e solos na sua extensão, além de altas taxas de luminosidade e boas médias de temperaturas anuais. Associada à disponibilidade hídrica e regularidade de chuvas, o país apresenta forte potencial para produção de energia renovável.

O Brasil possui a maior fronteira para expansão agrícola do mundo e explora menos de um terço de sua área agricultável. O potencial é de cerca de 150 milhões de hectares, sendo 90 milhões referentes a novas fronteiras, e outros 60 referentes a terras de pastagens

que podem ser convertidas em exploração agrícola a curto prazo. O Programa Biodiesel visa a utilização apenas de terras inadequadas para o plantio de gêneros alimentícios, acabando com o estigma de que o biodiesel irá causar fome, por substituir as culturas alimentícias.

Há também a grande diversidade de opções para produção de biodiesel, tais como a palma e o babaçu no norte, a soja, o girassol e o amendoim nas regiões sul, sudeste e centro-oeste. Existem experimentos para a produção de biodiesel através de óleo de cozinha utilizado, sendo o Mc Donald's um dos maiores fornecedores. A UFRJ realiza experimentos para obtenção de biodiesel através de esgoto.

3.2.1 Pinhão Manso

O pinhão-manso é um arbusto ou árvore com até quatro metros de altura, flores pequenas, amarelo-esverdeadas, cujo fruto é uma cápsula com três sementes escuras, lisas, dentro das quais se encontra a amêndoa branca, tenra e rica em óleo. Pertence à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca. Os portugueses distinguem duas variedades, catártica medicinal, a mais dispersa no mundo, com amêndoas muito amargas e purgativas e a variedade árvore de coral, medicinal – da Espanha, com árvores de nozes purgativas, com folhas eriçadas e de pelos glandulares que segregam látex, límpido, amargo, e viscoso.

O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm. As folhas do pinhão são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternadas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior.

O fruto é capsular e ovóide com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm. Inicialmente é verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto que é quando atinge a maturidade. As sementes são relativamente grandes: quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura.



Figura 8: Semente do Pinhão

Fonte: www.sementepinhaomanso.com.br/pinhaomanso.html

O pinhão manso está sendo considerado uma opção agrícola para a região nordeste por ser uma espécie nativa, exigente em insolação e com forte resistência a seca. Essa espécie não está sendo explorada comercialmente no Brasil, mas é uma planta oleaginosa viável para 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.

Com a possibilidade do uso do óleo do pinhão manso para a produção do biodiesel, são abertas amplas perspectivas para o crescimento das áreas de plantio com esta cultura no semi-árido nordestino.

Para Purcino e Drummond (1986) o pinhão manso é uma planta produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em óleo diesel. 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, segundo Peixoto (1973), 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 composta.

O plantio do pinhão já é tradicionalmente utilizado como cerca viva para pastos no Norte de Minas Gerais, com a vantagem de não ocupar áreas importantes para outras

culturas e pastagens e favorecer o consórcio nos primeiros anos, pois o espaçamento entre plantas é grande (Purcino & Drummond, 1986).

Parametro	Diesel	Biodiesel de pinhão manso
Energia (MJ/kg)	42.6 - 45.0	39.6 - 41.8
Espec. peso (15/40 °C)	0.84 - 0.85	0.91 - 0.92
Ponto de solidificação	-14.0	2.0
Ponto de fulgor	80	110 - 240
Valor do cetano	47.8	51.0
Enxofre	1.0 - 1.2	0.13

Figura 9: Óleo de Pinhão Manso em Comparação com o Óleo Diesel
Fonte: Site Pinhão Manso

3.2.2 Girassol

Originada nas Américas, o girassol, foi utilizado como alimento, pelos índios americanos, em mistura com outros vegetais. No século XVI, o girassol foi levado para a Europa e Ásia onde, durante quase 200 anos, foi cultivado somente como planta ornamental. Só em princípios do século XVI começou sua utilização como hortaliça e planta oleaginosa (das flores podem ser extraídos de 20 a 40 quilos de mel/hectare), para a extração de azeite, e verdadeiramente a difusão da cultura do girassol na Europa.

Das formas de aproveitamento desta cultura a principal é a extração de óleo. Em média, são extraídos 400 kg de óleo de excelente qualidade, para cada tonelada de grão. São produzidos como subprodutos 250 kg de casca e 350 kg de torta, com 45% a 50% de proteína bruta, sendo aproveitado basicamente na produção de ração, em misturas com outras fontes de proteína.

Da sua semente é extraído um óleo comestível de alta qualidade. Seu cultivo é algo vantajoso, devido ao fato de ser extremamente econômico, rústico, ou seja, não é necessário nenhum maquinário agrícola especial, tem um ciclo vegetativo curto (varia entre 90 a 130 dias), sua adaptação às condições de solo e a clima pouco favorável é ótima. Sua cultura em questões de conhecimento e maquinário é comparável com a do milho, sorgo ou soja. Esta

cultura também tem uma grande vantagem no seu uso, já que aduba o solo, porque retém muitos nutrientes, sendo altamente indicada para rotação de culturas, nas regiões produtoras de grãos.

Biodiesel do girassol.

A diversidade brasileira de oleaginosas aptas para produção do biodiesel não é novidade. Com tantas opções, os critérios para a escolha de uma matéria-prima que atenda o setor ficam ainda mais rigorosos. E essa é a grande questão. Encontrar a matéria-prima ideal para cada região, levando em consideração alguns aspectos importantes. Os aspectos que devem ser considerados na seleção de plantas para fornecer a matéria-prima para a indústria de biocombustíveis são:

a) oleaginosas com elevado teor de óleo, que permitem a extração do óleo com maior facilidade e menor custo, inclusive com o uso de prensas, dispensando o condicionamento térmico prévio;

b) oleaginosas com elevada produção de óleo por hectare são mais competitivas;

c) culturas que possam adequar-se em “janelas” do sistema de produção, não competindo com a cultura principal, especialmente aquelas com menor exigência hídrica, terão importância estratégica na agricultura de energia;

d) os agricultores, individualmente ou em forma de cooperativas e associações, tenderão progressivamente a produzir seu próprio biocombustível, como modo de agregar valor à produção agrícola, abrir novas oportunidades de uso de produtos agropecuários e reduzir custos de produção.

Analisando prós e contras, pesquisadores e produtores estão atentando para uma oleaginosa, até então, só lembrada para entressafras: o girassol.

Embora, no Brasil, o girassol nunca tenha tido uma posição de destaque, sendo seu óleo substituído frequentemente pelo de soja, as perspectivas do crescimento da área cultivada com girassol no país são bastante favoráveis, visando atender o mercado de óleos comestíveis nobres, confeitaria, alimentação de pássaros, produção de silagem, farelo e torta para alimentação animal, produção ornamental, produção de mel, bem como a possibilidade de exportação de grãos e óleo. Além disso, devido ao alto teor de óleo no grão (38% a 50%), o girassol desponta como uma nova opção para a produção de biocombustíveis.

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta cultivada nos cinco continentes,

com grande importância na economia mundial e figura, juntamente com a soja e a canola, como uma das três mais importantes culturas anuais produtoras de óleo do mundo; é atualmente o segundo óleo consumido no Brasil. Oscar Smirderle, pesquisador da EMBRAPA - soja de Boa Vista (RR) afirmou que: “Se existe uma planta ideal da qual tudo se aproveita, o girassol se aproxima dela”.

Apesar das explicações técnicas, um exemplo prático ajuda a compreensão das vantagens do girassol. Allan Guerra, presidente da COAPAR, usina que acaba de ser inaugurada em Campos de Júlio, no Mato Grosso e utiliza o girassol como principal matéria-prima, exemplifica em números o motivo da escolha. "Com um hectare de girassol é possível produzir 600 litros de biodiesel. Cada litro pode ser comercializado em Mato Grosso por até R\$ 1,00 para os produtores. Hoje eles pagam o dobro pelo litro do diesel comum", afirma Guerra.

3.2.3 Nabo forrageiro

Nabo forrageiro é uma planta da família das Crucíferas, muito utilizada para adubação verde no inverno, rotação de culturas e ração para animais. É uma planta muito vigorosa, que possui um crescimento inicial rápido, cobrindo cerca de 70 % solo em 60 dias. Possui também elevada capacidade de reciclar nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, desenvolvendo-se razoavelmente em solos fracos com problemas de acidez.

Além disso, possui um longo período de floração, mostrando-se muito útil à criação de abelhas, com produção de mel de boa qualidade. Seu florescimento se dá aos 80 dias após o plantio, atingindo sua plenitude aos 120 dias. A altura da planta varia de 1,00 a 1,80 metro e, devido ao seu rápido crescimento, compete com as ervas daninhas invasoras desde o início, diminuindo os gastos com herbicidas ou capinas, o que facilita a cultura seguinte. Não há ocorrência de pragas ou de doenças que mereçam controle. Como adubo verde de inverno, é excelente para cobertura do solo além de produzir grande volume de palha para a prática do plantio direto.

Nabo forrageiro no Biodiesel

O nabo forrageiro é uma planta oleaginosa, e seu óleo é passível de produção de biodiesel. Esta planta pode ser considerada uma praga nas terras, devido justamente ao fato

citado acima de que cobre rapidamente o solo. Hoje em dia é considerada uma boa possibilidade para o biodiesel se tornando uma opção de boa relação custo/benefício. O custo do plantio por hectare para o produtor é baixo e o retorno é satisfatório. Uma produção de 1200 a 1500 quilos por hectare, dará um retorno líquido de mais ou menos R\$ 200 reais por hectare, numa entressafra, fora o benefício que ele usará menos defensivos nas próximas plantas.

E em Sacramento (MG) será implantada uma usina de biodiesel até o final do ano que utilizará o nabo forrageiro como matéria prima. A opção pelo nabo forrageiro é devido à maior produtividade, rendimento maior e com um custo menor. A capacidade de produção inicial será de 40 mil litros de óleo/dia "isso significa trabalhar com 100 toneladas/dia de nabo forrageiro"

3.2.4 Babaçu

É uma palmeira grande e elegante, que existe no Brasil há muito tempo, e pode atingir até 20 m de altura. É uma planta que tem preferência por clima quente, extremamente resistente, imune aos predadores de semente e possui grande velocidade de regeneração. Possui vantagem quando há queimadas, isso devido a sua resistência e o fato de ter seus concorrentes eliminados com o fogo.

O principal produto extraído do babaçu é a amêndoa contida no fruto, existindo de 3 a 5 em cada fruto, sendo que 65% do peso da amêndoa e óleo.

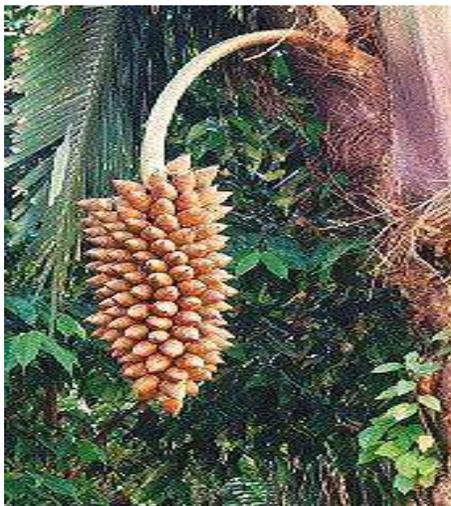


Figura 10: Babaçu
Fonte: www.ronet.com.br/fima/fotoshtm/babacu.html

Apesar de principal, a amêndoa não é a única atividade do babaçu, tendo muitas outras que são aproveitadas pelos moradores do nordeste. 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.

O estipe do babaçu, quando apodrecido, serve de adubo; se em boas condições, é usado em marcenaria rústica. Das palmeiras jovens, quando derrubadas, extrai-se o palmito e coleta-se uma seiva que, fermentada, produz um vinho bastante apreciado regionalmente.



Figura 11: Artesanato Feito com Babaçu
Fonte: www.pontosolidario.com.br/cestarias.htm

Biodiesel no babaçu

O babaçu apresenta um potencial incrível para a produção de biodiesel, fora que existem muitas outras atividades a serem feitas com a planta, aumentando as vantagens de produção deste vegetal.

Em artigo da Química Nova (maio/junho 2007), foram feitos testes com a produção do biodiesel do babaçu e foram encontrados resultados condizentes com as normas da ANP, exceto pelo ponto de fulgor que se mostrou um pouco acima da especificação. E informação importante é que o biodiesel de etanol apresentou propriedades bastante parecidas com o a do etanol, se mostrando uma importante rota tecnológica para o país, já que o Brasil é referência na produção de etanol.

3.2.5 Palma

Desde a época dos faraós egípcios, há quase 5000 anos, a palma oleaginosa tem sido uma importante fonte alimentícia para o gênero humano. O óleo chegou ao Egito vindo da África Ocidental, de onde se origina a *Elaeis guineensis*.

No começo do século XX, a palma oleaginosa foi introduzida na Malásia como uma planta ornamental e somente plantada comercialmente pela primeira vez em 1917, o que deu origem à indústria de óleo de palma da Malásia, e surgiu como o óleo mais produtivo no mundo inteiro

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

A palma começa a produzir frutos a partir de 3 anos, depois de semeada e é economicamente produtiva por mais de 20 ou 30 anos. As áreas produtoras no Brasil estão situadas no Pará, Amazonas, Amapá e Bahia, sendo o Pará o maior produtor de óleo de palma do Brasil e onde se concentra mais de 80% da área plantada. Nessa região ocorre maior flutuação em energia solar, temperatura do ar, umidade atmosférica (distribuição das chuvas), que é o elemento climático de maior variação espacial e de maior repercussão na produtividade do dendê. A maximização da taxa de extração de óleo assegura que a qualidade do padrão de colheita seja aplicada. Estes incluem, além da alteração cuidadosa com relação a maturidade dos frutos, até a implementação de colheitas circulares e a colheita dos frutos com a mínima contusão.

Anualmente, cada hectare de palma pode render até 5 toneladas de óleo, ou seja, 10 a 12 cachos (cada cacho produz de 1000 a 3000 frutos), cada um pesando entre 20 a 30 kg, o que representa 5 a 10 vezes mais que qualquer outro cultivo comercial de óleo vegetal. A palma produz um rendimento em óleo de aproximadamente 3700 quilogramas/hectare, anualmente. Quando comparados com o óleo de palma, os óleos de soja com 389Kg/hectare e o de amendoim com 857Kg/hectare possuem um rendimento muito baixo.



Figura 12: Arvore da Palma (E) e Fruto da Palma (D)
Fonte: veja.abril.com.br/190907/p_116.shtml

Palma no biodiesel

Conhecido no Brasil como dendezeiro, a planta originária da África, foi trazida ao Brasil pelos escravos e introduzida no país no período colonial. As sementes foram plantadas no recôncavo baiano onde encontrou as condições de solo e clima para seu desenvolvimento. Durante séculos foi plantado apenas para atender às necessidades da culinária regional. Hoje, entre todas as matérias-primas cotadas para a produção de biodiesel no Brasil, é a que mais produz óleo por área plantada.

Em se tratando da palma, o País concentra a maior área cultivável para plantio no mundo, mas só produz cerca de 125 mil toneladas/ano de óleo de palma, volume menor que 0,5% da produção mundial, estimada em 25 milhões de toneladas/ano. Embora seja pequena a produção local, a produtividade média da cultura é considerada imbatível. A palma pode gerar 5 mil litros de óleo por hectare plantado, enquanto a soja dá , apenas 700 litros por hectare.

A produção de óleo de Palma, no Brasil, cresce lentamente, aumentando cerca de 10 % ao ano. Até tempos atrás o país importava cerca de 70 mil toneladas/ ano para suprir todos os mercados consumidores desta matéria prima.

O país tem plenas condições de ser competitivo pois esta cultura possui um custo bastante atrativo e para incentivar produções, o principal atrativo é a grande extensão territorial. O estado do Pará possui cerca de 3 milhões de hectares adequados ao plantio, porém este não é o único local propício, existem outros também como Amapá, Roraima e no Amazonas, regiões altamente aptas, entre várias outras, consideradas semi-aptas, levando-se em conta a diversidade de microclimas existente em todo território brasileiro.

A professora e coordenadora do projeto Biodiesel-MDA/SZMPEG, Kátia Garcez Monteiro, refaz um paralelo sobre a importância da produção do óleo de palma comparado à situação de outros óleos e o coloca como produto industrial oleaginoso de maior potencial mercadológico no futuro próximo. Garcez aponta o crescimento da preferência pelo óleo de palma em função dos seguintes fatores:

- (1) o forte apelo ecológico da cultura agrícola do dendê, dados os seus reduzidos níveis de impacto ambiental e expressivos níveis de seqüestro de carbono;
- (2) sua versatilidade, pois dele se obtém hoje mais de 100 produtos industrializados;
- (3) substitui a gordura animal na culinária com vantagens para a saúde humana;
- (4) sua produtividade é maior do que a de produtos concorrentes (3.500 a 6.000 kg/ha, em relação a 600 a 800 kg/ha do óleo de soja, 800 a 1.100 kg/ha do óleo de colza e 600 a 1.000 kg/h do óleo de girassol).

Comparado ao diesel convencional, o biodiesel produzido a partir de palma pode contribuir para a proteção atmosférica, reduzindo significativamente as emissões de enxofre, gases de efeito estufa e material particulado. Analisado sob o ângulo dos benefícios para os componentes mecânicos tem-se as seguintes vantagens:

- É equivalente no que se refere aos itens poder calorífico, densidade energética, consumo e poder lubrificante e pode proporcionar maior vida útil aos equipamentos e veículos nos quais for empregado.
- Não provoca a emissão de gases nocivos ao meio ambiente (não agravando o efeito-estufa) nem tóxicos aos seres (vegetais, animais e humanos);
- Não é explosivo nem inflamável;
- Apresenta-se como uma excelente fonte renovável de energia.

No Brasil, mais especificamente no Pará, existe a maior indústria produtora de óleo de palma da América Latina, a Agropalma. Um grupo de capital 100% nacional, que possui mais de 32 mil hectares de áreas de plantio e extração e reservas florestais monitoradas com

59 mil hectares de extensão, situados nos municípios paraenses de Tailândia, Acará e Moju, a 200 quilômetros de Belém. Em Belém, estão localizadas a refinaria, a Unidade de Acondicionamento de Gorduras e a Usina de Biodiesel. Todos os subprodutos, tais como a oleína e estearina de palma refinada, decorrem do processamento de nossos principais produtos: o óleo de palma e de palmiste. O grupo vem investindo há 25 anos na região Amazônica através da implantação de seu complexo agroindustrial, que contempla o plantio da palma, reutilizando no palmar os subprodutos das usinas de extração de óleo, e a produção de óleo para o abastecimento dos mercados nacional e internacional. No ano atual de 2008 o Grupo Agropalma é responsável por cerca de 80% da produção nacional.

O Palmdiesel foi desenvolvido em parceria com pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Este processo não gera glicerina. Donato Aranda, professor da UFRJ é o coordenador do estudo que culminou no desenvolvimento do novo biocombustível. O processo de produção de biodiesel de palma a partir da esterificação de ácidos graxos é muito mais atrativo economicamente do que o processo de produção por transesterificação. Ele também exalta as vantagens do biodiesel de palma dizendo que comparado com o diesel convencional, o biodiesel de palma pode contribuir para a proteção atmosférica, reduzindo significativamente as emissões de enxofre, gases de efeito estufa e material particulado. Analisado sob o ângulo dos benefícios para os componentes mecânicos, o biodiesel, por ter maior lubricidade que o diesel, pode proporcionar maior vida útil aos equipamentos e veículos nos quais for empregado.

Devido à sua baixa insaturação, apresentando índice de iodo igual a 50, contra os 140 do óleo de soja, o biodiesel de palma é também considerado muito mais resistente à oxidação. Além disso, possui índice de cetano, parâmetro para se avaliar a qualidade de queima, 45% maior do que o diesel convencional. Sua estabilidade frente à oxidação permite armazenagem por períodos maiores de tempo, gerando ainda, queimas mais limpas. "O biodiesel de palma pode ser utilizado em qualquer veículo movido a diesel sem requerer adaptações, permitindo utilizações "flex-fuel", alternadas entre diesel e biodiesel", afirmou Aranda.

Para ele, tudo o que foi dito nessas afirmações, foi o que contribuiu para que o Palmdiesel facilmente atendesse às especificações da portaria 255 da ANP, que estabelece um valor mínimo de 100°C para o ponto de fulgor, e demais normas internacionais.



Figura 13: Agropalma
Fonte: www.eq.ufrj.br

3.2.6 Algodão

O algodão, que é considerado a mais importante das fibras têxteis, natural ou artificial, é a planta de aproveitamento mais completo e que oferece os mais variados produtos de utilidade. No Brasil, desde que começou a tomar aspecto de cultura econômica, o algodão tem sempre figurado no grupo vanguardeiro das atividades que carregam divisas para o País. Embora não seja cultivado de modo generalizado em todo o território, o algodão, até 1980, estava classificado entre as sete primeiras culturas no tocante ao valor de produção. Ele ocupava com seu plantio 3,5 milhões hectares, fazendo do Nordeste um exportador do produto. Nos dias atuais, o algodão é responsável por um bilhão de dólares gastos em sua importação.

O algodoeiro é muito susceptível à concorrência de ervas daninhas. Por essa razão ele deve ser mantido no limpo, isto é, livre das ervas daninhas desde a semeadura até próximo à colheita.

Quando se processa a rotação do algodão com outras culturas, casos pacíficos são os benefícios que ocorrem no solo, tais como:

(1) Mantém as características físicas do solo, pois a rotação concorre para melhor aeração e movimentação líquida no terreno;

(2) Evita a concentração de substâncias tóxicas no solo, comum à monocultura;

(3) Mantém o equilíbrio da fauna e flora microbiana, pois há enriquecimento de matéria orgânica no solo.

Com os avanços no desenvolvimento do setor do biodiesel o algodão passa a ser a mola propulsora da geração de empregos e distribuição de renda no nordeste.



Figura 14: Algodão
Fonte: www.cerradorural.com.br

Algodão no biodiesel

Uma das mais importantes fibras têxteis do mundo está também conquistando seu lugar cativo na produção do biodiesel.

O biodiesel mais viável e barato produzido no País é o do caroço do algodão. Custa R\$ 0,81 o litro e sai da Região Nordeste.

Foi feita uma análise comparativa entre algumas matérias primas e esta envolveu as matérias-primas disponíveis em cada região do País, da seguinte forma:

- Região Sul, girassol e soja;
- Região Centro-Oeste, cana, algodão, soja e girassol;
- Região Sudeste, amendoim, soja e girassol;
- Região Nordeste, mamona, soja e caroço de algodão;

- Região Norte, dendê e soja.

O caroço do algodão vence por fatores como facilidade de acesso e por resultar em subproduto com valor de mercado.

Esse caroço é o subproduto da indústria têxtil e o seu farelo ainda serve para a ração animal, que tem valor de mercado. Já a soja, possui ganho de escala, e conta com todo um sistema de produção, desde transporte a armazenagem e processamento.

3.2.7 Tungue

O tungue é nativo da Ásia, onde é cultivado predominantemente na China. É plantado comercialmente também na América do Sul, nos Estados Unidos e na África. São cultivadas com objetivo de produzir sementes das quais se extrai, por prensagem e com o uso de solventes, um óleo denominado "óleo de tungue", internacionalmente conhecido como "tung oil" ou "wood oil" ("óleo de madeira"). Esse produto é utilizado principalmente na indústria de resinas e tintas, tendo como principal característica sua secagem rápida.

Segundo Vaughan (1970) as sementes de tungue possuem em torno de 33% de óleo. Esse óleo contém uma alta percentagem de ácido oleostearico, sendo o único óleo vegetal produzido comercialmente que possui esse componente, ao qual é atribuída a alta qualidade do tungue como óleo de secagem rápida. List & Horhammer (apud Duke, 1983) afirmam que os teores de óleo na semente podem variar entre 30 e 40%, sendo esse composto por 75 a 80% de óleo alfa-esteárico, 15% oléico, 4% palmítico e 1% ácido esteárico. A torta de tungue, resíduo composto pelas sementes de tungue sem a testa, após a extração do óleo, possui em torno de 25% de proteína bruta, sendo tóxica para animais e utilizada somente como fertilizante (Vaughan, 1970).

Esta planta poderá ganhar variedades adaptadas ao solo gaúcho. Há dois anos a Embrapa pesquisa o tungue, que poderá ser utilizado na produção de biodiesel em especial na Serra. A sua adaptação ao clima temperado gaúcho e o alto potencial de produção de óleo, que tem grande qualidade e rendimento, são umas das principais vantagens do tungue.



Figura 15: Tungue
Fonte: www.biodieselbr.com

Por safra, o tungue é capaz de produzir até três toneladas de óleo por hectare. Silva acredita que no prazo de cinco anos a seis anos a fruta será um produto consolidado comercialmente.

Hoje, as árvores de tungue ocupam apenas 40 hectares na Serra gaúcha. A meta é expandir também para a Serra do Sudeste.

A aceitação da indústria vai depender da produção, e estas já começam a demonstrar interesse. A planta de tungue apresenta resistência a pragas e moléstias nas nossas condições ambientais e seu fruto é um produto de fácil armazenagem. O tungue é um cultivo perene, resistente ao frio e de baixo custo de manutenção se comparado com a fruticultura. Essas características sugerem seu cultivo como alternativa de renda para grupos de pequenos produtores com dificuldade de inserção no mercado de produtos hortícolas, com solos impróprios para cultivos anuais e com disponibilidade de mão-de-obra.

A pesquisadora Beatriz Marti Emygdio, da Embrapa Clima Temperado, encontra na diversidade de alternativas oferecidas pelo Rio Grande do Sul o principal trunfo gaúcho no mercado de biocombustíveis. Não faltam opções, tanto para etanol quanto para biodiesel, o que livra o Estado da dependência de uma cultura específica. Este fator pode ser grande importância principalmente na entre safra.

Na produção de etanol, o carro-chefe é a cana-de-açúcar, mas há espaço para o sorgo sacarino, a mandioca e a batata doce. Na produção de biodiesel, apesar da soja ser protagonista, também aparecem a mamona, o tungue, o pinhão-manso, o girassol e a canola. A soja e a cana despontam porque já contam com cadeias produtivas estabelecidas.

3.2.8 Mamona

A mamona é um vegetal que pode gerar óleo a partir de seu fruto, que era utilizado para a indústria farmacêutica e, com a onda de biodiesel, é visto como uma importante matéria prima. Para afirmar a mamona como uma potencial matéria prima, verifica-se antes a sua viabilidade perante as necessidades para a produção do biodiesel.

O governo federal havia definido a mamona como prioridade no Programa Nacional de Biodiesel por seu potencial de expansão e sua capacidade de geração de empregos. Porém a mamona vem perdendo seu encanto. Indústrias que aderiram ao programa questionam a competitividade da matéria-prima em relação a outras culturas como girassol e soja. E o próprio governo, diante dos mesmos questionamentos, decidiu restringir geograficamente a importância da mamona para o programa.

Na revisão do projeto, em dezembro de 2004, o governo já incentivou a regionalização do mercado de biodiesel - com a produção da mamona concentrada no Nordeste, a de óleo de palma no Norte e a de soja no Centro-Sul. "A mamona é vista como parte importante do projeto, mas não como cultura prioritária ou exclusiva no programa", esclareceu Arnaldo de Campos, representante do Ministério do Desenvolvimento Agrário na Comissão Executiva Interministerial e no Grupo Gestor do Biodiesel.

Segundo ele, a expansão do plantio da mamona dependerá de políticas econômicas capazes de atrair investimentos e tornar viável a produção da oleaginosa até 2008, quando a mistura de biodiesel no diesel passará a ser obrigatória no país. Pelos cálculos do governo, a mistura de 2% no diesel, que será obrigatória entre 2008 e 2012, demandará produção de 1 bilhão de litros de biodiesel por ano. A partir de 2013 o índice de mistura crescerá para 5%, exigindo uma oferta de 2,4 bilhões de litros por ano.

Se for levado em conta o consumo interno de diesel em 2003, para substituir 2% do consumo interno de diesel serão necessários 786 milhões de litros de biodiesel, com base no consumo de 2003. Desse volume 293 milhões de litros (40%) deverão ser obtidos a partir de óleo de mamona. Considerando uma produtividade agrícola da mamona de 1,8 t/ha e o rendimento industrial em óleo de 45 %, será necessário o plantio de 360 mil ha e investimentos da ordem de R\$ 370 milhões.

O Estudo do Centro Brasileiro de Infra-Estrutura (CBIE) apontou que, para atender à demanda de biodiesel do Nordeste (estimada em 300 milhões de litros por ano) o plantio

de mamona precisa crescer 180% até 2008, enquanto a produção de soja terá que aumentar 5% no período para atender à demanda do Centro-Sul. "Além da necessidade de expandir o plantio, é preciso avaliar que o custo do biodiesel de mamona é 50% mais caro que o diesel, enquanto o de soja é 10% mais caro", calcula Rafael Schechtman, diretor do CBIE.

Levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) apontou que o biodiesel produzido a partir da mamona custaria hoje R\$ 1,4623 por litro, ante R\$ 1,3537 do biodiesel de girassol e R\$ 1,03 do diesel comum. A pedido do governo, a Conab já avalia a competitividade de outras sete culturas para biodiesel - algodão, amendoim, canola, milho, nabo forrageiro, palma e soja. Segundo estimativa da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove), o preço do biodiesel de soja seria hoje de R\$ 1,31 por litro.

A torta restante do esmagamento da mamona não pode ser utilizada, ela é tóxica. Para Paulo Kazuo Amemya, gerente executivo de desenvolvimento energético da Petrobrás, a estatal está investindo cerca de R\$ 5 milhões em pesquisas para descobrir novos usos para a "torta" de mamona para elevar a lucratividade do negócio. O outro fator é a concorrência por parte da indústria farmacêutica que consome o óleo da mamona, que paga em torno de R\$ 1 mil por tonelada de óleo de mamona, ante R\$ 256 no caso do óleo de soja, segundo a Conab.

Arnoldo de Campos, do Ministério de Desenvolvimento Agrário, diz que o governo federal avalia um novo pacote de incentivos para estimular a produção da mamona. Hoje, a empresa que produz biodiesel a partir da mamona do Nordeste recebe benefício fiscal de R\$ 218 por milhão de litros. Se for produção de outras regiões, o benefício é de R\$ 152,60. O Ministério também lançou no dia 6 uma linha do Pronaf de R\$ 100 milhões para incentivar 38 mil famílias a plantar mamona no Nordeste. O programa já atende 17 mil famílias que plantam, além da mamona, palma, girassol e soja.

Foi feito um estudo, onde foi realizado um balanço energético com base nos princípios da ACV e da Análise Output/Input (energia gasta para a produção do biodiesel/ energia gerada pelo biodiesel), comparando-se a performance energética da mamona com duas culturas tradicionais na produção do biodiesel, a colza na Europa e a soja nos Estados Unidos (EUA). O balanço energético (O-I) foi positivo em ambas as rotas de produção (metflica e etflica) e independente da alternativa de alocação de uso dos co-produtos. A relação Outuput/Input (O/I) calculada para o biodiesel de mamona (1,3-2.9) foi superior ao

de colza (1,2-1,9) e inferior ao de soja (3,2-3,4), independente da rota e da alocação de subproduto utilizada. Os dois indicadores sugerem a viabilidade energética e ambiental do biodiesel de mamona, desde que se garantam produtividades agrícolas elevadas (acima de 1.500 kg/ha. ano). A potencialização dos efeitos ambientais e energéticos positivos depende do aproveitamento adequado dos co-produtos e resíduos do processo, da melhoria da eficiência energética no processamento da mamona e do biodiesel, e da implementação de manejos eficientes no uso dos insumos químicos (especialmente o N), responsáveis por até 65% do INPUT total de energia.

3.2.9 Soja

A soja é uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal do mundo. Ela é largamente utilizado no Brasil. Não há registros de ser prejudicial ao meio ambiente, ser humano e animais.

A cultura da soja iniciou na região do leste da China, em meados do século XI Ante de Cristo. A partir da década de 70, a cultura de soja evoluiu significativamente nos estados do sul e centro-oeste. Com o passar do tempo e desenvolvimento de novas formas, adaptadas a diferentes regiões do país, o Brasil se tornou o segundo maior produtor mundial de soja. Sendo os estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e de Goiás os principais produtores. A soja no Brasil é predominantemente utilizada para o processamento do grão em óleo e proteína. A proteína é largamente utilizada para ração animal.

A soja possui uma grande diversidade no que tange a ciclo de colheita. Varia de 70 dias para as mais precoces à 200 dias para as mais tardias. De modo geral, as variedades brasileiras têm ciclo entre 100 e 160 dias.

Soja no Biodiesel

A soja é uma planta extensamente cultivada no Brasil, muito mais do que as outras matérias-primas que são utilizadas para o biodiesel, e possui um domínio tecnológico muito grande. Porém seu grande problema é a produção de óleo por hectare, gira em torno de 600 a 800 litros de óleo por hectare, produzindo cerca de 700 litros de biodiesel por hectare, em

contraste com outras matérias primas que possuem um rendimento muito maior, cerca de três vezes, como visto anteriormente. Na tabela 6, verifica-se a produtividade anual, o teor de óleo e a produção anual de óleo para cada matéria prima.

<i>Matéria-prima</i>	<i>Teor de Óleo (%m)</i>	<i>Produtividade (kg/ha.ano)</i>	<i>Produção de Óleo (kg/ha.ano)</i>
Gorduras Animais	100	-	nd
Mamona	50	1 500	750
Girassol	42	1 600	672
Amendoim	39	1 800	702
Gergelim	39	1 000	390
Canola	38	1 800	684
Dendê	20	10 000	2 000
Soja	18	2 200	396
Algodão	15	1 800	270
Babaçu	6	15 000	900

Figura 16: Produção de Óleo

Fonte: CONAB (abril 2004)

Apesar deste baixo rendimento, a soja é recompensada pela sua produção em grande escala, e com isso ela é hoje o carro chefe da produção de biodiesel no país sendo que aproximadamente 90% da produção deste biocombustível provêm da soja.

A soja é a matéria prima mais indicada para a produção de biodiesel atualmente no país. O biodiesel produzido a partir de seu óleo tem um custo variável entre R\$ 0,902 por litro, na região Norte, e R\$1,424, no Sul do Brasil. O preço é citado praticamente em todas as matérias primas.



Figura 17: Soja
 Fonte: www.estrategiaagricola.com.br

O biodiesel a partir de soja é comparado com o diesel de petróleo, a partir das especificações da ANP. São levados em conta o biodiesel etílico e o metílico.

Análise	Biodiesel Metílico	Biodiesel Etílico	Diesel	Especificações para o Biodiesel (ANP)
Índice de acidez (mg KOH/g)	0,696	0,55		0,80
Índice de Saponificação (%)	206,5	201,5		-
Índice de Iodo (mg I ₂ /100g)	114	105		Anotar
Umidade (% m/m)	0,13	0,12		0,05
Glicerina Livre % (m/m)	0,014	0,01		0,02
Glicerina Total % (m/m)	0,1999	0,175		0,38
Enxofre total, máx. (%)	0,000	0,000	0,274	0,20 D
Massa Específica a 20 °C (Kg/m ³)	882,8	878,4	843,6	820 a 865 D* 875 a 900 **
Ponto de Fulgor, min (°C)	170	168	53	38

*Especificação para Massa específica a 20 °C do Diesel;
 **Especificação para o Biodiesel puro.

Figura 18: Características Físico-Químicas dos Biodieseis Metílico, Etílico, e Diesel
 Fonte: ANP (2004)

A soja já está sendo testada para combustíveis de avião. Hoje, os aviões comerciais são abastecidos por um combustível derivado do petróleo chamado Jet A. Como todos os combustíveis fósseis, ele libera CO₂ na atmosfera. A queima do óleo de soja também libera CO₂. Entretanto não representa um aumento dos níveis atuais na atmosfera, já que a soja é um vegetal e o carbono liberado é compensado pelo utilizado na fotossíntese. O problema

para a obtenção de um biodiesel compatível para a aviação comercial é a exigência de que o combustível permaneça em estado líquido a baixas temperaturas. Pesquisas anteriores falharam porque os óleos vegetais geralmente congelam a 0°C.

Entretanto, uma equipe de pesquisadores nos Estados Unidos, conseguiu desenvolver uma mistura de biodiesel que congela a apenas 40°C negativos, que contém 40% de óleo de soja e 60% de Jet A, a maior porcentagem de óleo vegetal já atingida.

3.3 TECNOLOGIA

A produção de biodiesel se dá essencialmente por três rotas tecnológicas. São elas a esterificação, a transesterificação e o craqueamento. Elas serão posteriormente analisadas.

Mas também deve ser dada atenção à forma como se obtém o óleo refinado, já que é a principal matéria prima, e um dos determinantes, como visto acima em matérias primas, onde cada óleo é capaz de dar um biodiesel com características diferentes. Foi escolhida a técnica de refino utilizada pela Agropalma.

3.3.1 Refino do óleo

Os frutos da palma são colhidos e cozidos a uma temperatura de mais ou menos 135°C sob pressão de 2 a 3 kg/cm², por aproximadamente uma hora. Após serem esterilizados e cozidos os frutos passam pelo debulhador. Os frutos são prensados mecanicamente por uma prensa contínua para a retirada do óleo. O óleo cru obtido na prensagem é transferido para o desaerador, onde são retiradas as partículas pesadas, e depois clarificado e purificado para a remoção de umidade, sujeira e outras impurezas.

As fibras e impurezas retidas na peneira voltam para a prensagem e o óleo bruto é transferido para o tanque de decantação através de bomba centrífuga. Neste tanque ocorre a separação do óleo e da borra. O óleo é transferido para o tanque de armazenagem. A borra é processada na centrífuga e transferida para o decantador secundário, onde após separação do óleo é transferida para lagoas. Todo o óleo separado da borra volta para o tanque de decantação. A torta resultante deste primeiro processo de prensagem é processada no

transportador onde ocorre a secagem da fibra. A fibra seca é utilizada como combustível na caldeira a vapor. As nozes são polidas para retirada do resíduo das fibras.

A seguir são transferidas para o moinho quebrador. As amêndoas são separadas das cascas. As cascas são destinadas para combustível ou matéria prima para carvão ativado. As amêndoas são armazenadas para posterior beneficiamento.

As amêndoas do fruto da palma são quebradas, a seguir são laminadas. A pasta produzida na laminação é cozida e prensada. O óleo bruto é filtrado no filtro prensa e a seguir transferido para o tanque de armazenagem, extraído mecanicamente ou por solvente. A torta é retirada do filtro prensa e armazenada em sacos.

Em seguida tem-se o processo de refino físico contínuo do óleo de palma, que compreende três seções:

- Pré-Tratamento ácido

O óleo bruto é bombeado, passando pelo trocador de calor de placas, onde é aquecido com vapor de baixa pressão. O óleo aquecido recebe ácido fosfórico e a mistura passa por um misturador de disco e um tanque de reação. Após o tempo de contato, a mistura é bombeada para o desaerador, onde o óleo é secado, desaerado e tem a temperatura controlada adequadamente ao processo de branqueamento.

- Branqueamento

O vaso branqueador é abastecido através de um extravasor interligado ao desaerador. Um silo de terra de branqueamento, equipado com dosador automático, dosa a terra de branqueamento ao óleo. O vaso branqueador é dimensionado para dar o tempo de residência e a agitação adequada, de modo a promover o contato ideal do óleo com a terra de branqueamento. A mistura é então bombeada para um dos filtros herméticos de folhas filtrantes verticais, onde a terra de branqueamento é removida. Finalmente, o óleo branqueado passa por um dos filtros de polimento, sendo descarregado em um tanque pulmão. O branqueamento do óleo é feito sob vácuo.

- Destilação

O óleo a ser destilado é bombeado do tanque pulmão, através de um trocador de calor de placas, onde é aquecido com vapor de baixa pressão. O óleo aquecido é pulverizado em uma câmara de desaeração. Em seguida é bombeado através de um trocador regenerativo de calor, onde troca calor com o óleo que sai. Em outro

trocador, é aquecido com fluído térmico ou vapor saturado de alta pressão, até a temperatura de destilação/desodorização.

O óleo passa por um destilador / desodorizador, e depois o óleo é bombeado através do trocador regenerativo, onde aquece o óleo a ser destilado, e em seguida, em outro trocador é resfriado com água.

O óleo refinado, já frio, recebe uma dosagem de anti-oxidante, e é homogeneizado no fluxo de óleo, através de um misturador estático, passando, em seguida, por um dos filtros de polimento final. Eventuais respingos de óleo do destilador/desodorizador são coletados em um tanque, para posterior reprocessamento. Os ácidos graxos destilados são condensados em um lavador de gases.

Fracionamento do Óleo de Palma

O fracionamento tira proveito das características do óleo de palma quando da fusão de triglicerídeos, produzindo oleína de palma e frações de estearinas sólidas. Mais adiante, os processos de fracionamento resultam no comumente usado “double olein“ de palma fracionada (líquida) ou fração intermediária da palma, utilizada principalmente em gorduras de confeitaria industrial.

O processo de fracionamento desenvolve-se de modo descontínuo, por bateladas. A quantidade de óleo a ser fracionada é pré-determinada no medidor. O óleo é transferido para tanques para obter melhor rendimento térmico, pois a temperatura é controlada automaticamente.

Nos tanques de resfriamento a temperatura é controlada e ajustada de acordo com o resultado do fracionamento que se deseja obter. Os tanques de resfriamento são equipados com agitador de baixa rotação, cuja função é melhorar a eficiência de troca térmica, não permitir a precipitação a precipitação de eventual auxiliar filtrante e proporcionar uma distribuição homogênea dos cristais de estearina no volume total do tanque.

Dos tanques de resfriamento, o óleo é transferido através de uma bomba para o filtro, onde os cristais de estearina são retidos, liberando a oleína filtrada.

A oleína filtrada é bombeada para tanques de armazenamento e a estearina é aquecida e também bombardeada para outros tanques de armazenamento.

Tendo visto a forma que se é obtido o óleo bruto, será visto agora as técnicas de produção.

3.3.2 Esterificação

A esterificação é uma reação química reversível na qual um ácido carboxílico reage com um álcool produzindo éster e água. Esta reação é aplicável para a produção do biodiesel porque possibilita o uso de ácidos graxos livres, proveniente do refino de gorduras animais, óleos vegetais. Esses ácidos graxos apresentam baixos valores agregados ocasionando baixos preços de produção de biodiesel.

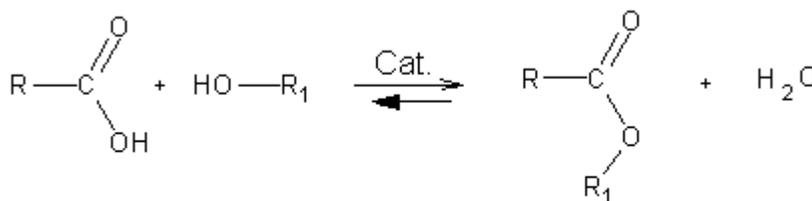


Figura 19: Reação de Esterificação
Fonte: Wikipédia

Para a produção de biodiesel temos a reação de um ácido graxo com álcool, produzindo um éster alquílico de ácido graxo com água.

A reação de esterificação exige um catalisador ácido, grande trunfo do processo. Este catalisador pode ser homogêneo como o ácido sulfúrico, ácido nítrico ou então catalisador ácido heterogêneo como resinas ácidas, zeólitas (patente PI0500417-9). A água presente no meio reacional pode prejudicar o catalisador promovendo sua desativação, principalmente sobre catalisadores heterogêneos. Portanto tornou-se necessário o desenvolvimento de catalisadores que tivessem resistência à água no meio reacional.

Os catalisadores homogêneos sofrem menos com a água, porém, agregam problemas maiores como corrosão, toxicidade e não recuperação. E os catalisadores heterogêneos, que são menos impactantes ao meio ambiente, porém mais sensíveis a ação da água, que provoca a sua desativação.

O catalisador testado pelo autor da patente PI0500417-9 é um catalisador sólido. É o pentóxido de nióbio hidratado ($\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Este catalisador apresenta uma alta acidez

em sua superfície e pode ser utilizado como catalisador ácido. A força ácida de seus sítios equivale à acidez de uma solução de ácido sulfúrico a 70% quando calcinado a temperaturas relativamente baixas (100°C – 300 °C), e por possuir certa quantidade de água este catalisador é capaz de apresentar uma maior resistência a água.

Foi feito pelo autor um teste entre este catalisador e a resina ácida, a última desativou em 1 hora de reação, enquanto o ácido nióbio manteve a sua atividade e seletividade estável por 60 horas, comprovando a teoria.

Após a definição do catalisador, serão definidos os parâmetros de processo e os reagentes. Entre os reagentes podem ser escolhidos o óleo o qual será utilizado, sendo que cada óleo irá dar uma qualidade de biodiesel, como pudemos comprovar no estudo das matérias primas, isto porque cada óleo tem uma composição de diferentes ácidos.

	Palmítico 16:0	Estearico 18:0	Palmítoleico 16:1	Oleico 18:1	Linoleico 18:2	Ricinoleico 12-OH- oleico	Outros ácidos
Algodão	28.6	0.9	0.1	13.0	57.2	-	0.2
Amendoim	8.5	6.0	-	51.6	26.0	-	-
Avelã	4.9	2.6	0.2	81.4	10.5	-	0.3
Cártamo	7.3	1.9	0.1	13.5	77.0	-	0.2
Coco	5.0	3.0	-	6.0	-	-	65.0
Colza	3.5	0.9	0.1	54.1	22.3	-	9.1
Girassol	6.4	2.9	0.1	17.7	72.8	-	0.1
Mamona	-	3.0	3.0	3.0	1.2	89.5	0.3
Milho	6.0	2.0	-	44.0	48.0	-	-
Oliva	14.6	-	-	75.4	10.0	-	-
Papoula	12.6	4.0	0.1	22.3	60.2	-	0.8
Soja	11.0	2.0	-	20.0	64.0	-	3.0
Sebo	29.0	24.5	-	44.5	-	-	-

Figura 20: Proporção em % de Ácidos Graxos em Óleo
Fonte: UFBA - 2ª reunião do Recombio

Para a escolha do álcool, metanol ou etanol foram verificados os custos, impactos ao meio ambiente, dentre outros fatores. Normalmente utiliza-se metanol, devido a sua cadeia e sua polaridade. Para cadeias lineares a atividade diminui com o aumento da cadeia, provavelmente relacionado à polaridade do álcool, o que reduz a produção de biodiesel. Temos um exemplo abaixo do efeito do álcool, na produção de biodiesel, utilizando o catalisador citado acima.

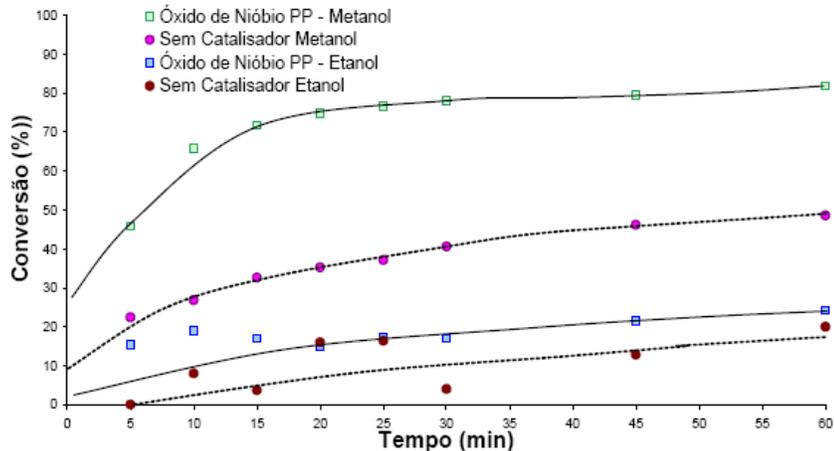


Gráfico 7: Efeito do Álcool na produção do Biodiesel
Fonte: Ma e Hannab (1999)

Como pode se observar gráfico 7, o metanol tem melhor rendimento que o etanol. Porém ele é mais tóxico e representa para o Brasil maiores custos, pois o país importa 80% do metanol que consome. Além disso, o país tem enorme potencial para produção de etanol através da cana-de-açúcar. Então, neste caso apesar de ter menor conversão, é interessante que se consiga avançar em técnicas de produção de biodiesel a base de etanol.

A reação deve ser conduzida em temperaturas mais baixas possíveis a fim de aumentar a vida útil do catalisador, evitando a degradação por formação de coque. A temperatura de reação, então deve estar entre 80°C e 200°C, de preferência a faixa de operação deve estar mais estreita, entre 120°C e 170°C. O tempo de reação irá depender da escolha do reator. Caso seja em batelada, o tempo de residência será de 60 a 300 min, e no caso de um reator de leito fixo ou de mistura perfeita (CSTR), o tempo pode variar de 15 a 160 min, sendo preferencialmente de 30 a 120 min.

Na maior fábrica produtora de biodiesel do país, a Agropalma, utiliza a técnica de processo contínuo e catálise heterogênea. Através de uma patente (*Processo Catalítico para Esterificação de Ácidos Graxos*) desenvolvida pelo professor da UFRJ Donato Aranda, a agropalma tem um custo muito menor na produção. Essa redução de custo se deve ao fato de antes da etapa da esterificação, existir uma etapa de hidrólise capaz de transformar qualquer matéria prima, de qualquer acidez em um ácido graxo com mais de 99% de acidez.

Na esterificação, é utilizado o conceito de destilação reativa, em presença de catalisador heterogêneo (ácido nióbio). Como na destilação reativa não se utiliza excesso de álcool (metanol ou etanol), não há necessidade de mais uma coluna de destilação para a

recuperação de excesso. Assim, não há preocupação com a destilação azeotrópica de etanol, porque não há excesso de etanol para ser recuperado.

A coluna de destilação reativa funciona de forma contínua, como se fossem vários reatores contínuos em série. Nesse processo pode ser empregado qualquer óleo ou gordura de qualquer acidez, sem necessidade de refino. Não se emprega catalisador básico, sendo o único catalisador empregado o ácido (ácido nióbbico), o que torna a formação de sabão impossível, e o material graxo é transformado em biodiesel.

Na figura 21 está esquematizado o fluxograma da transesterificação. Existem 2 tanques, um para a gordura e outro para desmineralizada. Através de uma bomba, a gordura do primeiro tanque é enviada para dentro de um reator, onde esta sofrerá a hidrólise. O resultado deste processo é uma gordura ácida e água glicerionosa que são encaminhados para um segundo reator onde sofrerá uma nova reação de hidrólise que resultará em ácidos graxos. Estes ácidos são direcionados a um novo reator onde ocorrerá a reação de esterificação, que tem como produto o biodiesel. A reação é reversível, restando um pouco de álcool, que é recuperado.

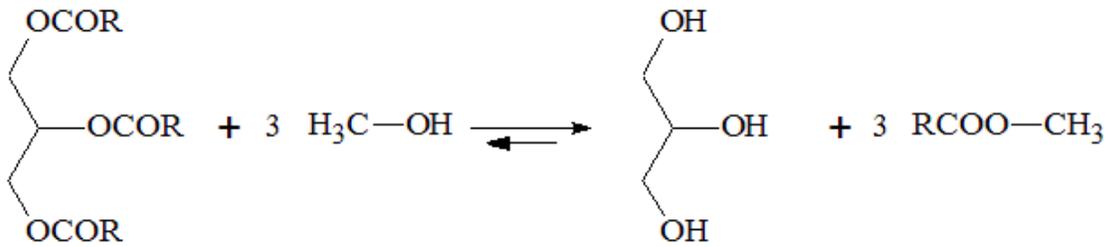


Figura 22: Reação de Transesterificação
Fonte: Wikipédia

A transesterificação é a rota tecnológica mais utilizada para a produção de Biodiesel. Por meio dessa reação é possível a separação da glicerina dos óleos vegetais. As moléculas de óleos vegetais em questão são formadas por três ésteres de ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol, ou seja, são triacilgliceróis.

O processo inicia-se juntando o óleo vegetal com um álcool simples (metanol, etanol, propanol, butanol) e catalisadores (que podem ser ácidos, básicos ou enzimáticos) para acelerar a reação. A reação requer um número maior de moles de álcool que na reação de esterificação. Através de alguns parâmetros de processo, vistos na figura 14, verifica-se a escolha do álcool para esta técnica. É mais fácil a separação do metanol do que a do etanol.

	MeOH	EtOH
Quantidade de álcool por 1000L de biodiesel	90kg	130kg
Preço médio de álcool (US\$/kg)	190	360
Excesso de álcool recomendado	100%	650%
Proporção molar álcool:óleo recomendada	6:1	20:1
Temperatura recomendada	65°C	80°C
Tempo de reação	45min	90min

Figura 23: Parâmetros de Processo
Fonte: UFBA - 2ª reunião do Recombio

Nesse processo, a glicerina é removida do óleo vegetal por decantação, deixando o óleo mais fino e reduzindo a sua viscosidade.

Após a reação de transesterificação obtém-se além da glicerina — substância de alto valor agregado, usada por indústrias farmacêuticas, de cosméticos e de explosivos — álcool, catalisador, tri, di e monoglicerídeos que não reagiram completamente e um éster alquílico de ácido graxo, o biodiesel, um combustível renovável alternativo.

O catalisador utilizado industrialmente é preferencialmente o básico, isto porque os ácidos são menos eficientes. Os catalisadores básicos têm uma velocidade de reação cerca de 4000 vezes mais rápida do que os catalisadores ácidos, e também são muito menos corrosivos aos equipamentos industriais. Os catalisadores mais comuns são as bases fortes NaOH e KOH. Sua Concentração no processo gira em torno de 0,5% a 1%, e por excesso de álcool não irá aumentar o rendimento, somente o custo de separação do catalisador do produto final. Se for possível é melhor a utilização de catalisador heterogêneo porque facilita a sua separação, em geral sendo somente necessária uma filtração.

O problema do catalisador básico é a necessidade de utilização de um óleo bem refinado, sem presença significativa de ácido graxo, isto porque, a presença deste ácido provocaria uma reação de saponificação, diminuindo o potencial da reação, e também a dificuldade de separação e reaproveitamento do catalisador, gerando efluentes. Tentou-se desenvolver uma pré-esterificação antes da reação, porém existe a dificuldade de remoção do catalisador do meio reacional também.

Na reação os reagentes formam duas fases, a reação é controlada por difusão, e a difusão baixa entre as duas fases resulta em uma baixa velocidade. Os ésteres metílicos ou etílicos, dependendo da rota, vão sendo formados, e vão funcionando como solventes, transformando o sistema em monofásico. A eficiência da mistura dos reagentes no início da reação é muito importante.

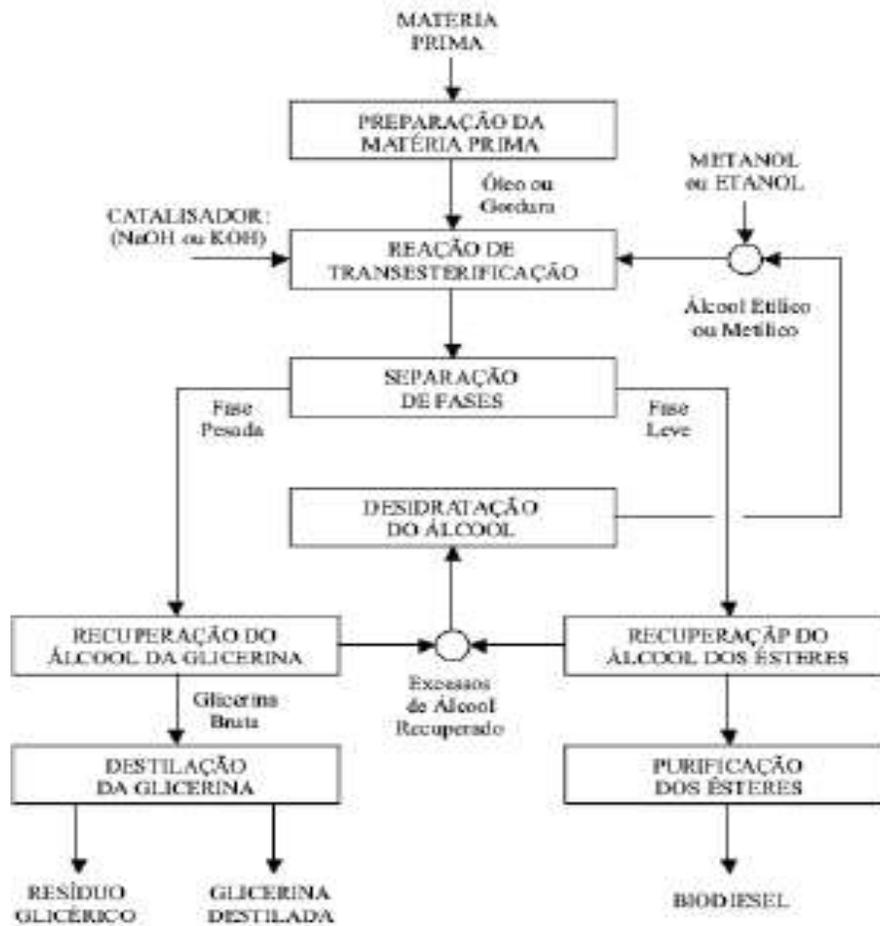


Figura 24: Fluxograma do Processo de Produção de Biodiesel via transesterificação
 Fonte: O Biodiesel e a inclusão social (2003), obtido em <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt230-4.html>

Na purificação do éster há uma adição de ácido fosfórico.

3.3.4 Transesterificação Enzimática

Outra técnica é a transesterificação enzimática, que ao invés de utilizar um catalisador, é utilizada uma enzima, essas enzimas são as lípases. Estas catalisam a hidrólise de acilgliceróis em ácidos graxos, diacil gliceróis, monoacil gliceróis e glicerol (transesterificação ou alcoólise). Elas são produzidas intra- e extracelularmente em diversos microrganismos, por exemplo, nos fungos *Candida rugosa*, *Candida antarctica*, *Thermomyces lanuginosus*, *Rhizomucor miehei* e nas bactérias *Bukholdeira cepacia*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Pseudomonas mendocina*, *Chromobacterium viscosum*.

A catálise enzimática sintetiza especificamente ésteres alquílicos, permite a recuperação simples do glicerol, a transesterificação de glicerídeos com alto conteúdo de ácidos graxos, a transesterificação total dos ácidos graxos livres, e o uso de condições brandas no processo, com rendimentos de no mínimo 90%, tornando-se uma alternativa comercialmente muito mais rentável.

As inúmeras pesquisas analisadas a esse respeito se direcionam principalmente às suas aplicações práticas na indústria, na hidrólise de gorduras, à produção de ácidos graxos, aditivos alimentares, síntese de ésteres e peptídeos, definição de misturas racêmicas, detergentes, entre outros.

Verificou-se também, que a maior parte das pesquisas sobre a transesterificação de óleos vegetais, para a obtenção de biodiesel, utiliza a enzima comercial pura, em diversos meios reacionais (solventes, presença de aditivos, soluções polares-íons, fluídos supercríticos) ou fazendo uso da imobilização enzimática em suportes (celite e polímeros principalmente). Também há estudos sobre novos aceptores do grupo acila, na presença de lipase de *Candida antarctica* imobilizada, e inibição da lipase pelo glicerol. Shiamada e col. (2002) apresentaram uma revisão apontando para a dificuldade de reuso de enzimas na transesterificação e expuseram que o metanol insolúvel é o agente que inativa irreversivelmente a lipase, ainda que imobilizada. Avaliaram um sistema de metanólise com lipase de *Cândida antarctica* imobilizada, e óleos residuais em bateladas de duas etapas, com variação das proporções de enzima e metanol, obtendo rendimentos maiores ao 90% de biodiesel.

Entretanto, há poucos estudos que procurem a diminuição dos custos de enzimas puras e sobre as aplicações diretas de microrganismos em reações de transesterificação.

3.3.5 Craqueamento

O craqueamento é uma rota tecnológica utilizada para a produção de biodiesel. O óleo ou gordura são submetidos a altas temperaturas e/ou catalisadores e são quebrados dando origem a moléculas constituintes dos óleos e gorduras, levando à formação de moléculas (hidrocarbonetos) de diferentes tamanhos, além de gás carbônico (CO₂) e água (H₂O).

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 – SiO₂ e o óxido de alumínio – Al₂O₃.

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

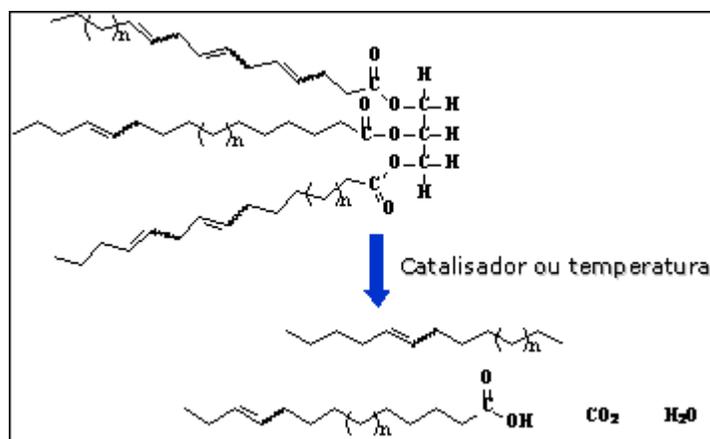


Figura 25: Esquema da reação de craqueamento de um triglicerídeo (componente de um óleo vegetal)
Fonte: Site UNB

A seguir, a mistura de hidrocarbonetos é então separada por processo de destilação à pressão atmosférica. Abaixo temos os dados de rendimento x temperatura.

Óleo	Temperatura (°C) de craqueamento	Rendimento (%) por faixa de temperatura de corte (°C)			
		< 80	80 - 140	140 - 200	> 200
Soja	350 a 400	10	15	15	60
Sais Soja	300 a 320	15	10	15	60
Dendê	330 a 380	7	9	9	75
Mamona	350 a 400	10	10	20	60

Figura 26: Temperaturas de Craqueamento e Rendimento por Faixa de Temperatura de Corte na Destilação da Mistura de Hidrocarbonetos Obtidos Durante o Craqueamento
Fonte: Journal of Analytical And Applied Pyrolysis

A fração (mistura de hidrocarbonetos) que destila em temperaturas superiores a 200°C apresenta propriedades físico-químicas semelhantes às do diesel de petróleo.

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 e cooperativas rurais, situados em regiões afastadas dos centros produtores e distribuidores de combustíveis derivados do petróleo, a capacidade de gerar seu próprio combustível.

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

4. ASPECTOS MERCADOLÓGICOS.

O biodiesel é a fonte de energia em foco na atualidade. Seu desenvolvimento se tornou necessário devido, principalmente, aos fatores ambientais, preço e quantidade. As reservas de petróleo irão terminar. Com isso o preço do barril tende a crescer cada vez mais. Além disso devem ser consideradas as crises políticas, como a que foi vivida no ano corrente de 2008, onde o barril chegou a um patamar de US\$ 147 em junho e em novembro ele custava torno de US\$ 57.

Em 2004 foi lançado oficialmente o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), mais especificamente em 06/12/2004, quando se estabeleceu o marco regulatório pela Medida Provisória nº 214/04, que atribuiu competência à ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) para regular a produção e uso do biodiesel. Esta estabeleceu prazos em que deverão ser adicionados 2 e 5% de biodiesel no diesel de petróleo, determinou que o CNPE (Conselho Nacional de Política Energética) monitore a inserção do biodiesel no mercado e instituiu o modelo tributário e os mecanismos de certificação social.

Em 2005 a Lei nº 11.097/2005 tornou obrigatória a adição de 2% de biodiesel no diesel comercializado no Brasil, o B2 (2% de biodiesel no diesel), e este marco deveria ser atingido até 2008. E deve-se atingir o marco de 5% até 2013, o B5 (5% de biodiesel no diesel). Houve acordos entre o governo e as montadoras de automóveis (Anfavea), que se comprometeram a manter a garantia dos automóveis desde que o biodiesel cumpra as normas determinadas pela ANP.

Com todos estes acontecimentos, foi criada a configuração de um mercado de biodiesel. A ANP criou a figura do produtor de biodiesel, estabeleceu as especificações do produto, estruturou sua cadeia de comercialização e estabeleceu que a mistura do biodiesel ao diesel de petróleo seja feita pelas distribuidoras de combustíveis e refinarias.

Foram criados também mecanismos de estímulo de produção. Entre os mecanismos de estímulo à difusão do biodiesel. Um desses incentivos é dado quando comprovadamente há um desenvolvimento social. O chamado Selo Combustível Social dá a empresas produtoras de biodiesel certificadas vantagens tributárias e acesso a financiamento. O selo é obtido mediante a compra da matéria-prima, a preços pré-estabelecidos, de agricultores cadastrados no Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), além do fornecimento de assistência técnica a esses agricultores.

Além de ser isento da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) incidente sobre outros combustíveis, a Lei 11.116/2005 unificou a cobrança de PIS/PASEP e COFINS do produtor industrial de biodiesel. As alíquotas podem ser reduzidas em função da matéria-prima, região de produção e tipo de fornecedor (agricultor familiar ou agronegócio). O Decreto 5.457/2005 reduziu em 67,63% a alíquota definida na Lei, igualando a carga tributária incidente sobre o biodiesel à do diesel de petróleo, cujo valor é menor. Os agricultores familiares envolvidos com a produção de biodiesel têm à disposição

linhas de crédito do Pronaf, que disponibilizou para esse setor R\$ 100 milhões em 2005, priorizando inicialmente as culturas de dendê, mamona, soja, algodão em caroço e girassol.

Alguns bancos oferecem apoio à produção de biodiesel. No BNDES, o Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel financia até 90% de projetos certificados pelo Selo Combustível Social, para produção agrícola e de óleo, armazenamento, logística, beneficiamento de subprodutos e aquisição de equipamentos para o uso de biodiesel.

No Banco do Brasil, o Programa BB de Apoio à Produção e Uso de Biodiesel concede crédito para custeio, investimento e comercialização na produção agrícola e na industrialização. A industrialização conta com linhas de crédito do Pronaf Agroindústria, Prodecoop (Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária) e crédito agroindustrial.

Existe uma série de motivos para o estímulo da produção de biodiesel, e uma delas é a considerável diminuição nas importações de diesel, podendo assim diminuir a dívida externa do País. Com o uso do B2 (2% de biodiesel em diesel), haveria uma economia de aproximadamente US\$ 160 milhões por ano, aumentada para US\$ 400 milhões com o uso do diesel B5.

Além disso, as condições naturais de produção de oleaginosas oferecem inteira capacidade de produção e potencial para exportação, e considera-se que a cadeia produtiva do biodiesel tem grande capacidade de gerar empregos, especialmente nas regiões do Semi-Árido e Norte. Por fim, considera-se que o biodiesel traz benefícios ambientais, ao reduzir a emissão de poluentes.

Mesmo com tantas justificativas favoráveis ao Biodiesel, alguns obstáculos ainda são encontrados, como o apresentado pelo presidente da Petrobrás, no que se refere às técnicas de transporte e organização por parte dos produtores (Correio da Bahia, 06/09/2005).

Algumas exigências da legislação para o uso do biodiesel são apresentadas abaixo:

- Que possa ser usado pela frota diesel existente, sem necessidade de modificações técnicas, alterações ou recomendações adicionais para os veículos em circulação; sem comprometer a integridade, durabilidade, desempenho e emissões destes veículos; e sem impor aumento nas manutenções periódicas e preventivas.

- Que seja compatível com a futura qualidade do diesel.

- Que seja compatível com as futuras tecnologias de motores, previstas para atender a novos limites de emissões.

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) garante que a adição de biodiesel ao diesel não traz problemas aos motores veículos. O biodiesel não estraga o motor, porque não é um óleo vegetal e sim um produto de transesterificação deste óleo.

De acordo com a especificação da Resolução ANP nº 42 / 2004, o programa nacional de produção e uso do biodiesel prevê o uso da seguinte maneira:

- B-2 a B-5 para frota diesel convencional;
- B-20 para frotas fechadas;
- B-100 para veículos e / ou motores especiais.

Até 2011, a Petrobrás espera estar produzindo 855 milhões de litros de biodiesel por ano.



Figura 27: Evolução do Mercado

Fonte : MME

5. ASPECTOS ECONÔMICOS

Para atender a este mercado é necessário analisar o preço que o biodiesel chegará até o consumidor. O CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) da USP, em parceria com a Dedini Indústria de Base, responsável pela maior parte das usinas

de biodiesel em construção no País, fez um estudo da produção do biodiesel e o seu preço, em relação à capacidade produtiva de uma indústria. Foi visto que uma indústria de biodiesel com capacidade para processar 100 mil toneladas de biodiesel por ano, instalada na região de Barreiras-BA, poderia ter produzido biodiesel a partir de caroço de algodão ao custo de R\$ 0,66 por litro na safra passada (2004/05). Já uma usina de 10 mil toneladas de biodiesel ano, na mesma região, processando mamona adquirida a preço de mercado, teria o custo de R\$ 2,25/litro. Em ambos os casos, o custo indicado está isento dos impostos de comercialização, também sem margem de lucro, referente ao produto posto na própria usina – não deve, portanto, ser comparado ao diesel na bomba.

Os cálculos feitos levaram em conta os subprodutos, o que é muito importante, isto porque em muitos casos acabam por se tornar um determinante para se decidir a melhor matéria prima. Os subprodutos foram contabilizados nas etapas de esmagamento e de elaboração do biodiesel, sejam esses positivos ou negativos, sem incluir margem de comercialização. Neste caso, portanto, ora o valor do biodiesel poderá aumentar para compensar os prejuízos de subprodutos, ora será reduzido por assimilar lucro com derivados do processo. Os resultados gerais apontam que o biodiesel a partir de caroço de algodão no Nordeste é o mais barato do Brasil.

Foi considerado para cada região um tipo de matéria prima compatível com seus melhores e mais fartos produtos. Isso significa que foi estudada a produção de biodiesel a partir das seguintes origens vegetais: Região Sul: soja e girassol; Região Sudeste: soja, girassol e amendoim; Região Centro-Oeste: soja, caroço de algodão e girassol; Região Nordeste: soja, caroço de algodão e mamona; Região Norte: soja, mamona e dendê.

O local de instalação das supostas indústrias foi definido com base principalmente na maior disponibilidade de matérias-primas agrícolas para a geração de óleo. Para tanto, procede-se um exame detalhado dos calendários agrícolas das cinco regiões bem como das produções médias nas safras de 1999/00 a 2003/04 (dados da safra 2004/05 não consolidados para todas as culturas em junho/05).

Levou-se em conta também o fato das indústrias poderem comercializar o álcool hidratado resultante do processo. E outro custo que não pode ser esquecido, na análise da planta integrada, é o administrativo, que envolve desde a mão-de-obra especializada até a infra-estrutura utilizada, que deve estar de acordo com o negócio. Contudo, neste trabalho, não foram avaliados tais dispêndios. Da mesma forma não estão incluídos cálculos de

viabilidade econômico-financeira do projeto. Levou-se em conta o custo de produção operacional do biodiesel, em diferentes escalas de produção para as regiões e matérias-primas previamente selecionadas para o trabalho.

O cálculo abrangeu dois segmentos, o primeiro é a inserção da matéria prima agrícola a custo de produção e no segundo partiu-se do preço regional de mercado. Tanto para os custos de produção quanto para os preços dos produtos agrícolas, foram consideradas informações da safra 2004/05 - cotações médias de junho/04 a julho/05, com exceção do dendê, cujos preços são de agosto/05.

O fato do caroço de algodão ser o mais favorável à produção de biodiesel reforça o fato de se levar em conta os subprodutos. Em segundo lugar, quanto ao menor custo, está o biodiesel a partir de soja na região Centro-Oeste. Numa planta de 100 mil t/ano, um litro de biodiesel teria o custo mínimo de R\$ 0,83, bem próximo à R\$ 0,85/litro registrado na região Norte – também de soja, mas com a aquisição do grão a preço de mercado, mantendo todas as condições citadas para o biodiesel de caroço de algodão acima (considerados os custos e receitas dos subprodutos).

Lavando em conta a inserção da matéria prima no custo de produção, o biodiesel produzido a partir de caroço de algodão, no Nordeste, numa planta de 100 mil t/ano, é o mais barato do Brasil. Contudo, não há como calcular o custo de produção do caroço, o mais adequado é tomá-lo sempre a preço de mercado.

Levando em conta efetivamente a matéria-prima a custo de produção, o menor custo é o biodiesel a partir de soja na região Centro-Oeste. Numa planta de 100 mil t/ano, um litro de biodiesel teria o valor mínimo de venda de R\$ 0,83, considerando os custos e receitas dos subprodutos.

Caso queira se simular os valores do biodiesel a partir de custos de produção agrícola, mas excluindo o valor de arrendamento da terra, obtêm-se reduções significativas para alguns casos, mas este cálculo pode ser enganoso a médio e longo prazo - o Cepea não recomenda a análise que exclui o valor de arrendamento. Na média das plantas de 40 mil t/ano, a diminuição é de 8%. Se for desconsiderado o arrendamento, a diminuição fica em torno de 4%, sendo por isso indicado a consideração deste fator.

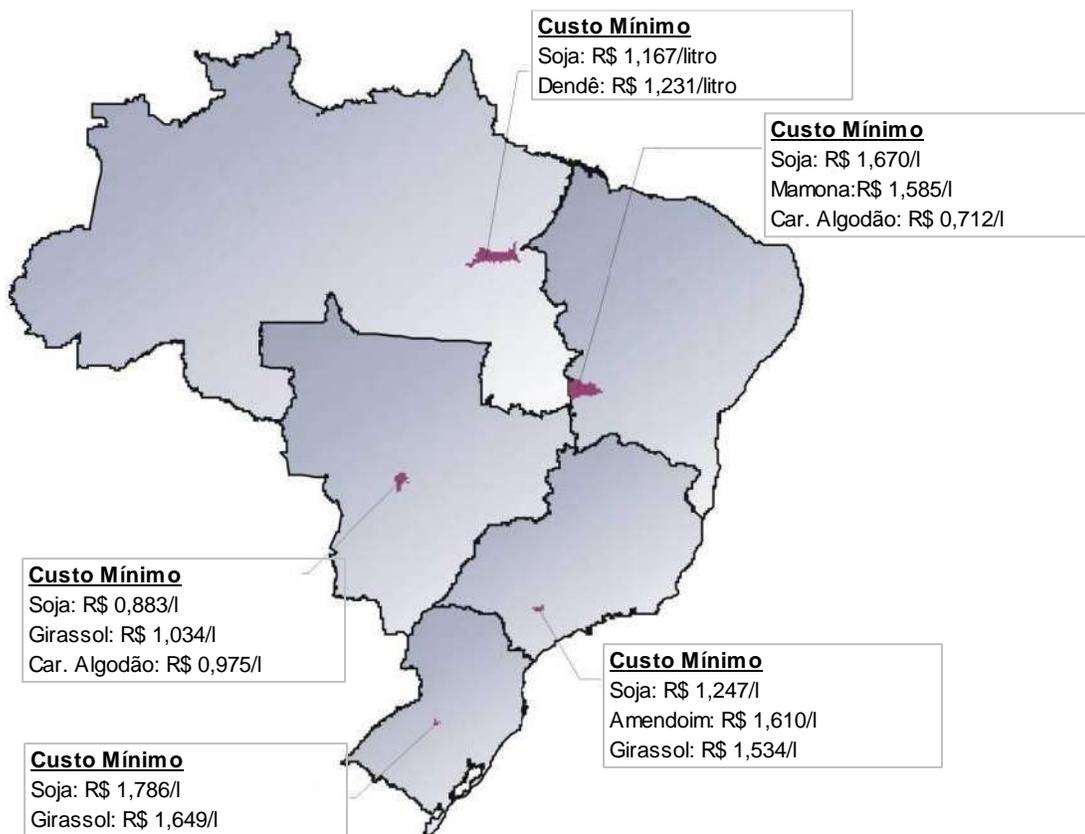


Figura 28: Matéria-Prima Agrícola no Custo de Produção Agrícola
Fonte: Dados da Pesquisa (Cepea)

O que será analisado no presente contexto é a matéria prima a preço de mercado. O biodiesel mais barato, dentre as cinco regiões pesquisadas, ainda é do caroço de algodão, custeado a R\$ 0,66/litro (planta de 100 mil t/ano). Para se chegar a essa conclusão, aliou-se o preço da matéria prima destinada ao biodiesel ao preço do seu farelo.

A soja se mostrou mais favorável à aquisição no mercado do que sua produção. Em três regiões, Norte, Nordeste e Sul, a diminuição chegou a 5,8%, 14,2% e 7%, respectivamente. As regiões Sudeste e Centro–Oeste apresentam preços de mercado menos atrativos.

Já o girassol, na região Sudeste, mostrou-se mais viável se adquirido no mercado local, ao preço médio de R\$ 21,10/sc de 60 kg. A importância da inclusão do girassol no programa de biocombustível não pode ser vista somente pela ótica econômica, mas também no aspecto ambiental, dada a conservação do solo, bem como controle de pragas e doenças nas culturas de soja e milho.

O biodiesel a partir de mamona, cotada a preços de mercado, custou 23% a mais que se a matéria-prima fosse obtida a custos de produção agrícola (produzida pela própria indústria).

Um dos grandes problemas que se apresentam contra o biodiesel é o abastecimento de matérias primas. Todo o caroço de algodão e soja produzido nas cinco regiões é suficiente para o abastecimento de uma fábrica de 100 mil toneladas. E cinco plantas juntas seriam responsáveis pela produção de 435 milhões de litros.

É importante mencionar que o crescimento do biodiesel, em determinadas regiões, pode inflacionar os preços de determinadas matérias primas.

Estas informações estão baseadas em um artigo de 2006, e são válidas para a atualidade, pois é o que acontece com a soja, que é a principal matéria prima de biodiesel e seu preço está em ascensão.

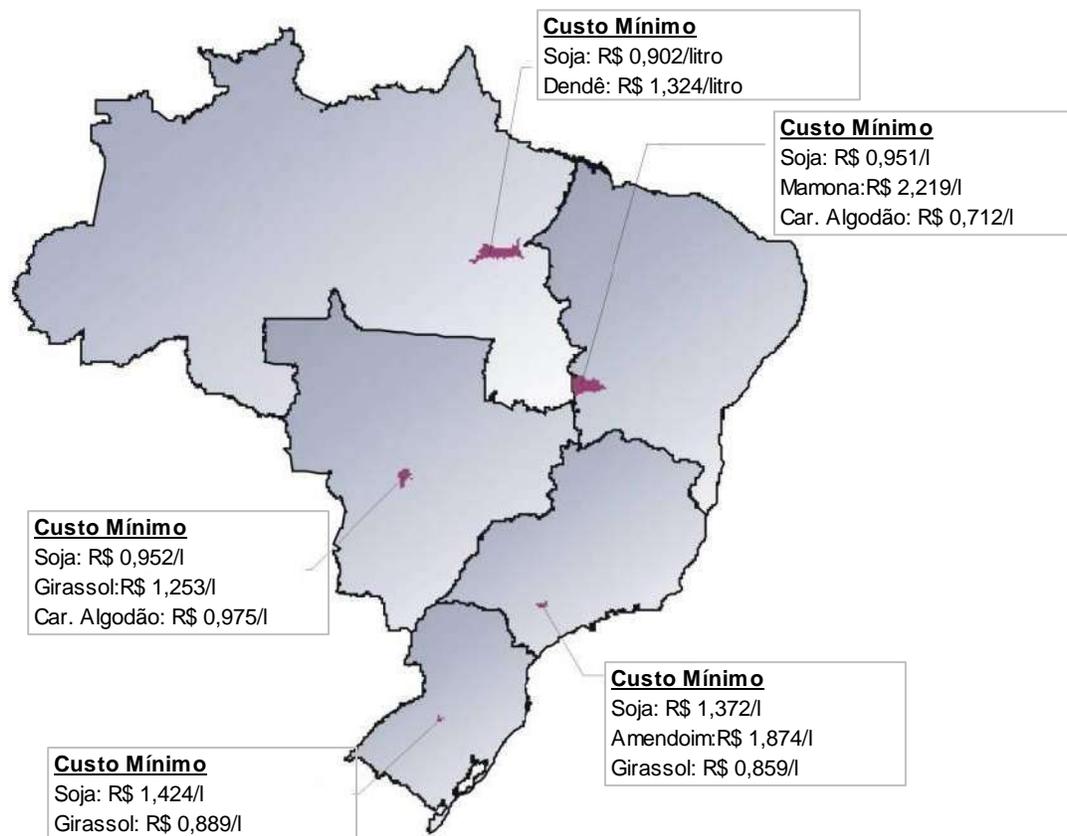


Figura 29: Matéria - Prima Agrícola Comprada no Mercado
Fonte: Dados da Pesquisa (Cepea)

O biodiesel enfrenta uma crise de alto custo e baixo preço de venda. A Petrobras pretende produzir 900 milhões de litros até 2012. Isto é para deixar claro o potencial do Brasil como produtor de biodiesel.

Os novos leilões do governo são vistos como a solução para o problema dos baixos preços de venda do biocombustível.

O país precisa produzir 840 milhões de litros por ano. O Brasil tem 18 plantas em operação com capacidade instalada para 2 bilhões de litros. Existem mais 47 plantas em construção e, até dezembro, o país terá capacidade para produzir 3,8 bilhões de litros.

6. MEIO AMBIENTE

O biodiesel tem grande importância em questões ambientais. O planeta está sofrendo com os frequentes impactos ocasionados pelas emissões de gases poluentes. A temperatura vem aumentando, calotas degelando, animais entrando em extinção. Uma das principais fontes de emissão são os veículos que se utilizam de combustíveis fósseis. A qualidade do ar e, conseqüentemente, da saúde da população, são muito vulneráveis aos poluentes emitidos por veículos, e aqueles movidos a diesel têm uma grande participação em tais emissões. Por isso, em se tratando de combustíveis alternativos é de fundamental importância conhecer detalhadamente os impactos da substituição de um combustível mais poluente, o diesel, por combustíveis teoricamente menos poluentes, como o biodiesel e o gás natural.

O biodiesel é feito a partir de biomassa e etanol, este também vindo de biomassa (cana de açúcar). Sua emissão de gases após sua queima, não se adiciona, isto porque este gás foi absorvido anteriormente pela planta, da qual se originou o óleo para a produção.

Este combustível, por conseguinte, emite menos poluente que o diesel de petróleo. Uma forma de se analisar e comprovar este fato é a técnica de análise de ciclo de vida. Esta é uma metodologia prevista pela Iso 14040. Esta técnica tem por objetivo analisar um produto, processo ou atividade, identificando e quantificando a energia, os materiais utilizados e os resíduos emitidos ao ambiente com o objetivo de pôr em prática melhorias ambientais.

Os principais poluentes emitidos para atmosfera têm sua quantidade diminuída quando se fala de biodiesel. As emissões monóxido de carbono (CO), de dióxido de carbono (CO₂), do material particulado (MP), dos óxidos de enxofre (SO_x), dos hidrocarbonetos totais (HC) e de grande parte dos hidrocarbonetos tóxicos, que apresentam potencial cancerígeno, são diminuídas.

O biodiesel que serve como referência de base, é o produzido a partir de soja, isto porque é a principal matéria prima produtora no país. A grande vastidão de óleos naturais de diferentes composições pode influenciar na emissão de poluentes, sendo importante considerar que pode ser obtido biodiesel menos poluente ainda a partir de outra matéria prima diferente da soja.

Foi feito um estudo pelo Departamento de Energia e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Foram contabilizadas em percentuais as diminuições. A utilização de biodiesel reduz em 78% as emissões líquidas de CO, as emissões de 20% de enxofre, 9,8% de anidrido carbônico, 14,2% de hidrocarbonetos não queimados, 26,8% de material particulado e 4,6% de óxido de nitrogênio.

Contudo, em estudo, a União Européia verificou um aumento da emissão de NOx por parte do biodiesel, em relação ao diesel de petróleo. Isto provavelmente está relacionado ao fato deste biocombustível ser originado de um óleo vegetal, e por haver quebra das proteínas, que contêm nitrogênio, possibilita a formação desses compostos. Esse aumento, porém, não é suficiente para evitar a disseminação do biocombustível. Mas deve ser considerado, porque é um dos principais precursores do ozônio troposférico, o mais grave problema de qualidade do ar na maior cidade brasileira. É um incremento pequeno se comparado com as reduções de grande magnitude dos outros poluentes.

Porém, existem estudos para resolver este problema. Mediante o emprego de catalisadores adequados, a identificação da fonte ou propriedade que pode ser modificada para minimizar as emissões e a mudança do tempo de ignição do combustível, com a finalidade de alterar as condições de pressão e temperatura de modo a proporcionar menor formação de óxido de nitrogênio.

Cabe destacar, todavia, que o ajuste na regulação dos motores e a instalação de catalisadores (visando a redução na formação de NOx) são operações simples durante o processo de produção de veículos novos, porém se revestem de considerável complexidade e de difícil mensuração de resultados quando se trata da frota de veículos em circulação, com número variado de modelos e anos de uso.

Foi feito um estudo para verificar a emissão de gases pelo biodiesel produzido através da rota etílica e metílica. Este estudo é de extrema importância, principalmente para o Brasil, pois o país é referencial na produção mundial de etanol. Além disso é necessário importar cerca de 80% de metanol. Foi verificado que o biodiesel, a partir de etanol, é menos poluente que o biodiesel a partir de metanol. O primeiro reduz a emissão de gases causadores do citado efeito em 95%. Quanto ao segundo, a redução é de 96,2%, havendo, portanto, diferença pouco significativa (1,2%) entre os dois ésteres. Portanto conclui-se que a verdadeira variável que altera a emissão de gases é o óleo vegetal escolhido para a produção de biodiesel.

Tomando-se por base o biodiesel puro (B100), produzido com óleo de soja, seu uso reduz as emissões do monóxido de carbono (CO) em 48%, de material particulado (MP) em 47%, dos óxidos de enxofre (SOx) em praticamente 100% e dos hidrocarbonetos totais (HC) em 67%.

Como o biodiesel é livre de metais, o mesmo apresentará redução de emissões destes compostos em relação ao diesel mineral e a seus aditivos que contenham metais. Dos quatorze compostos MSATs remanescentes, o EPA, 2002, avaliou onze.

Apesar de haver uma variação grande nos efeitos à saúde que cada composto tóxico provoca individualmente, a quantidade de dados disponíveis sobre o total de compostos tóxicos é muito maior do que o que existe para os compostos desagregados. Assim, a correlação entre as emissões totais de gases tóxicos do biodiesel em relação ao diesel convencional é estatisticamente mais robusta. Como resultado, a Agência Ambiental Americana (EPA), apresenta o impacto do biodiesel nas emissões dos gases tóxicos, bem como dos hidrocarbonetos, em relação ao diesel mineral.

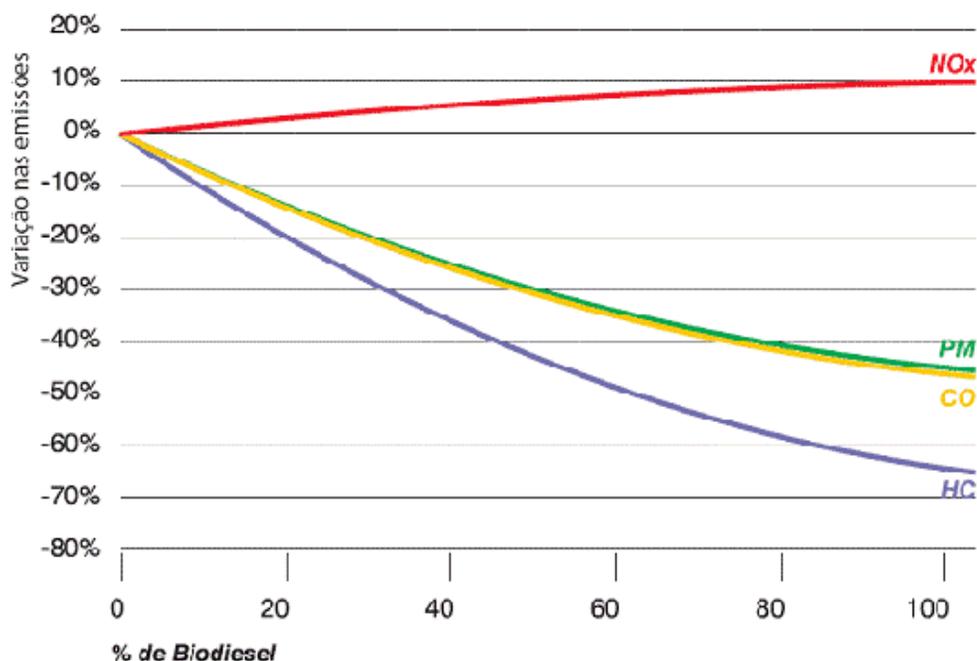


Gráfico 8: Efeito do Biodiesel sobre as emissões associadas ao Biodiesel
Fonte: Biodieselbr

As vantagens ambientais do biodiesel afetam diretamente a economia do país. Isto porque caso o diesel convencional seja substituído pelo B5, os custos evitados com a

poluição estariam em torno de R\$76 milhões anualmente, enquanto que nas dez mais importantes metrópoles a economia seria de cerca de R\$16 milhões anuais.

As vantagens também afetam outros setores e um dos principais é a saúde. Se fosse consumido a 100 % (B100), proporcionaria uma redução de custos da ordem de R\$ 192 milhões anuais, nas dez principais cidades brasileiras, e em aproximadamente R\$ 873 milhões, em nível nacional.

Foi feita uma comparação em 2006 entre os combustíveis de maior uso e apelo ambiental da atualidade, o diesel, o biodiesel e o gás natural, para saber as vantagens e desvantagens de cada um. A partir de parâmetros da literatura e de dados fornecidos pelas empresas de transporte coletivo de Campo Grande, Mato Grosso (número de veículos; consumo mensal da frota; quilometragem rodada; idade média da frota; periodicidade de manutenção dos motores; periodicidade de medição da fumaça do escapamento), foi possível fazer uma estimativa dos poluentes emitidos por ônibus e microônibus da frota da cidade.

Foram considerados os parâmetros de emissão para a mesma fonte e mesmo motor, e o gás natural como combustível em um motor de ciclo otto. Os seguintes resultados foram obtidos:

- a emissão de monóxido de carbono e dióxido de carbono seria maior utilizando-se o gás natural;
- a emissão dos veículos movidos a diesel seria de 3,2% menor que o gás natural;
- as emissões dos veículos movidos a biodiesel, 54,5% menor que as dos movidos a gás natural;
- A emissão de hidrocarbonetos também seria maior para o gás natural, sendo 20% menor para o diesel e 55,7% menor para o biodiesel;
- os óxidos de nitrogênio seriam lançados em maior proporção empregando-se diesel, 4,74% a menos para o biodiesel e 67,4% a menos para o gás natural;
- os materiais particulados teriam maior emissão para o diesel, 72% menor para o biodiesel e desprezível para o gás natural;
- o dióxido de enxofre teria maior emissão para o diesel, sendo praticamente ausente para o biodiesel e o gás natural.

Para a utilização do gás natural em veículos de grande porte, seria necessária a modificação do motor de ciclo Otto para ciclo diesel, e isso seria extremamente custoso,

ainda mais tendo em vista todos os veículos que já circulam pelas estradas do país. E o gás com a nacionalização feita pela Bolívia, está sendo importado deste mesmo país em preços fixados em dólar, gerando um aumento de preço.

Tendo em vista a redução da emissão de poluentes e as vantagens econômicas, conclui-se que o biodiesel, do ponto de vista ambiental se constitui como uma excelente fonte de energia renovável.

7. ASPECTO SOCIAL

O biodiesel está afetando diretamente o setor social do país. Ele além de trazer muitos empregos está incentivando a agricultura familiar. Este incentivo vem muito por parte do governo, que reduz a carga tributária para aqueles que compram matérias primas de produtores familiares.

As novas indústrias que estão se instalando, muitas vezes perto da área rural, gerando empregos nas redondezas. Essa industrialização traz junto consigo, saúde, legalização dos trabalhadores. Com isso, evita-se o êxodo do trabalhador do campo, reduzindo o inchaço das grandes cidades e favorecendo o ciclo da economia auto-sustentável, essencial para a autonomia do país. A tabela abaixo mostra o número de empregos gerados por ano no Brasil pelo setor de biodiesel, com destaque para o aumento do número de empregos gerados a partir de 2008, quando haverá aumento da mistura de biodiesel ao diesel.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mistura	B2	B2	B2	B5	B5	B5
Empregos	153mil	153mil	153mil	382mil	382mil	382mil

Figura 30: Aumento de Empregos devido à Inserção do Biodiesel
Fonte: IBGE

8. ANÁLISE SOBRE A CRISE DOS ALIMENTOS.

O mundo vem sofrendo uma crise de alimentos devido à falta e o grande aumento no preço dos alimentos. Como consequência desta crise, os biocombustíveis estão sendo apontados como possíveis culpados.

Existem duas posições antagônicas sobre o assunto. Os que condenam os biocombustíveis, afirmando que a sua produção reduz a área agrícola destinada à produção de alimentos. Por outro lado a posição favorável ao biocombustível, apresenta outros fatores para a crise de alimentos, sendo o biocombustível até mesmo uma das soluções para a crise.

8.1. Visão contrária aos biocombustíveis

O secretário geral da ONU (Organização das nações unidas), Ban Ki-Moon e o presidente do Banco Mundial Robert Zoellick, são alguns representantes da posição contrária aos biocombustíveis. Para estes, apesar dos esforços do governo brasileiro para convencer a comunidade internacional do contrário, os biocombustíveis continuariam na lista dos vilões da alta nos preços mundiais de alimentos. Indagados pelos jornalistas ao final do primeiro dia da reunião do G8, tanto o presidente do Banco Mundial, Robert Zoellick, quanto o secretário-geral da ONU, Ban Ki-Moon, atribuíram parte da culpa pela inflação alimentar aos combustíveis

Para Zoellick, “Diversos fatores afetaram os preços, mas não há dúvida de que os biocombustíveis estão entre eles”, no entanto, fez questão de diferenciar os biocombustíveis produzidos através de cana de açúcar como o etanol brasileiro, dos que são feitos com cereais e vegetais. O ex-secretário de comércio dos Estados Unidos lembrou que cerca de três quartos do crescimento da produção de milho nos últimos três anos foi para a produção de etanol nos Estados Unidos.

O Documento divulgado pelo Banco Mundial na semana passada para embasar os debates da cúpula do G8 – grupo dos sete países mais industrializados do mundo, mais a Rússia – já mencionava o uso do óleo de cereais e vegetais para a produção de combustíveis como uma das causas da disparada de preços. Segundo dados do Banco

Mundial, os preços dos grãos mais que dobraram desde 2006. Apenas neste ano, a alta acumulada é de 60%.

O estudo diz que, nos últimos três anos, cinco milhões de hectares de terras aráveis, que poderiam ter sido utilizadas para plantação de trigo, foram destinadas à produção de colza e girassol para biocombustíveis – de acordo com o Banco Mundial, isso ocorreu nos principais países produtores de trigo, incluindo Canadá, membros da União Europeia e Rússia.

O documento reconhece, no entanto, que a produção brasileira do etanol à base de cana não levou as altas substanciais no preço do açúcar. O Banco Mundial também compara o custo das diferentes produções. Enquanto o etanol da cana-de-açúcar custava US\$ 0,90 o galão em 2007, contra um custo de US\$ 1,70 por galão do etanol de milho produzido pelos Estados Unidos e US\$ 4 por galão do biodiesel produzido pelos americanos e europeus.

Zoellick sugeriu a revisão dos programas americanos e europeus de subsídios à produção de biocombustíveis e a redução das tarifas impostas a esse tipo de produto

Ban Ki-Moon concordou com os argumentos de Zoellick, mas ponderou que não há dados sobre o exato impacto dos biocombustíveis na crise mundial de alimentos. “Acredito que são necessários mais estudos e mais pesquisa sobre os biocombustíveis de segunda geração”, disse o representante da ONU, lembrando que o governo brasileiro promoverá conferência internacional sobre o tema em novembro.

8.2 Visão favorável aos biocombustíveis.

Os integrantes da visão favorável, como o presidente do Brasil, citam três principais causas.

- O crescente número de pessoas, o que gera um aumento no consumo de cereais no mundo.
- Alto preço do petróleo. A agricultura moderna é altamente intensiva em energia: muita energia é usada na produção de fertilizante, na operação de tratores e no transporte dos produtos agrícolas aos consumidores. Com o petróleo persistentemente acima de US\$ 100 o barril, os custos de energia se tornaram o principal fator por trás dos aumentos dos custos agrícolas.

- Houve uma seqüência de condições meteorológicas adversas em áreas-chave de cultivo. A Austrália em particular, normalmente a segunda maior exportadora de trigo do mundo, vêm sofrendo uma seca épica.

8.3 Análise

Analisando as afirmações feitas pelas duas visões antagônicas em relação ao biodiesel pode-se verificar que a produção de biocombustíveis é necessária a médio prazo e também verificar os rumos que as políticas empregadas estão tomando.

Os subsídios, que são dados em todo o mundo, têm de ser bem dosados, distribuídos de forma controlada. Como é o caso dos EUA, que tem a maioria de sua produção de milho voltada para a produção de biocombustível.

Em questões de terra para plantio, o Brasil não utiliza toda a sua extensão cultivável. Utiliza apenas 21.6 %, e destes 21,6% somente 1.8 % é destinada ao biocombustível.

ÁREA CULTIVÁVEL NO BRASIL
350 MILHÕES DE HECTARES
ÁREA PLANTADA NO BRASIL
75,6 MILHÕES DE HECTARES
ÁREA UTILIZADA COM BIODIESEL
3,6 MILHÕES DE HECTARES

Figura 31: Área cultivada direcionada ao biodiesel.
Fonte: IBGE

POPULAÇÃO	ANO	TEMPO PARA O PRÓXIMO BILHÃO (ANOS)
1 BILHÃO	1882	126
2 BILHÕES	1928	36
3 BILHÕES	1961	13
4 BILHÕES	1974	13
5 BILHÕES	1987	12
6 BILHÕES	1999	13
7 BILHÕES*	2012	16
8 BILHÕES*	2020	22
9 BILHÕES*	2050	20
10 BILHÕES*	2070	26

Figura 32: Crescimento da População Mundial
Fonte: Departamento de Assuntos Sociais e Econômicos da ONU (DESA)

Pelos dados que são apresentados verificou-se que com uma eficiente distribuição de terras, de forma que seja possível produzir grãos suficiente para atender a crescente demanda da população, o biocombustível não será causa de falta de alimentos.

9. CONCLUSÃO

Foram analisados vários fatores relativos à viabilidade do biodiesel. Inicialmente, abordando o processo produtivo, é possível observar que em questão de matérias-primas, o Brasil é detentor de um dos maiores acervos, e utiliza como principais a soja e a mamona. Pesquisas mostram que o biodiesel pode ser obtido a partir de várias fontes destacando-se palma e pinhão manso.

Em relação às possibilidades de álcool, o metanol é o que apresenta melhor rendimento, porém o Brasil é expoente na produção mundial de etanol, o que incentiva a utilização da rota etílica.

Na questão das rotas tecnológicas, o país apresenta grandes pesquisadores, como o professor da UFRJ, Donato Aranda, que desenvolveu uma técnica de esterificação, utilizada pela Agropalma, maior produtora de biodiesel do país, que faz com que o processo seja mais barato, menos poluente e com maior rendimento. O criador da patente (já extinta) de

transesterificação é um brasileiro, mais especificamente um cearense, chamado Expedito Parente.

Os subprodutos do processo de produção possuem valor agregado. A torta resultante da extração do óleo pode em sua maioria ser utilizada como ração para animais, acrescentando vantagens econômicas na produção de biodiesel. Com as matérias primas existentes no Brasil e com os incentivos dados pelo governo, é possível produzir um biocombustível que em questões de preço será comparável com o diesel de petróleo. Este é um fator muito importante, já que a forma de transporte mais utilizada é a rodoviária, fazendo com que o consumo de diesel seja muito grande. Dessa forma o biodiesel teria uma grande vantagem fazendo com que diminuam as importações de diesel feitas pelo país, contribuindo para a melhoria da balança comercial.

O biodiesel é bem menos agressivo ao meio ambiente comparativamente com o diesel e poderá ser utilizado no mesmo motor, evitando maiores investimentos por parte das construtoras de carros e maiores gastos por parte dos donos de caminhões que teriam que trocar o motor ou então comprar um caminhão novo.

No setor social, está trazendo empregos para a área rural e também desenvolvimento para o campo, com saúde, escolas etc.

O biodiesel é um biocombustível com potencial de substituição do diesel. O Brasil é um país que têm condições de estar entre os maiores consumidores e produtores de biodiesel do mundo. Possui grandes possibilidades de ser um exportador. E com isso fazer com que o Brasil e o mundo seja um lugar menos poluído, com ganhos econômicos e com um maior desenvolvimento social.

10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Biodiesel: estratégias para produção e uso no Brasil. In: BIODIESEL.
- Chavanne, G.; BE 422,877, 1937 (CA 1938, 32, 4313).
- DORADO, M. P.; BALLESTEROS, E.; LÓPEZ, F. J.; MITTELBAACH, M.; Energy Fuels 2004, 18, 77.
- Estratégias para produção e uso no Brasil, 2005, São Paulo: Unicorp, 26-27, abr. 2005. v.1, p.1-23.
- Estratégias para produção e uso no Brasil, 2005, São Paulo: Unicorp, 26-27, abr. 2005. v.1, p. 34-37.
- FURLANET, A. C.; SOTOCORNO, T., Revista Multidisciplinar N° 03 – Junho de 2007.
- GOLDEMBERG, J. et al. Ethanol learning curve – the Brazilian experience. Biomass & Bioenergy, Pergamon, jun., 2005, v.26, n.3, p. 301-304.
- KNOTHE, G. Historical perspectives on vegetable oil-based diesel fuels. Inform, AOCS, nov. 2001.
- Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul. In: Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul, 2005, Canoas: Refap, 30, mai. 2002. v.1, p. 13-22.
- MOTHÉ, C.G e AZEVEDO, A.D, Análise Térmica de Materiais, 2002, p.300
- OLIVEIRA, L. B. Rio de Janeiro, COOPE/UFRJ, 2001. Cap. 3, pg 77 - 110.
- PARENTE, Expedito de Sá et alii., 2003. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Tecbio, Fortaleza, CE.
- PEIXOTO, A.R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- PIRES, A. A Energia Além do Petróleo. In: Anuário Exame 2004-2005, infraestrutura, Editora Abril, 2004.
- PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, 2002, v.30, n.2, p.179-190.
- PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O.A. Pinhão manso. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p

- RATHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLÁ,J.A.; PADULA, A.D., Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira?, 2006
- Revista Química e derivados, edição 414 de abril de 2003 e 459 de março de 2007
- SANTOS, A.I.;WEBBER, L.M.; MOREIRA,T.Z.T., A matriz energética brasileira e o aproveitamento das fontes renováveis, jan./fev. 2006
- SILVA, José R. de O. Lima, Rondenelly B. da; SANTOS, Carmem C. M^a da Silva, Lucas S. S. dos; JUNIOR, José R. dos Santos; MOURA, Edmilson M. Moura e Carla V. R. de. Biodiesel de babaçu (*Orbignya sp.*) obtido por via etanólica. Química Nova, Teresina – PI , Vol. 30, No. 3, art 600, 600-603, mai/jun. 2007
- SOARES, V. C. D.; LIMA, D. G. De; Ribeiro, E. B; CARVALHO, D. A.; Cardoso, É. C. V.; RASSI, F. C.; MUNDIM, K. C.; RUBIM, J. C.; Suarez, P. A. Z. Journal of Analytical And Applied Pyrolysis, v. 71, n. 2, p. 987-996, 2004.
- UDAETA, J.A.B.; BAITELO, R.L.;BURANI, G.F.;GRIMONI, J.A.B., Comparação da produção de energia com diesel e biodiesel analisando todos os custos envolvidos, 2002
- VAUGHAN, J.C. The structure and utilization of oil seeds. London: Chapman & Hall. 1970. 279p.
- <<http://biocombustiveis-brasil.blogspot.com/2008/05/hidroesterificao-tecnologia-de-segunda.html>> Acesso em: 05 nov. 2008
- <<http://mbdobrasil.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=21>> Acesso em: 20 nov. 2008
- <<http://www.cetec.br/soldiesel/mercado.htm>>, Acesso em: 05 de jan. de 2008.
- <<http://www.quimica.com.br/revista/qd425/atualidades6.htm>> Acesso em: 20 set. 2008
- <<http://www.revistabiodiesel.com.br/edicoes/16/girassol-a-cultura-de-entressafra-encontra-espaco-no-setor-de-biocombustiveis.html>>, Acesso em: 27 de ago. de 2008
- <<http://www.sementepinhaomanso.com.br/>>, Acesso em: 17 de fev. de 2008

- <http://oglobo.globo.com/economia/mat/2008/10/30/governo_industria_fecham_acordo_sobre_reducao_do_enxofre_no_diesel-586194258.asp> Acesso em: 23 nov. 2008
- <<http://www.ufpe.br/new/visualizar.php?id=1987>>, Acesso em: 18 de fev. de 2008.
- <<http://www.ufpe.br/new/visualizar.php?id=1987>>, Acesso em: 18 de fev. de 2008.
- <http://www.ufrgs.br/decon/publionline/textosprofessores/pla/hist_rico.doc> Acesso em: 19 jul. 2008
- <<http://www.unb.br/iq/lmc/biooleo.htm>>, Acesso em: 10 de ago. de 2008
- <O Biodiesel e a inclusão social (2003), obtido em <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt230-4.html>> Acesso em: 18 out. 2008
- <veja.abril.com.br/190907/p_116.shtml> Acesso em: 18 abr. 2008
- <www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/05/18/materia.2007-05-18.2338419806/view>, Acesso em: 25 de mai. de 2008.
- <www.biodieselbr.com> Acesso em: 20 out. 2008
- <www.cerradorural.com.br> Acesso em: 10 mai. 2008
- <www.eq.ufrj.br> Acesso em: 12 set. 2008
- <www.estrategiaagricola.com.br> Acesso em: 01 nov. 2008
- <www.ibge.gov.br/> Acesso em: 12 ago. 2008
- <www.oglobo.globo.com/economia/mat/2008/10/30/governo_industria_fecham_acordo_sobre_reducao_do_enxofre_no_diesel-586194258.asp> Acesso em: 23 nov. 2008
- <www.ronet.com.br/fima/fotoshtm/babacu.html> Acesso em: 23 jun. 2008
- <www.sementepinhaomanso.com.br/pinhaomanso.html> Acesso em: 14 mai. 2008