

# BIODIESEL BRASIL - ESTADO ATUAL DA ARTE

Gil Miguel de Sousa Câmara<sup>1</sup>

*“O motor diesel pode ser alimentado com óleos vegetais e poderá ajudar consideravelmente o desenvolvimento da agricultura nos países onde ele funcionar. Isto parece um sonho do futuro, mas eu posso predizer com inteira convicção que esse modo de emprego do motor diesel pode, num tempo dado, adquirir uma grande importância.”*

**Rudolph Diesel**

## 1 INTRODUÇÃO

Em 23 de fevereiro de 1892, o engenheiro alemão Rudolph Christian Karl Diesel (março/1858 a setembro/1913) obteve a patente para o seu motor de auto-ignição. Em 10 de agosto de 1897, na cidade de Augsburg, Alemanha, Rudolph Diesel coloca em funcionamento, de forma eficiente, o primeiro modelo do motor a diesel.

França, 1898: Rudolph Diesel apresenta oficialmente o motor diesel, por ocasião da Feira Mundial de Paris, utilizando como combustível o óleo de amendoim.

Os primeiros motores tipo diesel eram de injeção indireta, razão pela qual, podiam ser alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleo de peixe.

Entre 1911 e 1912 Rudolf Diesel fez a seguinte afirmação, considerada visionária à época: *“O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo. O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia, mas com o tempo, irão se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente.”*

De lá para os dias atuais, o motor diesel vem apresentando inúmeras evoluções tecnológicas, tendo como principal fonte de energia motora o diesel de petróleo ou petrodiesel, combustível derivado do refino do petróleo, muito diferente do óleo diesel do começo do século XX.

Farto e barato, o petróleo e seus derivados de refinação proporcionaram ao longo do século XX o sustentáculo energético de todo o desenvolvimento da “chamada” civilização ocidental,

---

<sup>1</sup> Professor Doutor – Área de Plantas Oleaginosas e Agroenergia do Departamento de Produção Vegetal – USP/ESALQ. E-mail: [gil.camara@esalq.usp.br](mailto:gil.camara@esalq.usp.br)

principalmente dos países localizados no Hemisfério Norte, notadamente os países da América do Norte e Europa Ocidental. Com o final da II Guerra Mundial, países da Europa Oriental e da Ásia seguiram modelo de crescimento e evolução similares ao dos países ocidentais.

No Hemisfério Sul, alguns países em desenvolvimento adotaram, de início, modelos semelhantes de desenvolvimento, tendo como principal componente da matriz energética o petróleo e seus derivados. Por exemplo: Austrália na Oceania; África do Sul no continente africano e os países das Américas Central e do Sul, com destaques para México, Venezuela, Chile, Argentina e Brasil.

Na figura 1 observa-se a evolução das vendas de óleo diesel nas principais regiões brasileiras, durante o período de 1995 a 2004. Essa evolução é similar à evolução do consumo, de maneira que, pode-se afirmar que o atual consumo nacional de óleo diesel é da ordem de 40 bilhões de litros ao ano, tendo como principais consumidores por região brasileira os seguintes estados: a) Pará (Norte) = 1,3 bilhão de L; b) Mato Grosso (Centro-Oeste) = 2,0 bilhões de L; c) Bahia (Nordeste) = 2,1 bilhões de L; d) Paraná (Sul) = 3,6 bilhões de L; e) São Paulo (Sudeste) = 9,3 bilhões de L ao ano.

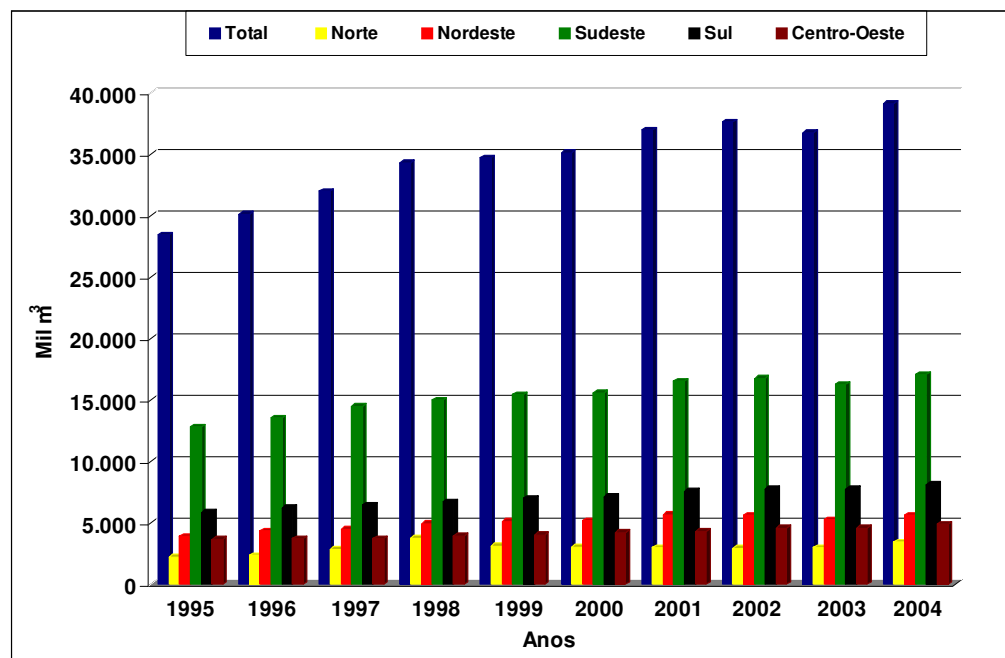


Figura 1. Evolução das vendas de óleo diesel nas principais regiões brasileiras, durante o período de 1995 a 2004.

Destaque-se que o estado de São Paulo, maior consumidor, representa a região mais industrializada do Brasil, enquanto os estados do Mato Grosso (Centro-Oeste) e do Paraná (Sul), representam as principais regiões produtoras de grãos do Brasil, sendo esses estados, respectivamente, o primeiro e segundo colocados em volume de produção de grãos de soja, por exemplo.

A capacidade das reservas mundiais de petróleo em atender ao atual ritmo de crescimento e consumo dos países desenvolvidos e em franco desenvolvimento é extremamente limitada, estimando-se entre 40 e 50 anos a exaustão dessas reservas. Esta é uma das razões que justificam as atuais corridas econômica e tecnológica para a produção de combustíveis originários de fontes renováveis de energia. Outra razão, não menos significativa, reside nos atuais movimentos mundiais, políticos e sociais, cada vez mais exigentes em conservação ambiental, focada na preservação e qualidade da vida humana no Planeta.

Exemplo tradicional e mundial de sucesso em políticas dessa natureza reside no Programa Nacional do Álcool Combustível, o Pró-Álcool brasileiro, lançado ao final dos anos 1970, motivado pela primeira crise internacional do petróleo. Atualmente o Brasil produz, ao ano, cerca de 15 bilhões de litros de etanol a partir da sacarose de cana-de-açúcar. Exemplos mais recentes são as atuais políticas para consumo de “energia limpa” por parte dos Estados Unidos e do Japão.

No caso dos Estados Unidos o foco se direciona para a produção de metanol à base de milho, para mistura em gasolina à razão de 10 a 15% ao ano. Isto representa algo em torno de 45 a 60 bilhões de litros de álcool por ano, ou seja, 3 a 4 vezes o Pró-Álcool brasileiro. No caso do Japão o princípio é o mesmo, porém, havendo necessidade da importação de álcool carburante de países com experiência de produção em grande escala, notadamente o Brasil.

A figura 2 ilustra a atual Matriz Energética Brasileira (MEB), segundo informações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2006; Souza, 2006). Essa figura revela o quão diversificado é o Brasil, quanto à disponibilidade de fontes alternativas de energia limpa ou renovável. A maior parte (43,6%) da energia gerada no Brasil provém dos recursos renováveis da biomassa (29,1%) e das usinas hidroelétricas (14,5%). A segunda maior (39,7%) fonte de energia é de origem fóssil representada pelo petróleo e seus derivados. Gás natural (8,7%), carvão mineral (6,5%) e urânio (1,5%) representam a menor parte da geração nacional de energia.

Na figura 3 ilustra-se a Matriz de Combustíveis Veiculares (MCV) atualmente em uso no Brasil, segundo Souza (2006). Verifica-se a significativa participação do óleo diesel nessa matriz (55,7%), quando comparado às demais fontes. Em seguida encontra-se a gasolina comum (35,3%), na qual se encontra parcela do álcool combustível (8,8%) em mistura. O álcool hidratado para abastecimento dos veículos “fuel-flex” ou bi-combustíveis representa 6,6%. Portanto, na MCV ‘brasileira o álcool representa 15,4%.

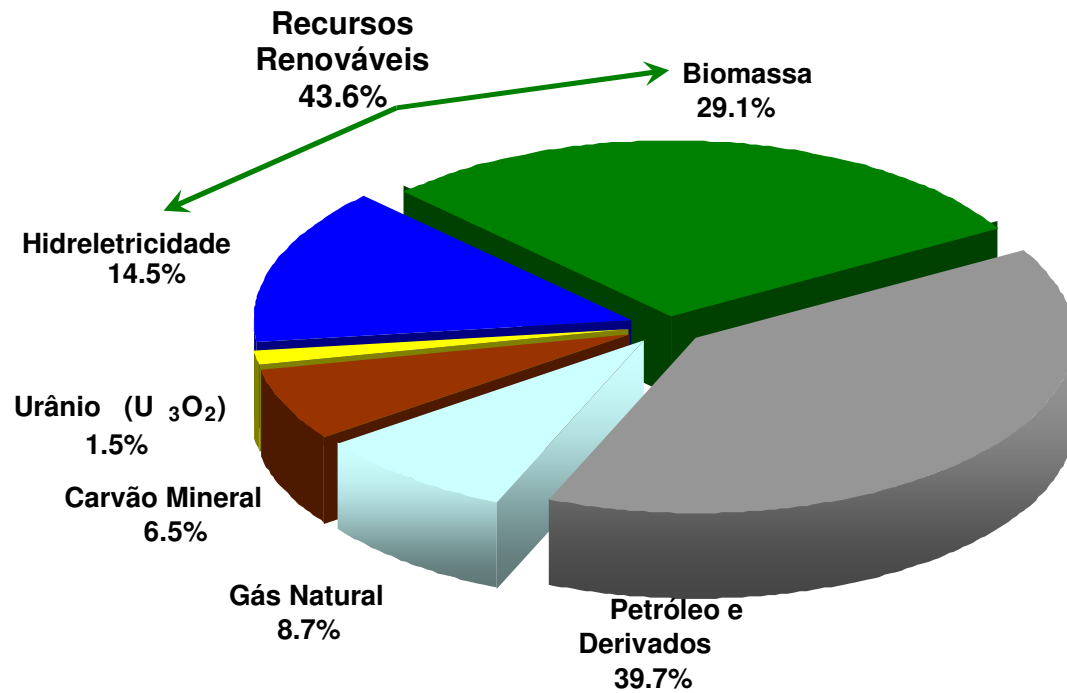


Figura 2. Atual Matriz Energética Brasileira (MEB). Fonte: ANP (2006).

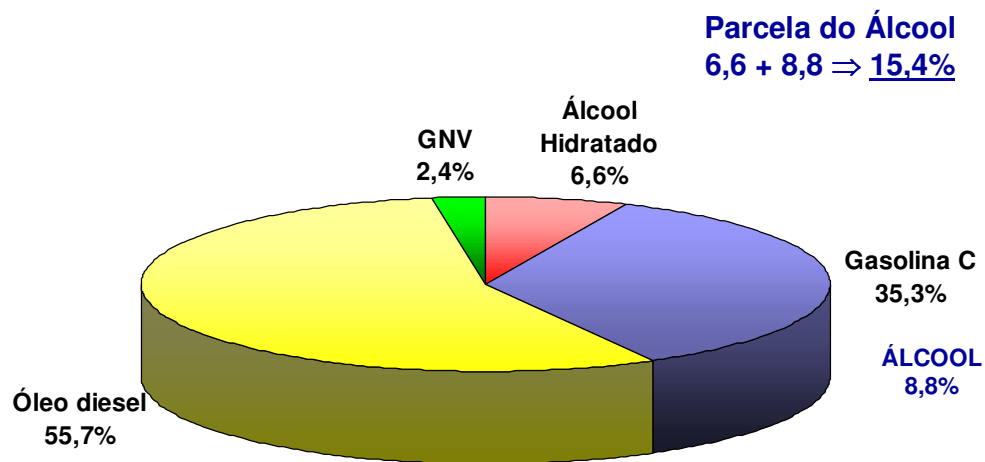


Figura 3. Atual Matriz de Combustíveis Veiculares do Brasil (MCV). Fonte: ANP (2006).

Além do esgotamento irreversível das reservas de petróleo e dos movimentos políticos e sociais por adoção de energia limpa, as sociedades mundiais se deparam com sucessivas e intensas crises geopolíticas envolvendo os principais países produtores de petróleo, principalmente os do Oriente Médio, refletindo-se em elevações nas cotações internacionais do preço do barril de petróleo para níveis jamais vistos.

Em face aos cenários expostos anteriormente, o atual governo federal do Brasil decidiu-se pelo relançamento de um antigo programa de incentivo à produção nacional de biocombustível, obtido a partir de óleos e gorduras, denominado Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

## **2 PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL (PNPB)**

A primeira crise mundial do petróleo em 1973 motivou, por parte do governo brasileiro à época, a idéia de desenvolver um Programa Nacional do Álcool Combustível (Pró-Álcool) a partir da sacarose extraída dos colmos de cana-de-açúcar. Ao final dos anos 1970 uma segunda crise mundial do petróleo viabilizou o lançamento do Pró-Álcool, atualmente de sucesso estratégico, tecnológico e comercial consagrado.

Paralelamente ao surgimento do Pró-Álcool cogitou-se sobre o lançamento de um programa paralelo com o intuito de se produzir outro combustível proveniente de fontes renováveis, porém, à base de matérias-primas oleaginosas visando a substituição parcial do diesel de petróleo ou petrodiesel, na matriz veicular de combustíveis. Inicialmente, esse programa foi chamado de “Pró-Óleo” por uns, ou de “Pró-Diesel” por outros.

Na época, muitos estudos e projetos de pesquisas foram desenvolvidos em alguns institutos e universidades brasileiras, com destaque para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do estado de São Paulo e para a Universidade Federal do Ceará, focando as diferentes e potenciais matérias-primas para a produção de biodiesel (Parente, 2003). Entretanto, como efetiva política pública federal, o “Pró-Óleo” permaneceu apenas como um projeto ou idéia para o futuro.

Em 2002, já presente o atual cenário de crise energética mundial, o governo Fernando Henrique Cardoso cogitou relançar o antigo “Pró-Óleo”, porém, já em final de mandato, mais uma vez o programa não foi priorizado.

Recentemente, o atual governo federal decidiu-se pelo relançamento do antigo “Pró-Diesel”, denominando-o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

### **2.1 A Lei do Biodiesel (Lei nº 11.097)**

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) criado por Decreto Lei em 23 de dezembro de 2003 e complementado pela Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, estabelece o seguinte (Holanda, 2005):

- Art. 1º - fixa em dois por cento o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em todo território nacional.
- § 1º - define, para efeito de Lei, que biodiesel é um aditivo para motores de combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos de plantas agrícolas ou de gorduras animais e que **atenda à especificação técnica da Agência Nacional de Petróleo – ANP**.
- § 2º - autoriza o Poder Executivo a elevar o percentual de dois por cento até, no máximo, cinco por cento.
- § 3º - admite a variação de dois décimos por cento, para mais ou para menos, na aferição dos percentuais de que trata este artigo.
- § 4º - a **ANP**, em razão do percentual de adição do biodiesel ao óleo diesel, deve estabelecer novo teor máximo de enxofre para esse combustível.
- Art. 2º - as unidades familiares que cultivem oleaginosas com capacidade de produção de até cem toneladas por ano de óleo vegetal e que se enquadrem no critério de agricultura familiar podem formar cooperativas ou associações de pequenos agricultores.
- Art. 3º - a atividade de produção incentivada nesta Lei consiste na fabricação de biodiesel em cooperativas ou associações de pequenos agricultores definidos no art. 2º, com capacidade de produção de até cinqüenta mil litros por dia, em estabelecimento denominado cooperativa ou associação de pequenos agricultores para produção de biodiesel.
- Parágrafo único – as cooperativas ou associações de pequenos agricultores para a produção de biodiesel, mencionadas no *caput* deste artigo, somente podem entrar em operação **mediante prévia autorização da ANP** e do órgão competente integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.
- Art. 4º - não incide tributos federais sobre toda a cadeia de produção e comercialização de biodiesel produzido pelas cooperativas ou associações de pequenos agricultores definidas no art. 3º.
- Art. 5º - pelo menos cinqüenta por cento do biodiesel necessário ao atendimento dos percentuais estabelecidos no art. 1º tem que ser produzido por cooperativas ou associações de pequenos agricultores para produção de biodiesel, conforme art. 3º, instaladas nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.
- Art. 6º - a atividade de produção e comercialização de biodiesel puro pode ser exercida por cooperativa ou associação de pequenos agricultores constituída sob as leis brasileiras para quem atender, em caráter permanente, aos seguintes requisitos:

- I – possuir registro de cooperativa ou associação de pequenos agricultores para produção de biodiesel **expedido pela ANP**; e
- II – dispor de instalações de processamento, tancagem para armazenamento e equipamento medidor de biodiesel.
- Art. 7º - a construção das instalações e a tancagem da cooperativa ou associação de produtores deve observar as normas técnicas e os regulamentos aplicáveis.
- Parágrafo único – a construção a que se refere este artigo **precinde de autorização da ANP**.
- Art. 8º - o Banco do Brasil S.A., o Banco do Nordeste do Brasil S.A. e o Banco da Amazônia S.A. devem criar linhas de crédito específicas para o cultivo de oleaginosas pelas unidades familiares definidas no art. 2º.
- Art. 9º - o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES deve criar linha de crédito específica para o financiamento das instalações das cooperativas ou associações de pequenos agricultores definidas no art. 3º.
- Art. 10º - o prazo para aplicação do disposto no artigo 1º é de 2 anos após a publicação desta Lei.
- Art. 11º - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

## **2.2 Itens de Legislação Associados A Lei do Biodiesel**

A partir da criação do PNPB, novos itens de Legislação surgiram, destacando-se:

- Lei nº 11.116/05, que estabelece modelo tributário e marcação do biodiesel.
- 20 resoluções da ANP, sobre produção, especificação e regras de comercialização.
- Resolução CNPE nº 3/05, reduzindo o prazo para percentual mínimo intermediário de 2% restrito aos detentores do Selo “Combustível Social”.
- Portaria MME nº 483/05, sobre as diretrizes para realização de leilões pela ANP para aquisição de biodiesel.
- Resolução ANP nº 31/05, sobre as regras e condições dos leilões públicos de aquisição de biodiesel.
- Resolução ANP nº 37/05, que estabelece termos e condições de marcação do biodiesel para sua identificação.

Resumidamente, a Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 ou “Lei do Biodiesel” estabelece os **percentuais mínimos** de mistura de biodiesel ao diesel de petróleo (petrodiesel) e o respectivo **monitoramento** da inserção do novo combustível no mercado nacional.

De acordo com essa Lei fica estabelecido que:

a) **autoriza-se** de 2005 a 2007, a mistura de 2% de biodiesel ao petrodiesel, prevendo-se um mercado consumidor potencial de 840 milhões de litros ao ano;

b) **obriga-se** de 2008 a 2012, a referida mistura, prevendo-se um mercado firme quanto ao consumo da ordem de 1,0 bilhão de litros ao ano;

c) **obriga-se**, a partir de 2013, a mistura de 5% de biodiesel ao diesel de petróleo, estimando-se um mercado consumidor firme quanto ao consumo de 2,4 bilhões de litros por ano.

A Resolução ANP nº 41/2004 define como **Produtor de Biodiesel**, qualquer empresa, cooperativa ou consórcio de empresas autorizado pela ANP a exercer a atividade de produção de Biodiesel, desde que:

a) atenda aos requisitos de qualidade de produtos especificados nas Resoluções ANP;

b) comercialize o produto acompanhado de Certificado de Qualidade de acordo com a especificação brasileira para biodiesel, elaborado em laboratório próprio ou terceirizado;

c) envie mensalmente a ANP informações sobre a movimentação de matérias-primas e de produtos.

Até o presente momento (setembro/2006) o Brasil dispõe de oito empresas autorizadas pela ANP para produção de biodiesel em território nacional, além de outras, cujas solicitações de autorização para operarem encontram-se em processo de análise.

Ao todo, o Brasil conta, potencialmente, com 34 plantas industriais ou usinas de produção de biodiesel com projeção de 1,12 bilhões de litros por ano, dos quais 185 milhões de litros provenientes de 10 usinas já em operação. Na tabela 1 encontra-se a capacidade autorizada de plantas de produção de biodiesel (ANP, 2006). De todo a capacidade autorizada instalada até o momento, a maior parte é proveniente da região Centro-Oeste (35,6%), seguida das regiões Sudeste (31,3%), Nordeste (15,3%), Norte (13,0%) e Sul (4,8%).

### **2.3 Definições Associadas ao Biodiesel**

Segundo Ramos et al. (2003) e Ramos & Wilhelm (2005), dentre as fontes de biomassa mais adequadas e disponíveis para a consolidação de programas de energia renovável, os óleos vegetais têm sido investigados não só pelas suas propriedades, mas também por representarem alternativa para a geração descentralizada de energia, atuando como forte apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida (infra-estrutura) em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e sócio-ambientais de difícil solução.

Para melhor compreensão sobre biodiesel, torna-se necessária a apresentação de alguns termos e expressões pertinentes ao assunto.



Tabela 1. Capacidade autorizada de plantas de produção de biodiesel no Brasil

<b>Empresas</b>	<b>Locais</b>	<b>CNPJ</b>	<b>Capacidade Autorizada (m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>	<b>Capacidade Anual Estimada<sup>1</sup> (mil m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>)</b>
Granol	Anápolis-GO	50290329/0026-60	200,0	60,00
Granol	Campinas-SP	50290329/0063-05	133,0	39,90
Brasil Biodiesel	Florianópolis-PI	05799312/0001-20	90,0	27,00
Agropalma	Belém-PA	83663484/0001-86	80,0	24,00
Soyminas	Cássia-MG	03495312/0001-01	40,0	12,00
BioliX	Rolândia-PR	05794956/0001-26	30,0	9,00
Fertibom	Catanduva-SP	00191202/0001-68	20,0	6,00
Renobras	Dom Aquino-MT	03357802/0001-41	20,0	6,00
Nutec	Fortaleza-CE	09416789/0001-94	2,4	0,72
Brasil Biodiesel	Teresina-PI	05799312/0003-92	2,0	0,60
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>617,4</b>	<b>185,22</b>

<sup>1</sup> 300 dias de operação.

Fonte: ANP (2006).

### 2.3.1 Óleos e gorduras

Os óleos e gorduras são substâncias hidrofóbicas, isto é, insolúveis em água, que pertencem à classe química dos lipídeos, podendo ser de origem animal, vegetal ou microbiana. A diferença entre óleos e gorduras reside exclusivamente na sua aparência física. O Conselho Nacional de Normas e Padrões para Alimentos define a temperatura de 20°C, como o limite inferior para o ponto de fusão das gorduras, classificando como óleo, quando o ponto de fusão situa-se abaixo de tal temperatura (Moretto & Fett, 1989).

Óleos e gorduras são insolúveis em água e menos densas que esta, porém, solúveis em diferentes solventes orgânicos, tais como éter sulfúrico, éter de petróleo, benzol, clorofórmio, acetona e sulfeto de carbono. São substâncias untuosas ao tato e à temperatura ambiente, independente de sua origem, podem se apresentar no estado líquido (óleos) ou em estado semi-líquido ou pastoso ou sólido (gorduras) (Regitano-d'Arce, 2006).

### 2.3.2 Glicerina e ácidos graxos

Óleos e gorduras são, com muito poucas exceções, predominantemente compostos por triglicerídeos, ou seja, triésteres de glicerina com ácidos graxos. Nos componentes glicerídicos, o elemento comum é o álcool trivalente, glicerina ou glicerol, que se combina com os ácidos graxos. O glicerol, ao contrário dos óleos e gorduras, é solúvel em água (figura 4). Devido a essa propriedade,

ele é arrastado para a fase polar ou aquosa, após a reação de transesterificação e separação do biodiesel na fase apolar (Regitano-d'Arce, 2006).



Figura 4. Molécula de glicerol.

Os ácidos graxos são ácidos orgânicos lineares que diferem pelo número de carbonos e, também, pela presença de insaturações, isto é, duplas ligações entre os átomos de carbono, em sua cadeia hidrofóbica. Os ácidos graxos sem duplas ligações são conhecidos como saturados e aqueles que as possuem são chamados de insaturados ou poliinsaturados, com uma ou mais duplas ligações, respectivamente. Os ácidos graxos saturados e poliinsaturados podem diferir entre si pela posição da dupla ligação. Existem diversos ácidos graxos de ocorrência natural, porém, a configuração básica corresponde a uma cadeia hidrocarbonada alifática, isto é, aberta, contendo um grupamento carboxila terminal (COOH), conforme ilustra a figura 5. Na tabela 2, são apresentados os ácidos graxos mais importantes (Saad et al., 2006).

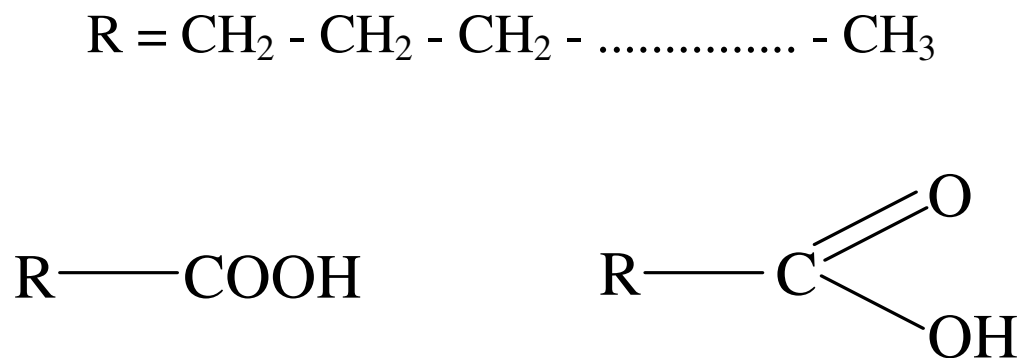


Figura 5. Esquema de um ácido graxo detalhando a cadeia hidrocarbonada aberta (R) e o grupamento carboxila (COOH) terminal. Fonte: Regitano-d'Arce (2006).

Tabela 2. Principais ácidos graxos conhecidos na natureza

Ácido Graxo	Nome Sistemático	Símbolo	Fórmula
Butírico	butanóico	C4 ou C4:0	$C_4H_8O_2$
Capróico	hexanóico	C6 ou C6:0	$C_6H_{12}O_2$
Caprílico	octanóico	C8 ou C8:0	$C_8H_{16}O_2$
Cáprico	decanóico	C10 ou C10:0	$C_{10}H_{20}O_2$
Otusílico	<i>cis</i> -4-decenóico	C10:1(n4)	$C_{10}H_{18}O_2$
Caproleico	<i>cis</i> -9-decenóico	C10:2(n9)	$C_{10}H_{18}O_2$
Láurico	dodecanóico	C12 ou C12:0	$C_{12}H_{24}O_2$
Lauroleico	<i>cis</i> -5-lauroleico	C12:1(n5)	$C_{12}H_{22}O_2$
Lindérico	<i>cis</i> -4-dodecenóico	C12:1(n4)	$C_{12}H_{22}O_2$
Mirístico	tetradecanóico	C14 ou C14:0	$C_{14}H_{28}O_2$
Miristoleico	<i>cis</i> -9-tetradecenóico	C14:1(n9)	$C_{14}H_{26}O_2$
Tsuzeico	<i>cis</i> -4-tetradecenóico	C14:1(n4)	$C_{14}H_{26}O_2$
Palmítico	hexadecanóico	C16 ou C16:0	$C_{16}H_{32}O_2$
Palmitoleico	<i>cis</i> -9-hexadecenóico	C16:1(n9)	$C_{16}H_{30}O_2$
Estearico	octadecanóico	C18 ou C18:0	$C_{18}H_{36}O_2$
Petroselínico	<i>cis</i> -6-octadecenóico	C18:1(n6)	$C_{18}H_{34}O_2$
Oleico	<i>cis</i> -9-octadecenóico	C18:1(n9)	$C_{18}H_{34}O_2$
Eládico	<i>trans</i> -9-octadecenóico	C18:1(tn9)	$C_{18}H_{34}O_2$
Vaccênico	<i>cis</i> -11-octadecenóico	C18:1(n11)	$C_{18}H_{34}O_2$
Linoleico	<i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12-octadecadienóico	C18:2(n9,12)	$C_{18}H_{32}O_2$
Linolênico	<i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15-octadecatrienóico	C18:3(n9,12,15)	$C_{18}H_{30}O_2$
Ricinoleico	12-hidroxi- <i>cis</i> -9-octadecenóico	C18:1(n9):OH(n12)	$C_{18}H_{34}O_3$
Araquídico	eicosanóico	C20 ou C20:0	$C_{20}H_{40}O_2$
Gadoleico	<i>cis</i> -9-eicosenóico	C20:1(n9)	$C_{20}H_{38}O_2$
Gadóico	<i>cis</i> -11-eicosenóico	C20:1(n11)	$C_{20}H_{38}O_2$
Araquidônico	<i>cis</i> -6, <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15- eicostetraenóico	C20:4(n6,9,12,15)	$C_{20}H_{32}O_2$
Behênico	docosanóico	C22 ou C22:0	$C_{22}H_{44}O_2$
Cetoleico	<i>cis</i> -11-docosenóico	C22:1(n11)	$C_{22}H_{42}O_2$
Erúico	<i>cis</i> -13-docosenóico	C22:1(n13)	$C_{22}H_{42}O_2$
Lignocérico	tetracosanóico	C24 ou C24:0	$C_{24}H_{48}O_2$
Nervônico	<i>cis</i> -15-tetracosenóico	C24:1(n15)	$C_{24}H_{46}O_2$

Fonte: Saad et al. (2006).

### 2.3.3 Reação de esterificação formando um triglicerídeo

Na reação entre uma molécula de glicerol, que é um álcool trivalente com três moléculas de ácidos graxos, iguais ou não entre si, ocorrerá uma reação de esterificação, isto é, o grupo carboxila terminal de cada ácido graxo se ligará a um dos carbonos do glicerol, ocorrendo a formação de uma molécula de triglicerídeo e três moléculas de água, conforme ilustra a figura 6.

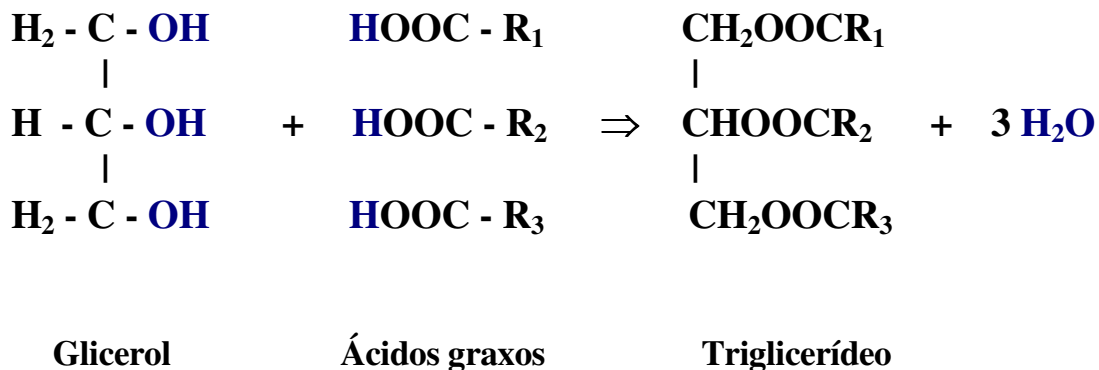


Figura 6. Reação de esterificação de uma molécula de glicerol com três ácidos graxos (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub>) resultando na formação de uma molécula de triglicerídeo e três moléculas de água.  
Fonte: Regitano-d'Arce (2006).

### 2.3.4 Reação de esterificação produzindo biodiesel

O biodiesel pode ser obtido a partir da reação de um ácido graxo livre com uma molécula de álcool de cadeia carbonada curta, como por exemplo, metanol ou etanol (figura 7). Neste caso, ocorre a ligação covalente entre as cadeias carbonadas do ácido graxo e do álcool, com formação de água.

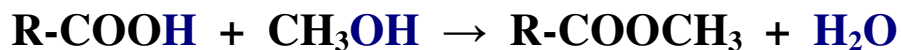


Figura 7. Reação de metanólise (esterificação) de um ácido graxo livre.  
Fonte: Regitano-d'Arce (2006).

### 2.3.5 Reação de transesterificação produzindo biodiesel

Neste caso, mais comum no Brasil, tem-se a reação de um óleo vegetal ou gordura animal (triglicerídeo) com álcool de cadeia carbonada curta, resultando na formação de ésteres de álcool ou ésteres alquílicos, glicerina e excedente de álcool para aumento da velocidade de reação de transesterificação. O biodiesel obtido correspondente ao éster alquílico, podendo ser metílico ou etílico, caso o álcool utilizado tenha sido o metanol ou etanol, respectivamente.

Na reação de transesterificação as ligações covalentes do triglicerídeo são rompidas pelo álcool, havendo transferência de hidrogênios deste para o triglicerídeo com a conseqüente formação de glicerina ou glicerol (figura 8).

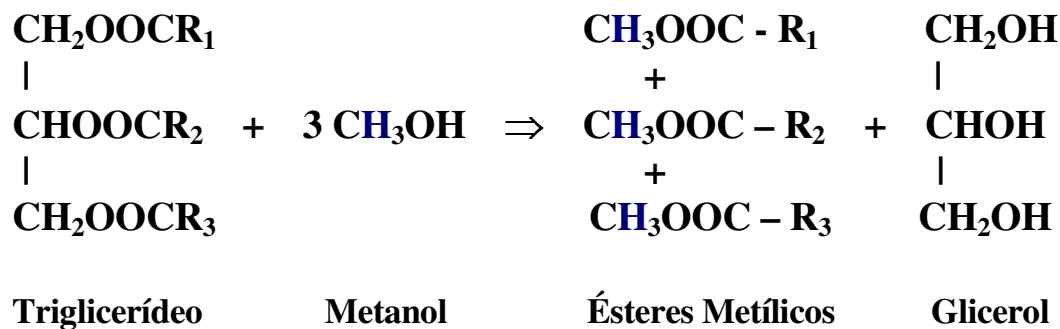


Figura 8. Reação de alcóólise (metanólise) de um triglicerídeo, resultando na formação de ésteres metílicos ou biodiesel (B100).

Fonte: Regitano-d'Arce (2006).

O triglicerídeo da figura 8 pode representar tanto um óleo vegetal como uma gordura animal. Independente de sua origem é, genericamente, constituído por uma molécula de glicerol ligada covalentemente a três moléculas de um mesmo ácido graxo ou a uma molécula de três distintos ácidos graxos ( $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ ).

Entretanto, as matérias-primas potencialmente produtoras de biodiesel podem apresentar diferentes relações entre os compostos glicerídicos e não-glicerídicos, assim como, os ácidos graxos constituintes podem ter menor ou maior número de carbonos; nenhuma, uma ou mais duplas ligações (insaturações), de maneira que a qualidade do biodiesel obtido apresenta relação direta com a natureza e a qualidade da matéria-prima processada, como também, com as condições em que esta foi produzida e processada (Moretto & Fett, 1989).

### 3 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO BIODIESEL

#### 3.1 Premissas Básicas para Elaboração da Especificação

Partindo-se do princípio que o atual biodiesel nacional se refere a um combustível originado a partir da mistura de uma pequena parte (2 a 5%) de “diesel de origem vegetal ou animal” com uma maior parte (98 a 95%) de diesel de origem mineral (petróleo), tem-se que a elaboração de uma especificação técnica para o biodiesel fundamenta-se nas seguintes premissas básicas:

a) necessidade de identificar e estabelecer limites rígidos de qualidade do biodiesel, visando a garantia da integridade dos motores e dos sistemas de injeção de combustível criados pela **indústria automotiva**;

b) garantir para a **indústria de refino** que o biodiesel não gere problemas de qualidade para o diesel de petróleo quando misturado a este e nem problemas relacionados a sua armazenagem e distribuição;

c) oferecer ao **produtor de biodiesel** uma especificação técnica relativamente simples de maneira a proporcionar uma avaliação de qualidade do produto fundamentada em análises simples e de baixo custo.

A Resolução ANP nº 42/2004 estabelece os seguintes conceitos e critérios:

- Define o Biodiesel B100 como combustível composto de alquil ésteres de ácidos graxos oriundos de óleos vegetais ou gorduras animais, designado B100 observando atendimento ao Regulamento Técnico ANP nº 4/2004;
- Estabelece que distribuidores e refinarias podem realizar a mistura do Biodiesel ao óleo diesel;
- Estabelece a exigência de Certificação do Biodiesel para comercialização, emitida por laboratório próprio ou terceirizado;
- Estabelece a especificação do Biodiesel (B100) a ser adicionado ao óleo diesel (B2);
- Estabelece que outras misturas para testes e uso experimental devem atender à Portaria ANP nº 240 de 2003.

A mesma Resolução ANP nº 42/2004 também estabelece obrigações ao produtor e importador de biodiesel, a saber:

- Estabelece o envio mensal a ANP dos resultados de ensaios de qualidade, volumes comercializados e matéria-prima utilizada e o envio trimestral dos dados das análises específicas referenciadas;

- Estabelece que a comercialização do B2 deve atender à especificação de óleo diesel (Aditivo da Portaria ANP nº 310/2001);
- Estabelece o seguinte regulamento técnico:
  - Emissão da certificação do produto com 15 características, além do aspecto;
  - Análise trimestral com 10 características;
  - Especificamente para B2 a partir de B100 de óleo de mamona, descrever o método desenvolvido pelo CENPES para glicerina, mono-, di- e triglicerídeos.

Na tabela 3 são apresentadas as especificações técnicas preliminares para o biodiesel no Brasil (Resolução N° 42 da ANP).

Tabela 3. Especificações preliminares para o biodiesel no Brasil (Resolução N° 42 da ANP)

<b>Propriedades</b>	<b>Unidade</b>	<b>Limites</b>	<b>Métodos</b>
Aspecto	-	LII <sup>(1)</sup>	-
Massa específica a 20°C	(kg m <sup>-3</sup> )	Anotar <sup>(2)</sup>	ABNT/NBR-7148 e 14065 ASTM D-1298 e 4052
Viscosidade cinemática a 40°C	(mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	Anotar <sup>(3)</sup>	ABNT/NBR-10441 ASTM D-445 EN/ISO-3104
Água e sedimentos <sup>(4)</sup> (máximo)	(% volume)	0,05	ASTM D-2709
Contaminação Total <sup>(6)</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	Anotar	EN/ISO-12662
Ponto de fulgor (mínimo)	(°C)	100	ABNT/NBR-14598 ASTM D-93 EN/ISO-3679
Teor de éster <sup>(6)</sup>	(% massa)	Anotar	EN/ISO-14103
Destilação, 90% vol. Recuperados <sup>(5)</sup> (máximo)	(°C)	360	ASTM D-1160
Resíduo de carbono (máximo)	(% massa)	0,1	ASTM D-4530 ASTM D-189 EN/ISO-10370
Cinzas sulfatadas (máximo)	(% massa)	0,02	ABNT/NBR-9842 ASTM D-874 EN/ISO-3987
Enxofre Total <sup>(6)</sup>	(% massa)	Anotar	ASTM D-4294 ASTM D-5453 EN/ISO-14596
Sódio + Potássio (máximo)	(mg kg <sup>-1</sup> )	10	EN/ISO-14108 EN/ISO-14109
Cálcio + Magnésio <sup>(6)</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	Anotar	EN/ISO-14538
Fósforo <sup>(6)</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	Anotar	ASTM D-4951 EN/ISO-14107
Número de Cetano <sup>(6)</sup>	-	Anotar	ASTM D-613 EN/ISO-5165
Ponto de entupimento de filtro a frio (máximo)	(°C)	Variável (Região)	ABNT/NBR-14747 ASTM D-6371
Índice de acidez (máximo)	(mg KOH g <sup>-1</sup> )	0,80	ABNT/NBR-14448 ASTM D-664 EN/ISO-14104 <sup>(8)</sup>



Continua

Tabela 3. Especificações preliminares para o biodiesel no Brasil (Resolução N° 42 da ANP)  
(continuação)

Propriedades	Unidade	Limites	Métodos
Glicerina livre (máximo)	(% massa)	0,02	ASTM D-6584 <sup>(8) (9)</sup> EN/ISO-14105 <sup>(8) (9)</sup> EN/ISO-14106 <sup>(8) (9)</sup>
Glicerina total (máximo)	(% massa)	0,38	ASTM D-6584 <sup>(8) (9)</sup> EN/ISO-14105 <sup>(8) (9)</sup>
Monoglicerídeos <sup>(6)</sup>	(% massa)	Anotar	ASTM D-6584 <sup>(8) (9)</sup> EN/ISO-14105 <sup>(8) (9)</sup>
Diglicerídeos <sup>(6)</sup>	(% massa)	Anotar	ASTM D-6584 <sup>(8) (9)</sup> EN/ISO-14105 <sup>(8) (9)</sup>
Triglicerídeos <sup>(6)</sup>	(% massa)	Anotar	ASTM D-6584 <sup>(8) (9)</sup> EN/ISO-14105 <sup>(8) (9)</sup>
Metanol ou Etanol (máximo)	(% massa)	0,50	EN/ISO-14110 <sup>(8)</sup>
Índice de Iodo <sup>(6)</sup>	-	Anotar	EN/ISO-14111 <sup>(8)</sup>
Estabilidade à oxidação a 110°C (mínimo)	(h)	6	EN/ISO-14112 <sup>(8)</sup>

<sup>(1)</sup> LII – Límpido e isento de impurezas.

<sup>(2)</sup> A mistura óleo diesel/biodiesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para massa específica a 20°C constantes da especificação vigente da ANP de óleo diesel automotivo.

<sup>(3)</sup> A mistura óleo diesel/biodiesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para viscosidade a 40°C constantes da especificação vigente da ANP de óleo diesel automotivo.

<sup>(4)</sup> O método EN ISO12937 poderá ser utilizado para quantificar a água não dispensando a análise e registro do valor obtido para água e sedimentos pelo método ASTM D 2709 no Certificado da Qualidade.

<sup>(5)</sup> Temperatura equivalente na pressão atmosférica.

<sup>(6)</sup> Estas características devem ser analisadas em conjunto com as demais constantes da tabela de especificação a cada trimestre civil. Os resultados devem ser enviados pelo produtor de biodiesel à ANP, tomando uma amostra do biodiesel comercializado no trimestre e, em caso de neste período haver mudança de tipo de matéria-prima, o produtor deverá analisar número de amostras correspondente ao número de tipos de matérias-primas utilizadas.

<sup>(7)</sup> A mistura óleo diesel/biodiesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para ponto de entupimento de filtro a frio constantes da especificação vigente da ANP de óleo diesel automotivo.

<sup>(8)</sup> Os métodos referenciados demandam validação para as oleaginosas nacionais e rota de produção etílica.

<sup>(9)</sup> Não aplicáveis para as análises mono-, di-, triglicerídeos, glicerina livre e glicerina total de palmiste e coco. No caso de biodiesel oriundo de mamona deverão ser utilizados, enquanto não padronizada norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT para esta determinação, os métodos: do Centro de Pesquisas da Petrobrás - CENPES constantes do ANEXO B para glicerina livre e total, mono e diglicerídeos, triglicerídeos.

### 3.2 Especificações para a Comercialização de Óleo Diesel e sua Mistura com Biodiesel (B2)

Estabelecidas as especificações técnicas preliminares para o biodiesel no Brasil através da Resolução nº 42 da ANP, determinou-se que as especificações para a comercialização de óleo diesel e mistura óleo diesel/biodiesel - B2 automotivo em todo o território nacional seriam aquelas definidas na Portaria Técnica ANP nº 310 de 27 de dezembro de 2001, que discorre quanto às obrigações dos agentes econômicos sobre o controle de qualidade do produto (tabela 4).

Tabela 4. Especificações para a comercialização de óleo diesel e mistura óleo diesel/biodiesel - B2 automotivo no Brasil (Portaria Técnica ANP Nº 310 e alterações)

Tipos	Unidade	Interior (B)	Metropolitano (D)	S500
<b>Aparência</b>				
Aspecto		LII <sup>(1)</sup>	LII <sup>(1)</sup>	LII <sup>(1)</sup>
Cor ASTM (máximo)		3,0	3,0	3,0
<b>Composição</b>				
Enxofre Total (máximo)	(% massa)	0,35	0,20	0,05
<b>Volatilidade</b>				
Destilação:				
50% recuperados	(°C)	245,0 – 310,0	245,0 – 310,0	245,0 – 310,0
85% recuperados (máximo)		370,0	360,0	360,0
Massa Específica a 20°C		820,0 – 880,0	820,0 – 865,0	820,0 – 865,0
Ponto de Fulgor		38,0	38,0	38,0
<b>Fluidez</b>				
Viscosidade a 40°C	(cSt)	2,5 a 5,5	2,5 a 5,5	2,5 a 5,5
Ponto de Entupimento de filtro a frio, máx.	(°C)	Variável	Variável	Variável
<b>Combustão</b>				
Número de Cetano (mínimo)		42,0	42,0	42,0
Índice de Cetano (mínimo)		45,0	45,0	45,0
Ramsbottom no resíduo	(% massa)	0,25	0,25	0,25 / 0,020
<b>Contaminante</b>				
Água e Sedimentos (máximo)	(% volume)	0,05	0,05	0,05

<sup>(1)</sup> LII – Límpido e isento de impurezas.

## 4 QUALIDADE DO BIODIESEL

### 4.1 Marcador de Biodiesel

Em seu Artigo 11, a Lei nº 11.116 Art. de 18 de maio de 2005, atribui à ANP, o estabelecimento dos termos e condições de marcação do Biodiesel para a sua identificação.

O marcador de Biodiesel permite a identificação e quantificação do Biodiesel quando adicionado ao óleo diesel de petróleo e faz parte de um conjunto de ações destinadas a garantir a **Qualidade** e inibir a **Adulteração** deste produto a ser disponibilizado à sociedade em qualquer parte do território nacional.

O produto utilizado como marcador de Biodiesel é o Tracerco F359B da Tracerco, empresa do Grupo Johnson Matthey, sendo caracterizado como produto químico de cadeia orgânica, estável, inerte, não tóxico e não corrosivo.

A marcação do Biodiesel segue uma logística, apresentada na figura 9, que consiste em incorporar ao Biodiesel o Tracerco F359B, em todas as operações iniciais de distribuição deste, a partir dos produtores de Biodiesel, seja para o mercado interno (distribuidoras de Biodiesel), seja para o mercado externo (importações e exportações) (ANP, 2006; Souza, 2006).

### 4.2 Programa de Monitoramento de Qualidade de Combustíveis

O Programa de Monitoramento de Qualidade de Combustíveis - **PMQC** - é realizado para detectar não-conformidades nos combustíveis líquidos vendidos no país com relação às especificações estabelecidas pela Agência Nacional do Petróleo – ANP. O programa é capitaneado pela ANP e tem como conveniados universidades e centros de pesquisa espalhados por todo o país. Estes conveniados são responsáveis por coletar amostras de combustíveis nos postos revendedores e analisar estas amostras em laboratório de acordo com uma série de testes estabelecidos pela ANP.

Neste programa, as universidades e centros de pesquisa não exercem papel de fiscalização ou policiamento. Os dados colhidos pelo programa servem para aprimorar a regulamentação do setor e para direcionar as ações de fiscalização realizadas pela ANP.



Figura 9. Logística de marcação do biodiesel no Brasil.  
 Fonte: ANP (2006); Souza (2006).

## 5. MATÉRIAS-PRIMAS POTENCIAIS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

As matérias-primas potenciais para a produção nacional de biodiesel podem ser subdivididas nas seguintes classes de fontes renováveis potenciais:

- Óleos vegetais: líquido à temperatura ambiente como os óleos de algodão, amendoim, babaçu, canola, dendê, girassol, mamona, soja, etc.
- Gorduras animais: pastosas ou sólidas à temperatura ambiente como o sebo bovino, óleo de peixe, banha de porco, óleo de mocotó, etc.
- Óleos e gorduras residuais: nesta classe encontram-se muitas matérias-primas relacionadas ao meio urbano como óleos residuais originários de cozinhas domésticas e industriais (óleo de fritura); gordura sobrenadante (escuma) de esgoto; óleos residuais de processamentos industriais; etc.

As diretrizes ou premissas básicas do PNPB são:

- Implantar um programa sustentável que promova a inclusão social;
- Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento;
- Produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.

Essas premissas direcionam, inevitável e predominantemente para a produção de matérias-primas de origem vegetal (óleos vegetais) e, secundariamente, para as de origem animal (gorduras animais).

Segundo Saad et al. (2006), de uma forma geral, pode-se afirmar que ésteres alquílicos de ácidos graxos podem ser produzidos a partir de qualquer tipo de óleo vegetal; porém, nem todo óleo vegetal pode ou deve ser utilizado como matéria-prima para a produção de biodiesel. Isso porque alguns óleos vegetais apresentam propriedades inadequadas que podem ser transferidas para o biocombustível, tornando-o inadequado para uso direto em motores do ciclo diesel. Exemplos: a) uma propriedade indesejada é o alto índice de iodo, que torna o biodiesel mais susceptível à oxidação e inadequado para uso direto em motores do ciclo diesel; b) viscosidades muito altas são tecnicamente indesejáveis; por exemplo, o óleo de mamona é muito viscoso ( $\sim 239 \text{ mm}^2/\text{s}$ ) e, por consequência, produz ésteres de viscosidade ( $\sim 14 \text{ mm}^2/\text{s}$ ) superior aos limites estabelecidos pela especificação do motor.

Dentre as espécies de plantas oleaginosas bem ou relativamente estudadas para a produção nacional de biodiesel, relacionam-se a soja, o girassol, a mamona, o milho, o pinhão-manso, o caroço de algodão, a canola, o babaçu, o buriti, o dendê, o amendoim, além de outras potencialmente viáveis (Parente, 2003; Ramos et al., 2003).

Detentor de uma grande extensão territorial, o Brasil apresenta uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel (tabela 5). No entanto, a viabilidade de cada matéria-prima dependerá de suas respectivas competitividades técnica, econômica e sócio-ambiental, passando inclusive por importantes aspectos agronômicos, tais como: a) teor em óleos vegetais; b) produtividade agrícola (produção por unidade de área; c) equilíbrio agronômico; d) atenção a diferentes sistemas de produção; e) ciclo cultural (sazonalidade); f) adaptação regional, que deve ser ampla para atender a diferentes condições edafoclimáticas e g) impacto sócio-ambiental de seu desenvolvimento. Avaliações dessa natureza são imprescindíveis para adequada análise do ciclo de vida do biodiesel, fato este de extrema importância para um país que pretende explorar o potencial energético de seus recursos naturais (biomassa) de forma comprovadamente sustentável (Ramos, 1999 e 2003).

Tabela 5. Plantas oleaginosas disponíveis no território nacional para a produção de biodiesel

<b>Região</b>	<b>Óleos vegetais disponíveis</b>
Norte	dendê, babaçu e soja
Nordeste	babaçu, soja, mamona, dendê, algodão e coco
Centro-oeste	soja, mamona, algodão, girassol, dendê e gordura animal
Sudeste	soja, mamona, algodão e girassol
Sul	soja, milho, colza (canola), girassol e algodão

Fonte: Parente (2003).

A implantação de um programa sustentável que promova a inclusão social como uma das diretrizes básicas do PNPB tem direcionado as políticas públicas no sentido de apoiar a agricultura familiar, fundamentando-a, em princípio, no cultivo da mamona nas regiões de maiores riscos climáticos, como a seca.

A meta B2 do PNPB, modesta em si, prevê a adição de 2% de biodiesel (B100) no óleo diesel de petróleo a partir de 2008. Para tanto, serão necessários, por ano de B2, 800.000.000 de litros de B100 a partir das diferentes fontes de matérias-primas oleaginosas. A partir de 2013, para atender à meta B5, serão necessários 2,0 bilhões de litros de B100 ao ano. Por tanto, tem-se um programa de grande escala que exigirá a mesma contra partida, quanto à produção vegetal (Agricultura) de matérias-primas.

Indiscutivelmente nobre, essa primeira diretriz não atenta para os seguintes fatos que podem comprometer a sua própria fundamentação: a) a cultura da mamona não apresenta no momento e nem apresentará até 2013 “crescimento e evolução tecnológica” capaz de atender às metas B2 e B5; b) a simples notícia de crescimento da área cultivada com mamona é suficiente para redução do preço da saca nos diferentes mercados agrícolas nacionais onde essa espécie é comercializada, comprometendo a rentabilidade do biodiesel e do agricultor familiar; c) havendo excedentes de produção não há

possibilidade do consumo dos grãos de mamona pelos animais domésticos e muito menos pelos produtores e suas famílias.

A segunda diretriz preconiza a garantia de preços competitivos, qualidade e suprimento. Portanto, tem-se novamente a necessidade de escala para atender preços competitivos e suprimento.

Uma análise atual do PNPB revela que a cultura da soja tem sido, até o momento, o sustentáculo de boa parte da produção nacional de biodiesel, justamente pelo fato desse importante agronegócio apresentar a escala necessária para atender as metas B2 e B5 (Câmara, 2006).

O óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo e, atualmente, tornou-se um dos líderes mundiais no mercado de óleos vegetais. Dada a grandeza do agronegócio da soja no mercado brasileiro, é relativamente fácil reconhecer que essa oleaginosa apresenta o maior potencial para servir de modelo para o desenvolvimento de um programa nacional de biodiesel.

Além da soja, várias outras oleaginosas, que ainda se encontram em fase de avaliação e desenvolvimento de suas cadeias produtivas, podem ser empregadas para a produção do biodiesel (tabela 5) (Parente, 2003). Várias dessas oleaginosas já tiveram as suas respectivas competitividades técnica e sócio-ambiental demonstradas, restando apenas, a implementação de projetos de ampliação de escala e a condução de estudos agronômicos mais aprofundados que venham a garantir sua disponibilidade nos momentos de maior demanda (Heiffig & Câmara, 2006).

## **6. ESTIMATIVAS DO CUSTO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL**

Segundo Saad et al. (2006) a importância da seleção da matéria-prima pode ser inicialmente avaliada pelo impacto de seu custo sobre a estimativa de investimento em unidades de produção industrial de biodiesel por transesterificação alcalina. De acordo com avaliações do National Biodiesel Board, baseadas na produção norte-americana de ésteres metílicos de óleos ou gorduras, o custo da matéria-prima corresponde por 69,9% do investimento, cabendo a 8,8% à administração e vendas (incluindo marketing), 6,3% ao custo de capital, 5,1% ao álcool para transesterificação, 3,4% ao custo de pessoal, 1,6% ao catalisador alcalino, 4,0% à manutenção, seguro e despesas incidentais e 1,0% ao capital de giro.

O PNPB tem apenas 18 meses de existência considerando-se a data de seu lançamento oficial no Brasil, razão pela qual ainda não se dispõe de planilhas de custos de produção fidedignos. Percentualmente sabe-se que, no processo agroindustrial de obtenção do biodiesel, cerca de 80% do custo está relacionado à matéria-prima processada, enquanto os outros 20% distribuem-se entre o álcool (etílico ou metílico), o catalisador e os custos da administração.

Em função das diretrizes básicas do PNPB, a produção do biodiesel pode ser taxada ou ao conforme a região do país associada ao tipo de escala de produção. Assim, para a agricultura familiar não há incidência de impostos. A maior alíquota destes impostos são aplicadas sobre o biodiesel

produzido a partir de agronegócios bem estruturados que trabalham com escalas em níveis elevados. Em função dessas considerações estimam-se preços variando de R\$ 1,70 a R\$ 1,95 por litro de biodiesel B100.

## **7. POTENCIAL DA BIOTECNOLOGIA PARA O PNPB**

Para atender as metas B2 (2008) e B5 (2013) serão necessários, respectivamente, cerca de 920 milhões e 2,3 bilhões de litros de óleo vegetal. Em sã consciência é inadmissível pensar-se em uma única espécie de planta oleaginosa como fornecedora de matéria-prima para atender tais metas. Porém e exclusivamente para efeito de raciocínio pragmático, a área cultivada apenas com soja para atender as metas B2 e B5 seria da ordem de 1.500.000 e 3.750.000 de hectares, respectivamente, ou seja, 7% (B2) e 18% (B5) da área atualmente cultivada (21.000.000 ha) com soja no Brasil.

Aplicando-se o mesmo raciocínio para a cultura da mamona, haveria a necessidade de se cultivar 2.800.000 de hectares para B2 e 7.000.000 de hectares para B5. Para se ter uma idéia do que isto representa, registre-se que a atual área nacional cultivada com mamona é de, aproximadamente, 180.000 hectares. Registre-se também que dentre as culturas de plantas oleaginosas de ciclo anual (amendoim, canola, girassol e mamona), “a cultura da mamona ocupa a segunda posição em área cultivada”.

Culturas agrícolas como as da mamona, amendoim e girassol necessitam, urgentemente, de investigação científica e desenvolvimento tecnológico nacional para proporcionar rápido crescimento em área cultivada e em produtividade agrícola.

Nesse sentido devem-se considerar duas importantes vertentes para aplicação da Biotecnologia com significativas contribuições futuras para o PNPB:

### **7.1 Biotecnologia e Qualidade das Matérias-Primas**

Os grãos oleaginosos do amendoim (45%), do girassol (38%) e da mamona (48%) são significativamente mais ricos em óleo, quando comparados ao grão de soja (18 a 20%). Entretanto, é a soja que vem atendendo plenamente à produção nacional de biodiesel, em função da já exposta produção de escala que lhe é inerente.

Enquanto as demais culturas não atingem patamares mais elevados para atender em maior escala o PNPB, a engenharia genética poderia, por exemplo, contribuir para a melhoria genética do grão de soja, no sentido de agregar-lhe maiores teores de óleo. Este mesmo raciocínio pode e deve ser aplicado à cultura do girassol, cujo teor médio de óleo no aquênio pode ser elevado acima de 40%.



## 7.2 Biotecnologia e Quantidade das Matérias-Primas

Atualmente, somente as culturas da cana-de-açúcar e da soja possuem amplo e diversificado elenco de variedades e cultivares adaptados as mais diferentes condições edafoclimáticas do Brasil. Além disso, contam com eficiente e organizado sistema de produção e distribuição de mudas (cana-de-açúcar) e de sementes (soja).

Por outro lado, as culturas de amendoim, girassol e mamona, possuem pequeno e limitado elenco nacional de cultivares disponíveis à classe produtora, assim como limitado é o sistema de produção e distribuição de sementes.

Por isso considera-se que o uso de técnicas de engenharia genética constitui ferramenta biotecnológica extremamente importante para avanço de genótipos mais produtivos, agregando-lhes outros caracteres altamente desejáveis como resistência a certas moléculas herbicidas e a insetos desfolhadores e sugadores.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Resolução No. 42. Disponível em: <<http://www.anp.org.br>>. Acesso em: maio de 2006.

CÂMARA, G. M. S. Potencial da cultura da soja como fonte de matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S. & HEIFFIG, L. S. (coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 123 – 153. 2006.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S. Potencial da cultura do pinhão-mansão como fonte de matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S. & HEIFFIG, L. S. (coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 105 – 121. 2006.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. p.13-60. (Série Cadernos de Altos Estudos; n.1).

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais**. Rio de Janeiro: Varela, 1989.

PARENTE, E.J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Unigráfica, 2003.

- RAMOS, L. P. Conversão de óleos vegetais em biocombustível alternativo ao diesel convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Anais**. Londrina: Embrapa-Soja, 1999, p.233-236.
- RAMOS, L.P.; DOMINGOS, A.K.; KUCEK, K.T.; WILHELM, H.M. **Biodiesel**: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. *Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento*, 2003, v.31, p.28-37.
- RAMOS, L.P.; WILHELM, H.M. Current status of biodiesel development in Brazil. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 121-124, p. 807-820, 2005.
- REGITANO-D'ARCE, M. A. B. A química dos lipídeos: fundamentos para a produção de biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S. & HEIFFIG, L. S. (coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 181 – 191. 2006.
- SAAD, E. B.; DOMINGOS, A. K.; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F.; WILHELM, H. M.; RAMOS, L. P. Variação da qualidade do biodiesel em função da matéria-prima de origem vegetal. In: CÂMARA, G. M. S. & HEIFFIG, L. S. (coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 193 – 225. 2006.
- SOUZA, M. A. A. Especificação técnica do biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S. & HEIFFIG, L. S. (coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 7 – 23. 2006.

Piracicaba, 13 de setembro de 2006