

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
USP**

**Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia
(EP/FEA/IEE/IF)**

**INSERÇÃO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:
ASPECTOS TÉCNICOS E AMBIENTAIS RELACIONADOS AO SEU USO EM
MOTORES DE COMBUSTÃO**

Mauro Alves dos Santos

São Paulo

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MAURO ALVES DOS SANTOS

**INSERÇÃO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:
ASPECTOS TÉCNICOS E AMBIENTAIS RELACIONADOS AO SEU USO EM
MOTORES DE COMBUSTÃO**

Dissertação apresentada ao Programa
Interunidades de Pós-Graduação em Energia
da Universidade de São Paulo (Instituto de
Eletrotécnica e Energia / Escola Politécnica /
Instituto de Física / Faculdade de Economia e
Administração) para a obtenção do título de
Mestre em Energia

Orientação: Prof^a.Dr^a. Patricia Helena Lara dos Santos Matai

São Paulo

2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Mauro Alves dos.

Inserção do biodiesel na matriz energética brasileira: aspectos técnicos e ambientais relacionados ao seu uso em motores de combustão./Mauro Alves dos Santos; orientador Patrícia Helena Lara dos Santos Matai. – São Paulo, 2007.

118p. : il.; 29,7cm.

Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

1. Biodiesel 2. Energia – aspectos ambientais e técnicos 3. Fontes alternativas de energia I.Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP – FEA – IEE - IF

MAURO ALVES DOS SANTOS

“Inserção do Biodiesel na Matriz Energética Brasileira: Aspectos Técnicos e Ambientais Relacionados ao seu uso em Motores de Combustão”

Dissertação defendida e aprovada em 20/04/2007 pela Comissão Julgadora:



Prof^ª Dr^a Patrícia Helena Lara dos Santos Matai - PIPGE/USP
Orientadora e Presidente da Comissão Julgadora



Luís Pires Camacho - EP/USP



Prof. Dr. José L



do Eduardo Maiorano - IPT



Prof. Dr. Alfre

À minha esposa e minhas filhas.
Meu amor, carinho e respeito por vocês.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Patrícia Helena Lara dos Santos Matai, pela sua disponibilidade, apoio e contribuição para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Instituto de Eletrotécnica e Energia, Escola Politécnica, Instituto de Física e Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

A todos os professores do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico.

Às minhas filhas Giulia e Brenda que compreenderam a minha ausência em momentos importantes das nossas vidas.

À minha esposa Rosemeire, pelo apoio, compreensão e incentivo.

RESUMO

SANTOS, M.A. **Inserção do biodiesel na matriz energética brasileira: aspectos técnicos e ambientais relacionados ao seu uso em motores.** 2007. 130p. Dissertação de mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

O biodiesel pode ser obtido a partir de óleos vegetais, gorduras animais ou óleos residuais por meio de reação com etanol ou metanol e destaca-se entre as fontes renováveis de energia apontadas como solução para aumentar a segurança no suprimento de energia e minimizar alguns problemas ambientais decorrentes do uso de combustíveis derivados do petróleo. A diversidade de espécies de plantas oleaginosas presentes no Brasil com potencial de aproveitamento para produção do biodiesel constitui uma vantagem do ponto de vista da segurança no abastecimento. Esta mesma diversidade implica na obtenção de combustíveis com algumas propriedades distintas, constituindo-se em uma barreira técnica a ser transposta. A soja e a mamona vêm ganhando destaque, seja pelo potencial agrônomo, seja pelo potencial de ganhos sócio-econômicos. O incremento na produção agrícola produz efeitos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente. A transesterificação destaca-se entre os processos para a obtenção do biodiesel por ser um processo relativamente simples e que pode ser feito com diferentes tipos de álcoois e catalisadores. A glicerina é um subproduto obtido em uma proporção de cerca de dez por cento. O desenvolvimento do mercado para a glicerina deve ocorrer simultaneamente ao desenvolvimento do mercado do biodiesel. Algumas propriedades dos óleos vegetais como: o número de cetano, a estabilidade à oxidação, o ponto de entupimento e o poder calorífico dos óleos vegetais são transferidas ao biodiesel tornando-o, em alguns aspectos, diferentes do óleo diesel. O uso do biodiesel em motores produz alguns benefícios ambientais, tais como a redução da emissão de material particulado (MP), hidrocarboneto (HC) e monóxido de carbono (CO), além da redução da emissão do dióxido de carbono (CO₂), importante gás que contribui para o agravamento do efeito estufa. Entretanto, dependendo do tipo de biodiesel e tipo de motor, pode ocorrer um aumento na emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x), redução na potência do motor e aumento no consumo de combustível. Existem diversas tecnologias já aplicadas comercialmente e algumas em fases de desenvolvimento que podem compensar alguns desses efeitos negativos do uso do biodiesel. Torna-se necessário então, avaliar as propriedades dos diferentes tipos de biodiesel obtidos a partir de diferentes matérias-primas e processos que convergem ou divergem das especificações requeridas, quais são as desvantagens do ponto de vista ambiental e de

desempenho do motor e suas possíveis soluções. Este trabalho teve por objetivo estudar os aspectos técnicos e ambientais relacionados ao seu uso em motores de combustão.

Palavras-chave: biodiesel, aspectos técnicos, aspectos ambientais, fontes renováveis de energia, motor de combustão.

ABSTRACT

SANTOS, M.A. **Insertion of biodiesel in the Brazilian energetic matrix: related environment and technician aspects to its use in engines.** 2007. 130p. Dissertation (master degree) - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo..

The Biodiesel can be produced from vegetal oils, animal fats or residual oils by means of reaction with ethanol or methanol and is detached among the renewable sources of energy as a solution to increase the security in the energy suppliment and to minimize some decurrent environment problems from the use of fossie fuels. The diversity of species of oil plants in Brazil with potential for the production of biodiesel constitutes an advantage from the point of view of the security in the supplying. That same diversity implies in fuels with some distinct properties, consisting in a technical barrier to be transposed. The soy and castor oil have been prominence, either for the agriculturist potential, either for the potential of economic and social profits. The increase in the agricultural production produces effects the environment. The transesterification is distinguished as being a relatively simple process that employs different types of alcohol and a catalyst. The glycerin is a by-product gotten in a ratio of about ten percent. The development of the market for the glycerin must occur simultaneously to the development of the biodiesel market. Some proprieties of the vegetal oils as: the cetane number, the stability to the oxidation, the pour point and the calorific power of vegetal oils are transferred to biodiesel becoming it in some aspects, different of the diesel oil. The use of biodiesel in engines produces some environment benefits, such as the reduction of the emission of particulate matter (MP), hydro-carbon (HC) and carbon monoxide (CO), beyond the reduction of the emission of the carbon dioxide (CO₂), a greenhouse gas. However, depending on the type of biodiesel and type of engine, it can occur an increase in the nitrogen oxide emission (NO_x), reduction in the power of the engine and increase in the fuel consumption. There are technologies already commercially applied and others in development to compensate some of these negative effects of the use of biodiesel. Thus, it's necessary to evaluate the trends for the specifications of fuels, which properties of biodiesel converge or not of the required specifications, which are the disadvantages of the environment and performance engine and its possible solutions. The object of this work had been to study the technical and environment aspects related about its use in combustion engine.

Key-words: biodiesel, technical aspects, environment aspects, renewable energy, engine combustion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Evolução das vendas e importação de óleo diesel no Brasil.	26
Figura 2.2 - Série histórica da produção da mamona no Brasil	30
Figura 2.3 - Contribuição das fontes para as emissões de N ₂ O.	34
Figura 2.4 - Processo de desnitrificação.	35
Figura 3.1 - Reação de transesterificação do óleo vegetal com etanol	38
Figura 3.2 - Reação de transesterificação do óleo vegetal com metanol	39
Figura 4.1 - Viscosidade do biodiesel em função da proporção na mistura com óleo diesel.	47
Figura 4.2 - Densidade do biodiesel em função da proporção na mistura com óleo diesel.	47
Figura 6.1 - Emissões de CO em função da potência do motor.	60
Figura 6.2 - Emissões de NO _x em função da potência do motor.	61
Figura 6.3 - Emissões de HC em função da potência do motor.	62
Figura 6.4 - Aumento das emissões de óxidos de nitrogênio.	63
Figura 6.5 - Limites de emissões - PROCONVE .	66
Figura 6.6 - Soluções para redução de emissões de material particulado e óxidos de nitrogênio	69
Figura 6.7 - Sistema de recirculação dos gases da exaustão	70
Figura 6.8 - Circuito do sistema EGR em baixa pressão	71
Figura 6.9 - Circuito do sistema EGR em alta pressão	72
Figura 6.10 Comparação entre o sistema EGR ‘quente’ e ‘frio’	73
Figura 6.11 - Relação entre as emissões de NO _x e MP com sistema EGR ‘quente’	74
Figura 6.12 - Influência no consumo de combustível e na emissão de MP em função de melhorias para redução das emissões de NO _x	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Principais tipos de matérias-primas para a produção do biodiesel.	25
Tabela 2.2 - Produtividade do óleo de dendê (em t/ha.ano).	32
Tabela 2.3 - Contribuição relativa dos gases ao agravamento do efeito estufa.	33
Tabela 2.4 - Estimativa global para as fontes de N ₂ O que são influenciadas pelas atividades de uso da terra.	36
Tabela 3.1 - Rendimento médio de diversas bateladas do processo de obtenção do biodiesel.	40
Tabela 3.2 - Composição média de ésteres de ácidos graxos no biodiesel de soja.	41
Tabela 3.3 - Dados comparativos entre o éster metílico e o éster etílico.	42
Tabela 4.1 - Composição média de ácidos graxos no óleo de soja.	43
Tabela 4.2 - Composição média de ácidos graxos dos ésteres etílicos obtidos do óleo de soja.	44
Tabela 4.3 - Características do biodiesel produzido com etanol.	44
Tabela 4.4 - Principais propriedades dos óleos vegetais, dos ésteres metílicos e etílicos.	45
Tabela 4.5 - Propriedades dos ésteres etílicos de diferentes espécies vegetais.	46
Tabela 4.6 - Comparação entre as propriedades do biodiesel e do óleo diesel nos Estados Unidos e no Brasil.	48
Tabela 5.1 - Quadro comparativo das especificações do óleo diesel e biodiesel.	52
Tabela 6.1 - Valores médios de consumo de combustível num grupo gerador de energia.	56
Tabela 6.2 - Relação entre as emissões e a densidade.	58
Tabela 6.3 - Relação entre as emissões e o número de cetano.	59
Tabela 6.4 - Relação entre as emissões e a redução da temperatura T95 de 370°C para 325 °C.	59

Tabela 6.5 - Alteração média das emissões em veículos pesados devido ao uso do biodiesel em relação ao óleo diesel padrão dos Estados Unidos.	60
Tabela 6.6 - Alteração das emissões comparadas com o óleo diesel.	63
Tabela 6.7 - Limites máximos de emissão para motores de veículos pesados.	64
Tabela 6.8 - Valores limites - ensaios ESC E ELR.	65
Tabela 6.9 - Valores limites - ensaios ETC.	65
Tabela 6.10 - Limites atuais e futuros de emissões de óxidos de nitrogênio para veículos novos nos Estados Unidos e na União Européia.	67
Tabela 6.11 - Limites de conteúdo de enxofre no óleo diesel para motores nos Estados Unidos e na União Européia.	68
Tabela 6.12 - Limites de emissões para veículos de passeio na União Européia.	68

LISTA DE SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanco Energético Nacional
CFC	Clorofluorcarbonos
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ECE	Economic Commission for Europe
EGR	Exhaust Gas Recirculation
ELR	European Load Response
EPA	Environmental Protection Agency
EPEFE	European Programmes on Emissions, Fuels, and Engine Technologies
ESC	European Stationary Cycle
ETC	European Transient Cycle
EUDC	Extra Urban Driving Cycle
GWP	Global Warming Potential
HC	Hidrocarbonetos
HPA	Hidrocarbonetos poli-aromáticos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LEV	Low Emission Vehicle
MP	Material Particulado
NAE	Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
NMHC	Hidrocarbonetos não-metano

PROCONVE Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

THC Hidrocarbonetos totais

ULEV Ultra Low-Emission Vehicle

VOC Compostos Orgânicos Voláteis

WFC Worldwide Fuel Chart

LISTA DE SÍMBOLOS

c	Centi
C	Carbono
°C	Grau Celsius
cal	Caloria
CV	Cavalo Vapor
°F	Grau Fahrenheit
G	Giga
g	Gramma
h	Hora
H	Hidrogênio
ha	Hectare
HP	Horsepower
IC	Índice de cetano
J	Joule
k	Quilo
l	Litro
M	Mega
m	Metro
máx	Máximo
min	Minuto
mín	Mínimo
m/m	Massa por massa
N	Nitrogênio
NC	Número de cetano
O	Oxigênio
PCS	Poder calorífico superior
ppm	Partes por milhão
R\$	Reais
s	Segundos
St	Stoke
t	Tonelada
T	Tera

v/v	Volume por volume
US\$	Dólar americano
W	Watt
%	Porcentagem

GLOSSÁRIO

Ciclo ELR: denominado Ciclo Europeu de Resposta em Carga – ciclo de ensaio que consiste numa seqüência de quatro patamares a rotações constantes e cargas crescentes de 10% à 100%, para determinação da emissão de escapamento.

Ciclo ESC: denominado Ciclo Europeu de Regime Constante – consiste de um ciclo de ensaio com 13 modos de operação em regime constante.

Ciclo ETC: denominado Ciclo Europeu de Regime Transiente – ciclo de ensaio que consiste de 1800 modos transientes, segundo a segundo, simulando condições reais de uso.

Eutroficação: processo de alterações físicas, químicas e biológicas de águas paradas ou represadas, associado ao enriquecimento de nutrientes, matérias orgânicas e minerais.

Índice de Cetano: mede a qualidade de ignição do combustível e é calculado a partir da densidade e da temperatura de destilação de 50% do produto

Número de Cetano: mede a qualidade de ignição do combustível e é obtido através de ensaio padronizado em um motor mono-cilíndrico, no qual se compara o atraso de ignição em relação a um combustível padrão composto de cetano (NC=100) e alfa metilnaftaleno (NC=0)

Opacidade absorção de luz sofrida por um feixe luminoso ao atravessar uma coluna de gás de escapamento, expressa em porcentagem entre os fluxos de luz emergente e incidente

Índice de Iodo Representa a massa de iodo, expressa em gramas, que se adiciona a 100 gramas do óleo ou gordura considerados. O índice de iodo indica o grau de insaturação do óleo ou gordura, considerando que o iodo reage com duplas ligações, verifica-se que quanto maior o grau de insaturação, maior será o índice de iodo.

Índice de Saponificação Corresponde ao número de miligramas de hidróxido de potássio necessárias para saponificar 1g de óleo ou gordura.

Ponto de Névoa Temperatura de refrigeração em que o líquido começa a ficar turvo (cristalização)

Temperatura de Exaustão. Temperatura dos gases do motor medida no coletor de escapamento.

Ponto de Fluidez. É a temperatura mínima, na qual ainda é possível fazer fluir uma amostra através de uma ação externa.

Temperatura de destilação T85 Temperatura de destilação na qual 85% do produto foi evaporado

Temperatura de destilação T90 Temperatura de destilação na qual 90% do produto foi evaporado

Nitrificação processo natural pelo qual o nitrogênio da matéria orgânica é oxidado, primeiramente para nitrito (por bactérias do gênero Nitrosomonas ou Nitrococcus) e então para nitrato (por bactérias do gênero Nitrobacter).

Desnitrificação processo químico no qual nitratos no solo são reduzidos a nitrogênio molecular, que é libertado na atmosfera.

Hidrocarboneto alifático hidrocarbonetos de cadeia aberta ou fechada que não contém o grupo benzênico ou anel benzênico.

Poder Calorífico É a quantidade de energia liberada pela combustão completa de uma unidade de massa ou de volume de uma substância combustível.

Ponto de Fulgor é a menor temperatura na qual o produto se vaporiza em quantidades suficientes para formar com o ar uma mistura capaz de inflamar-se momentaneamente quando se aplica uma centelha sobre a mesma.

Ponto de Combustão é a mínima temperatura em que os vapores do combustível aquecido entram em combustão com aproximação de uma fonte externa de calor, e com a retirada da fonte, a combustão se mantém

Ponto de Ignição é a temperatura necessária para inflamar a mistura ar/combustível, sem fonte externa de calor. Se a temperatura ultrapassa o ponto de ignição, o combustível entra em combustão espontânea.

Lixiviação é o processo pelo qual os elementos químicos do solo migram, de forma passiva, das camadas mais superficiais de um solo para as camadas mais profundas, em decorrência de um processo de lavagem devido à ação da água da chuva ou de irrigação

Ponto de entupimento: temperatura na qual a formação de cristais e ceras provoca interrupção no fluxo do combustível.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL.....	24
2.1 Demanda por biodiesel.....	26
2.2 O potencial da soja.....	27
2.3 O potencial da mamona.....	28
2.4 O potencial do dendê.....	31
2.5 A produção agrícola e o meio ambiente.....	32
3. PRODUÇÃO DO BIODIESEL.....	37
3.1 O processo de transesterificação para a produção do biodiesel	37
4. PROPRIEDADES DO BIODIESEL.....	43
5. ESPECIFICAÇÕES DO BIODIESEL.....	51
5.1 Tendências para as especificações do óleo diesel.....	51
6. USO DO BIODIESEL EM MOTORES.....	54
6.1 Consumo de combustível.....	55
6.2 Emissões de óxidos de nitrogênio e efeitos na saúde humana.....	57
6.3 Limites de emissões.....	58
6.4 Limites de emissões no PROCONVE.....	64
6.5 Limites de Emissões na União Européia e Estados Unidos da América.....	67
6.6 Tecnologias para a redução das emissões de NOx em motores.....	68
6.6.1 Recirculação dos gases da exaustão.....	70
6.6.2 Redução catalítica seletiva.....	75
7. CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS	78
ANEXO A Resolução CONAMA Nº. 18 de 1986.....	86

ANEXO B Resolução CONAMA N°. 315 de 2002.....	96
ANEXO C Resolução ANP N°. 41 de 2004.....	104
ANEXO D Resolução ANP N°. 42 de 2004.....	107
ANEXO E Lei Federal N°. 11.097 de 2005.....	113

1 INTRODUÇÃO

As fontes renováveis de energia têm sido a solução escolhida por diversos países, tanto para minimizar os problemas ambientais como para aumentar a segurança no suprimento de energia, uma vez que elas podem, em muitos casos, substituir as fontes convencionais de origem fóssil. Goldemberg (2003) destaca o uso de combustíveis alternativos dentre as soluções técnicas para reduzir a emissão de poluentes no setor de transporte. Na União Européia, o Parlamento estabeleceu em 2003, as diretrizes para a promoção e uso dos combustíveis renováveis no setor de transporte e essa medida faz parte do conjunto de ações que visam ao cumprimento das metas estabelecidas no Protocolo de Quioto, além de contribuir para a garantia de suprimento de energia no médio e longo prazo (EUROPEAN UNION, 2003).

Depois de algumas tentativas e passadas algumas décadas desde os primeiros estudos sobre a produção de biodiesel no Brasil, ressurgiu a proposta de inseri-lo na matriz energética. Os benefícios ambientais, as perspectivas de ganhos sociais, associadas à contribuição para a redução da importação do óleo diesel têm sido os principais argumentos utilizados para sustentar a idéia da difusão do uso do biodiesel.

Assim, em dezembro de 2004 o governo federal definiu o marco regulatório para a produção e distribuição do biodiesel no Brasil, publicando os atos legais que definem o percentual de mistura do biodiesel ao óleo diesel, as especificações, o regime tributário com diferenciação por região de plantio, por oleaginosa e por categoria de produção (agro-negócio e agricultura familiar), criando ainda o selo Combustível Social e a figura do produtor de biodiesel, além de estruturar a cadeia de comercialização.

A Lei nº. 11.097 /05 determina a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e fixa o valor em 5% em volume/volume (v/v), para o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final. Também defines a do p65.8(r)4(praio paraappublçUnião)]J-18.46 0 TD7.3151 Twra doe/volum-1..6(n

percentuais mínimos obrigatórios de adição de biodiesel ao óleo diesel considerando a disponibilidade de oferta de matéria-prima e a capacidade industrial para produção de biodiesel, a participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas, a redução das desigualdades regionais, o desempenho dos motores com a utilização do combustível e as políticas industriais e de inovação tecnológica.

As definições dos termos “biocombustível” e “biodiesel” foram incluídas na Lei nº. 9.478, de 06 de agosto de 1997, que dispõe sobre a política energética nacional, bem como foram alteradas a denominação da Agência Nacional do Petróleo para Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e a sua finalidade, que passa a abranger a regulação, a contratação e a fiscalização de atividades integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis. Foram também estabelecidas as penalidades aos agentes do setor no caso de descumprimento das determinações legais para exercer as atividades integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis.

Apesar do importante avanço que foi a definição do marco regulatório, existem ainda muitas questões relacionadas à produção e ao uso do biodiesel que precisam ser debatidas, sobretudo no caso do Brasil cujas dimensões territoriais implicam em diferentes condições de cultivo de matérias-primas por motivos sócio-econômicos e climáticos, diferentes fontes de matérias-primas e rotas tecnológicas para a produção do biodiesel. Entre essas questões destacam-se:

- as de ordem técnica tais como as especificações do produto e suas conseqüências para o desempenho, emissões e durabilidade do motor e seus sistemas,
- as de ordem econômica uma vez que o custo do biodiesel, para a maioria das matérias-primas, tende a ser maior que o do óleo diesel;
- as de ordem comercial como o desenvolvimento do mercado para o principal subproduto, a glicerina ;
- as de ordem ambiental, cuja avaliação e solução de um modo geral são muito mais complexas, pois devem considerar todas as etapas da produção e uso do biodiesel.

Silva (1997) ressalta que o aspecto econômico deve ser visto de forma ampla considerando os valores agregados como a criação de empregos, benefícios ambientais, melhoria de qualidade de vida e geração de divisas. Outro fato que precisa ser considerado é o esforço que existe no sentido de melhorar e uniformizar as especificações do óleo diesel em

diversos países por razões técnicas, comerciais e ambientais. Este esforço está representado em um documento denominado Worldwide Fuel Chart (WFC) publicado em 2006 pelas principais associações de fabricantes de veículos e de motores nos Estados Unidos, Comunidade Européia e Japão e tem como objetivo apresentar suas recomendações para as especificações dos combustíveis de forma que os limites de emissões previstos na legislação ambiental possam ser cumpridos.

Deve-se também considerar que os limites de emissões impostos pelas duas novas fases do Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores (PROCONVE), uma em vigor desde 2006 e outra prevista para entrar em vigor em 2009, convergem para os valores já definidos para a maioria dos países desenvolvidos como os Estados Unidos, o Japão e pela Comunidade Européia e que estes novos limites de emissões são expressivamente menores do que os atuais, sobretudo no caso das emissões de NOx.

Assim, diante da necessidade de se analisar e refletir sobre as contribuições e barreiras criadas a partir da inserção do biodiesel na matriz energética brasileira, este trabalho tem como objetivo trazer uma contribuição ao estudo dos aspectos técnicos e ambientais relacionados ao seu uso em motores de combustão.

2 MATÉRIAS PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

O uso de óleos vegetais em motores do ciclo Diesel foi considerado pelo seu próprio inventor, porém a oferta crescente dos derivados do petróleo na primeira metade do século XX foi determinante para a adoção do uso de um dos seus derivados conhecido atualmente como óleo diesel.

O óleo diesel é constituído, predominantemente, por hidrocarbonetos alifáticos

Tabela 2.1 - Principais tipos de matérias-primas para a produção do biodiesel.

Matéria-prima	Teor de óleo (% m/m)	Produtividade - grão (t/ha . ano)	Produtividade - óleo (t/ha .ano)
Gorduras animais	100	-	-
Mamona	50	1,5	0,750
Girassol	42	1,6	0,672
Amendoim	39	1,8	0,702
Gergelim	39	1,0	0,390
Canola	38	1,8	0,684
Dendê	20	10,0	2,000
Soja	18	2,2	0,396
Algodão	15	1,8	0,270
Babaçu	6	15,0	0,900

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

Observa-se pelos dados apresentados na Tabela 2.1 que a mamona possui um teor de óleo relativamente alto (50 %) e a sua produtividade em óleo (0,750 t/ha .ano) apresenta-se inferior apenas à produtividade do dendê e do babaçu.

O governo federal tem procurado incentivar a produção do biodiesel a partir da mamona oriunda da agricultura familiar mediante incentivos fiscais diferenciados sob o argumento do potencial de desenvolvimento sócio-econômico, sobretudo da região nordeste. Embora a produção nacional da mamona venha crescendo nos últimos anos, ela mostra-se insuficiente para atender a demanda que se apresenta. Além disso, o óleo de mamona possui um preço elevado no mercado internacional. No período de 2003 a 2006, o seu preço médio foi de 963,45 US\$ /t (preço FOB Roterdã) com variação entre 845,00 US\$ /t e 1100,00 US\$ /t (CONAB, 2006). De acordo com o NAE (2005), se fosse considerado um programa para 1% (v/v) de substituição de óleo diesel no país por biodiesel de mamona, seria necessário aumentar a produção atual em oito vezes. Considerando que as metas iniciais previstas na legislação que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira são de 2% e 5% (v/v) e são válidas para todo o território nacional, é natural que haja um esforço por parte dos produtores de outras oleaginosas visando esse mercado potencial. Dessa forma, o dendê, ganha destaque pela sua alta produtividade que chega a 2 t/ha . ano. Apesar de a soja

apresentar uma produtividade relativamente baixa (cerca de 0,4 t/ha . ano) quando comparada com a mamona e o dendê, ela tem se destacado pela sua alta produção e capacidade de investimento do setor.

Um dos principais insumos para a produção do biodiesel é o álcool e a maioria das indústrias utiliza com maior frequência o metanol por razões técnicas e econômicas. Porém, este álcool tem a desvantagem de possuir alta toxicidade, de ser proveniente de fontes não renováveis e de não haver auto-suficiência para a sua produção no Brasil. Por outro lado, o etanol possui a vantagem de ser obtido a partir de fontes renováveis, de ser produzido no Brasil com auto-suficiência e de não ser tóxico (DORNELLES, 2005).

2. 1 Demanda por biodiesel

O óleo diesel é o derivado de petróleo de maior consumo no Brasil. De acordo com ANP (2006), no ano de 2005 foram comercializados 39.218.676 m³ de óleo diesel, dos quais 2.371.306 m³ (6,05%) foram importados. A Figura 2.1 mostra a evolução do volume das vendas e importação de óleo diesel no Brasil no período de 2000 a 2005.

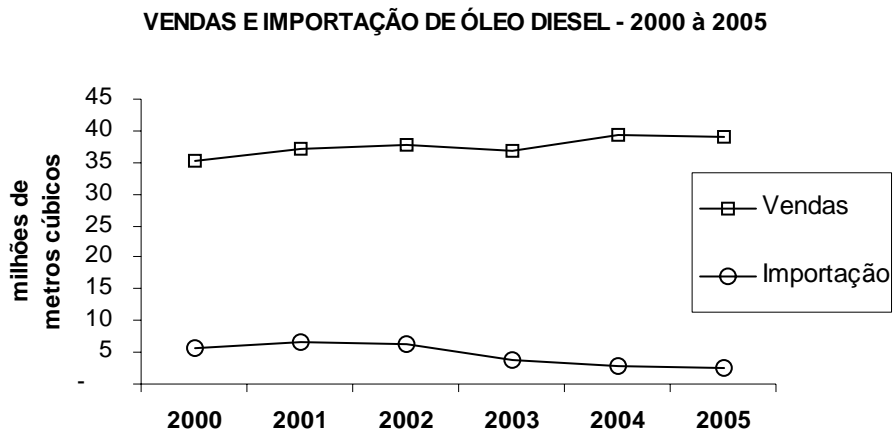


Figura 2.1 - Evolução das vendas e importação de óleo diesel no Brasil.

Fonte: ANP (2006)

Considerando a taxa média de crescimento sobre a venda de óleo diesel no Brasil nos últimos 5 anos que foi de 2,79% ao ano, com a obrigatoriedade da adiTJ8.8798.8bio diels

aumentando para 2.427.750 m³ a partir da obrigatoriedade da adição de 5% de biodiesel em 2013.

Adotando como referência a demanda estimada para o ano de 2008, considerando a produtividade média das principais oleaginosas (mamona, dendê e soja) em cada região, incluindo também o cultivo da cana, calcula-se que a área necessária para atender esta demanda seja de cerca de 1.753.800 ha. O aumento da porcentagem de biodiesel para 5% calculados sobre a projeção de consumo de óleo diesel para o ano de 2013 implicaria na utilização de uma área de plantio de 5.015.500 ha para a produção das matérias-primas. Considerando que a intensificação da produção agrícola contribui para a degradação do meio ambiente em maior ou menor intensidade dependendo das técnicas de cultivo, que a agricultura é uma das principais fontes de óxido nitroso, gás de efeito estufa (BAIRD, 2002), e ainda que diversos estudos têm indicado a tendência do aumento da emissão de NOx pelo motor operando com biodiesel (¹PURCELL et al. 1996; CLARK et al. 1984; apud RABELO, 2001 p2. p22), é oportuno que se discuta também esses prováveis efeitos no meio ambiente.

2.2 O potencial da soja

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa que foi introduzida no Brasil oficialmente em 1914 no Rio Grande do Sul. Porém, a sua expansão ocorreu nos anos 70 devido ao crescimento da indústria do óleo e demanda do mercado internacional. É importante ressaltar que o alto valor nutricional faz da soja um importante alimento. O farelo de soja além de servir para alimentação humana, também é utilizado como ração animal.

Segundo a EMBRAPA (2004), no ano de 2004, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial com produção de 50.000.000 toneladas, ou seja, 25% da produção mundial estimada em 200.000.000 toneladas.

Na safra 2004/2005, a produção brasileira de soja foi de 61.400.000 toneladas (CONAB, 2005a). Este valor representa um aumento de cerca de 23% em relação à safra

¹ PURCELL, D. L. et al. Transient testing of soy methyl ester fuels in a indirect injection, compression ignition engine. Journal of the American Oil Chemists Society. Minnessota, v. 73, n. 3, p. 381-388, 1996

CLARK, S. J. et. al. Methyl and ethyl soybean esters as renewable fuels for diesel engines. Journal of the American Oil Chemists Society. Kansas State University, Manhattan – USA, v.61, n.10, p. 1632-1637, Oct. 1984.

anterior. O cultivo da soja é predominante nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste que correspondem atualmente a 91,95% da produção nacional, ou seja, mais de 56.400.000 toneladas. Nestas regiões a produtividade média na safra 2004/2005 foi de 2,760 t/ha, ligeiramente superior à produtividade média nas regiões Norte e Nordeste que foi de 2,662 t/ha. É importante destacar que no Brasil, nesses últimos 15 anos houve um notável aumento da produtividade no cultivo da soja, partindo de 1,580 t/ha na safra de 1990/1991 para os atuais 2,751 t/ha, ou seja, um ganho de produtividade superior a 74%. Estes números justificam o destaque que a soja vem recebendo entre as culturas com potencial para suprir o mercado do biodiesel.

De acordo com a ANP (2006), o consumo de óleo diesel em 2005, nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste foi de 29.726.544 m³, ou seja, 75,9 % do consumo total no Brasil . Considerando que o biodiesel necessário para suprir a demanda regional de 635.800 m³ criada pela adição obrigatória de 2% ao óleo diesel a partir de 2008, fosse obtido essencialmente da soja, seria necessário um aumento da produção em 3.352.900 toneladas, ou seja, 5,94 % sobre a produção da safra 2004/2005 nessas regiões que foi de 56.463.300 toneladas. Porém, considerando a demanda criada pela adição obrigatória de 5% de biodiesel a partir de 2013, esse aumento seria de 9.610.900 toneladas de grãos, ou seja, 17% sobre a safra de 2004/2005. A área necessária para atender essa demanda adicional nas regiões sul Centro-oeste, Sul e Sudeste, considerando também o álcool necessário, seria de 1.538.800 ha e 4.411.100 ha respectivamente para 2008 e 2013.

Analisando os dados individuais de cada uma dessas três regiões, observa-se que o maior déficit ficaria com a região sudeste devido a sua expressiva participação no consumo de óleo diesel. A quantidade adicional de grãos apenas para a região sudeste seria de 1.882.950 toneladas e 5.302.920 toneladas, ou seja, 37,4% e 105,3%, respectivamente, para os anos de 2008 e 2013 calculados sobre a produção atual que foi de 5.034.700 toneladas.

2.3 O potencial da mamona

A mamoneira (*Ricinus communis L.*) pertence à família das euforbiáceas e o principal produto da sua industrialização é o óleo com um grande número de aplicações, tais como a fabricação de plásticos, fibras sintéticas, tintas e esmaltes, lubrificantes, entre outros (AZEVEDO; LIMA, 2001). A exploração comercial do cultivo da mamona desenvolveu-se

inicialmente nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. Nas regiões Sudeste e Sul, para garantir a competitividade, partiu-se para o uso de técnicas para facilitar a mecanização e cultivo de variedades mais rentáveis. Entretanto, o cultivo da mamona foi perdendo a competitividade para outras culturas mais rentáveis nessas regiões. Já na região Nordeste, a miscigenação de variedades gerou um hibridismo espontâneo que requer múltiplas colheitas por ano, em operação manual. Atualmente, o cultivo da mamona é predominante na região Nordeste que é responsável por 96,9% da produção. (COELHO, 1979).

O Brasil tem apresentado nos últimos anos uma perda na competitividade no mercado mundial devido à incapacidade do agricultor brasileiro em empregar melhor nível tecnológico no uso dos insumos industriais (como fertilizantes), sementes melhoradas ou mesmo sistemas de preparo do solo, plantio e colheita. Vieira et al. (1997, p140-141) atribuem a redução da produção da mamona na região Nordeste aos seguintes fatores:

“... desorganização e inadequação dos sistemas de produção devido à reduzida oferta de sementes geneticamente melhoradas, utilização de sementes impróprias para o plantio (de baixo rendimento médio, baixa qualidade e de alta susceptibilidade às doenças e pragas), emprego de práticas culturais inadequadas (como espaçamento, época de plantio e consorciação); desorganização do mercado interno tanto para o produtor como para o consumidor final; baixos preços pagos ao produtor agrícola; reduzida oferta de crédito e de assistência técnica ao produtor agrícola e utilização da mesma área para sucessivos plantios da cultura”.

A produção da mamona no Brasil tem apresentado grandes oscilações. A Figura 2.2 apresenta a série histórica da produção da mamona desde a safra 1976/1977 até a safra 2005/2006.

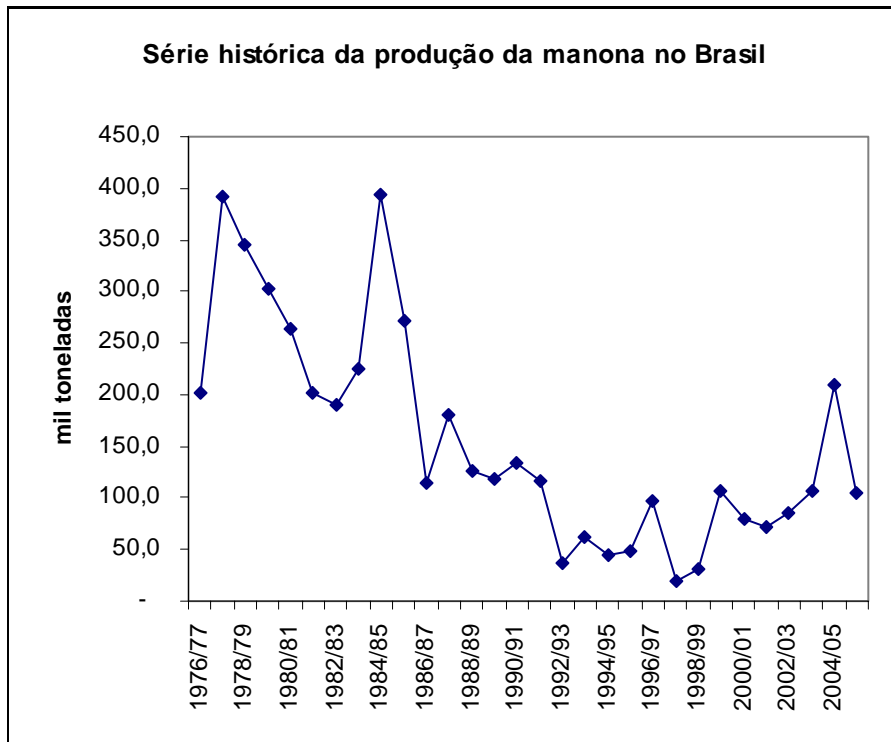


Figura 2.2 - Série histórica da produção da mamona no Brasil.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da CONAB (2006)

De acordo com os dados apresentados na Figura 2.2, a produção da mamona, na safra 2004/2005, foi de 209.800 toneladas reduzindo para 103.900 toneladas na safra 2005/2006. Apesar das oscilações, a produção apresentou um crescimento médio de cerca de 23% nas últimas oito safras.

Do mesmo modo que a produção, a produtividade no cultivo da mamona vem apresentando crescimento e atingiu o valor médio de 0,703 t/ha na safra 2005/2006. Na região Nordeste, por exemplo, a produtividade vem apresentando um crescimento médio de mais de 30% desde a safra de 1997/1998, ano em que se obteve o pior desempenho com apenas 0,135 t/ha. Já na região Sudeste a produtividade chegou a 1,442 t/ha. Entretanto a contribuição da região na produção na safra 2005/2006 foi de apenas 7.500 toneladas, ou seja, 7,2% da produção nacional. A área total destinada ao cultivo da mamona na safra 2005/2006 foi de 147.900 ha, sendo que o estado da Bahia participou com 108.100 ha, ou seja, mais de 73,2 % da área destinada à produção da mamona no Brasil.

De acordo com ANP (2006), o consumo de óleo diesel na região Nordeste em 2006, foi de 5.378.590 m³, ou seja, 14,52% do consumo em total no Brasil. Considerando que o

biodiesel necessário para suprir a demanda de 120.020 m³ criada pela adição obrigatória de 2% ao óleo diesel, a partir de 2008 nessa região fosse obtido essencialmente da mamona, seria necessário um aumento da produção em 263.950 toneladas, ou seja, um aumento de 184,19 % sobre a produção da safra 2004/2005 nessa região que foi de 143.300 toneladas. A área necessária para este aumento da produção seria de cerca de 176.000 ha, ou seja, um aumento de 94,5 % sobre área utilizada na safra 2004/2005 que foi de 186.200 ha. Porém, considerando a demanda de biodiesel para o ano 2013 com a adição em 5%, o aumento da área cultivada seria de 490.700 ha, ou seja, 263,5 % sobre a produção atual.

2.4 O potencial do dendê

O dendezeiro é uma planta originária da Costa ocidental da África (Golfo da Guiné) sendo encontrado em povoados do Senegal até a Angola. Foi trazido pelos escravos ao Brasil no século XVII e adaptou-se bem ao clima tropical e úmido do litoral baiano. O principal produto extraído do dendezeiro é o óleo (também conhecido como óleo de palma) extraído da polpa do fruto.

As características do produto garantem grande versatilidade, o que possibilita sua aceitação por diversas indústrias mundiais. Hoje estes tipos de óleos (óleo de palma/dendê - e óleo de palmiste /coco) são amplamente utilizados nas indústrias de alimentos, nas indústrias óleo-químicas para a fabricação de tintas e vernizes, sabões e sabonetes, entre outros. Não se utiliza nenhum tipo de processo químico durante a extração do óleo de dendê, fato que torna este óleo mais saudável para a saúde humana fazendo com que venha conquistando espaço entre todos os consumidores europeus e americanos, principalmente na última década.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a produção mundial de óleos e gorduras foi de 110.930.000 toneladas no 2000, com o óleo de dendê contribuindo com 20.250.000 toneladas, ou seja, 18,7% da produção mundial.

A atual produção brasileira de óleo de dendê (cerca de 90 mil toneladas) representa menos de 0,5% da produção mundial. Esta produção está longe de atender à demanda potencial do mercado interno, estimada entre 300 e 400 mil toneladas/ano.

A Tabela 2.2 apresenta os dados da produtividade do óleo de dendê.

Tabela 2.2 - Produtividade do óleo de dendê (em ton/ha.ano)

Anos	Malásia	Indonésia	Brasil	Nigéria	Mundial
1973/77	3,38	2,90	1,40	1,96	2,46
1978/82	3,61	3,31	2,09	1,74	2,88
1983/87	3,47	3,84	2,08	1,88	3,07
1988/92	3,49	3,72	1,86	2,18	3,14
1993/97	3,64	3,60	1,94	2,15	3,26
1998/02	3,69	3,75	2,18	2,25	3,38
2003/07	3,72	3,80	2,30	2,29	3,40
2008/12	3,81	3,87	2,40	2,33	3,46

Fonte: <http://www.aboissa.com.br/palma/prodmund.htm>

2.5 A produção agrícola e meio ambiente

As atividades agrícolas em larga escala podem produzir efeitos prejudiciais ao meio ambiente, incluindo a contaminação dos solos, das águas e do ar em função das técnicas de manejo empregadas. Dentre os efeitos indesejáveis, decorrentes de práticas agrícolas de baixa sustentabilidade, está o aumento da emissão de gases agravantes do efeito estufa como, por exemplo, o óxido nitroso (N_2O).

Os óxidos de nitrogênio, genericamente denominados de NO_x , são essencialmente o óxido nitroso (N_2O), o óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO_2). A taxa de crescimento anual da emissão de N_2O na ordem de 0,25% resultará em um aumento maior do nível de N_2O nos próximos cinquenta anos do que nos três séculos anteriores. Cerca de 40% das emissões de N_2O têm origens antropogênicas, o restante é emitido principalmente pelos oceanos em processos naturais que se desenvolvem nos solos (IPCC, 2001). O gás N_2O é um subproduto do processo de desnitrificação biológica em ambientes aeróbios e do processo de nitrificação biológica em ambientes anaeróbios.

Aumentos nas concentrações de gases na atmosfera, devido a ação antrópica têm provocado um impacto no balanço de entrada e saída de radiação solar do planeta e como

consequência, existe uma tendência ao aquecimento da superfície da Terra. Os principais gases responsáveis por esse efeito são: CO₂, CH₄, N₂O, CFC e O₃. Estima-se que, se a taxa atual de aumento da emissão desses gases continuar durante o século XXI, a temperatura média global subirá 0,3 °C por década, com uma incerteza de 0,2 °C a 0,5 °C por década (COTTON; PIELKE, 1995). Assim, no ano 2100 o aumento da temperatura global estaria compreendido na faixa de 1,0 à 3,5 °C.

A Tabela 2.3 apresenta a contribuição relativa dos gases ao agravamento do efeito estufa bem como o tempo de permanência e taxa de acréscimo desses gases na atmosfera. Estima-se que as emissões antrópicas globais de N₂O sejam de 7 Tg N/ano, (IPCC, 2001).

Tabela 2.3 - Contribuição relativa dos gases ao agravamento do efeito estufa.

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC	O ₃	CO	H ₂ O
Tempo de vida na atmosfera	50-200 anos	10 anos	150 anos	60-100 anos	semanas a meses	meses	dias
Taxa anual atual de aumento	0,5%	0,9%	0,3%	4%	0,5 a 2,0%	0,7 a 1,05	desconhecido
Contribuição relativa ao efeito estufa antrópico	60%	15%	5%	12%	8%	-	desconhecido

Fonte: adaptado de Krupa (1997)

A Tabela 2.3 indica que o CO₂ destaca-se entre os gases que contribuem para o agravamento do efeito estufa, tanto pelo tempo de vida na atmosfera que pode chegar a 200 anos, quanto pela sua contribuição relativa ao efeito estufa antrópico que é de 60% e pela sua taxa de crescimento de 0,5% ao ano. Sendo assim, torna-se necessário considerar as prováveis mudanças nessa taxa de crescimento na emissão deste gás a partir do incremento na produção agrícola para produção do biodiesel e do seu uso em motores. E essa taxa de crescimento da emissão de CO₂ dependerá do tipo de oleaginosa e sua taxa de absorção de CO₂, das técnicas

de cultivo, do tipo de álcool utilizado na produção do biodiesel e da quantidade de biodiesel utilizada para substituir o óleo diesel.

Os solos constituem um importante reservatório de carbono ativo, orgânico e inorgânico, e desempenham um importante papel no ciclo do carbono global. As atividades agrícolas têm sido responsáveis por significativas perdas de carbono pelo solo, através de práticas agrícolas de baixa sustentabilidade ambiental. Entre essas práticas destacam-se a aração excessiva, gradeação e os desmatamentos. Além disso, fatores como a fertilização inadequada, a queima de restos culturais e o cultivo intensivo das terras, contribuem para o aumento dessas perdas. (EMBRAPA, 1999).

Ao mesmo tempo em que a agricultura constitui uma atividade potencialmente influenciável pela mudança do clima, também contribui para o aumento do efeito estufa com emissões de gases como o CH_4 , CO_2 , CO , N_2O e NO_x . Estima-se que 20% do incremento anual das emissões desses gases sejam atribuídos ao setor agrícola (IPCC, 1996a). O CH_4 e o N_2O são os principais gases emitidos pelo setor agropecuário, contribuindo com 15% e 6%, respectivamente, para o efeito estufa (COTTON; PIELKE, 1995)

As fontes agrícolas de gases de efeito estufa são principalmente o cultivo de arroz irrigado por inundação, a pecuária, dejetos animais, o uso agrícola dos solos e a queima de resíduos agrícolas (IPCC, 1995). Os solos agrícolas, pelo uso de fertilizantes nitrogenados, fixação biológica de nitrogênio, adição de dejetos animais, incorporação de resíduos culturais, entre outros fatores, são responsáveis por significantes emissões de N_2O . A queima de resíduos agrícolas nos campos liberam, além do CH_4 , N_2O , NO_x e CO . (EMBRAPA, 1999)

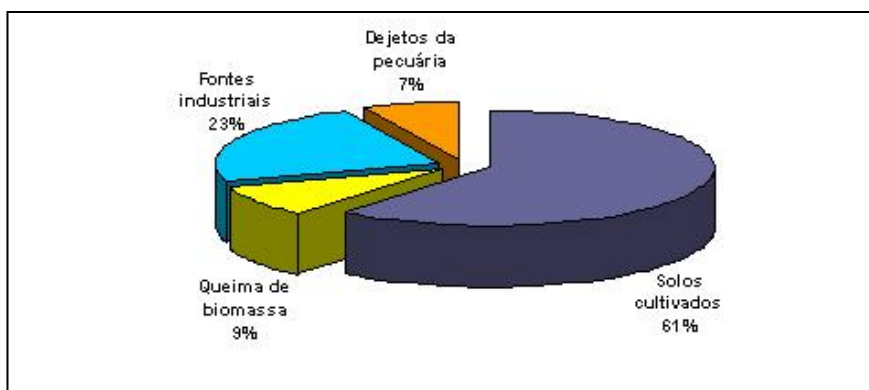


Figura 2.3 - Contribuição das fontes para as emissões de N_2O .

Fonte: EMBRAPA (1999)

A Figura 2.3 mostra que das emissões totais de N_2O , 61% correspondem aos solos cultivados, 9% são oriundas da queima de biomassa, 7% provêm dos dejetos da pecuária e 23% de fontes industriais. O crescimento da área cultivada, as técnicas de cultivo que podem resultar em maior ou menor impacto devem, portanto ser considerados e estudados de forma mais detalhada, pois a real avaliação das vantagens ambientais a partir da implantação do programa do biodiesel somente ocorrerá se for considerada cada uma das etapas do ciclo de vida do produto.

De acordo com EMBRAPA (1999), o aumento das adições de fertilizantes nitrogenados sintéticos aos solos agrícolas tem sido o principal responsável pelas crescentes emissões de N_2O na atmosfera. As emissões de N_2O dos solos ocorrem principalmente como consequência da desnitrificação a partir de nitrogênio mineral (N). A desnitrificação consiste na redução microbiana do nitrato (NO_3^-) à formas intermediárias de nitrogênio e posteriormente às formas gasosas (NO_2 , N_2O e N_2) que são comumente perdidas para a atmosfera. A Figura 2.4 mostra o processo de desnitrificação de forma esquemática.

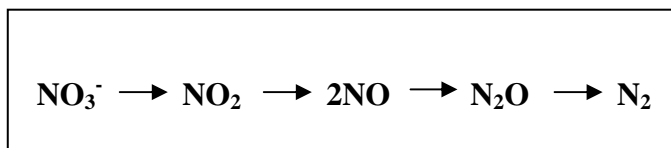


Figura 2.4 - Processo de desnitrificação

A produção de N_2O está sujeita às influências decorrentes do tipo de manejo a que os solos são submetidos. De acordo com Isherwood (2000), o nitrogênio pode ser perdido de sistemas agrícolas por três formas que podem causar poluição: perda de nitrato por lixiviação, volatilização de amônia e perda de óxido nitroso durante os processos de desnitrificação. Perdas de amônia para a atmosfera e sua deposição subsequente contribuem para a eutrofização de *habitats* naturais e águas marinhas e também para a acidificação de solos e lagos, quando o íon amônio (NH_4^+) é convertido a nitrato (NO_3^-). Perdas através de desnitrificação são inofensivas se o produto final for N_2 , mas se o gás resultante for N_2O há uma contribuição efetiva ao efeito estufa e à depleção de ozônio na estratosfera.

A Tabela 2.4 apresenta a estimativa global para as fontes de N_2O que são influenciadas pelas atividades de uso da terra.

Tabela 2.4 - Estimativa global para as fontes de N₂O que são influenciadas pelas atividades de uso da terra.

Fonte de N ₂ O	Mt N . ano ⁻¹	Gt C-eq . ano ^{-1 a b}
Solos Cultivados	1,8 - 5,3	0,5 - 1,4
Queima de biomassa	0,2 - 1,0	0,05 - 0,3
Pecuária	0,2 - 0,5	0,05 - 0,13
Florestas	2,2 - 3,7	0,6 - 1,0
Savanas	0,5 - 2,0	0,1 - 0,5
Florestas de clima temperado	0,1 - 2,0	0,03 - 0,5
Planícies de clima temperado	0,5 - 2,0	0,1 - 0,5

^a 12 Gt C-equivalente = 44 Gt CO₂-equivalente.

^b Emissões em Carbono-equivalente de N₂O baseada no GWP de 310.

Fonte: adaptado de Prather et al. (1995). apud IPCC (2005)

As emissões de N₂O aumentam quando fertilizantes nitrogenados são empregados na agricultura. Assim, mudanças no manejo do solo podem alterar as emissões de N₂O dos solos e influencia sua concentração na atmosfera (IPCC, 2005).

De acordo com Scharmer (2001), o uso do biodiesel apresenta as seguintes vantagens em relação ao óleo diesel: o ciclo do carbono é fechado devido à absorção que a planta faz durante o seu crescimento; o balanço energético é positivo, ou seja, a energia solar armazenada na planta é maior que a energia necessária para produzir o óleo; devido a ausência do enxofre, o uso de catalisadores na reação de transesterificação torna-se viável; o abastecimento com biodiesel reduz os riscos de contaminação da água e do solo, além da redução da emissão da maioria dos poluentes. Entretanto, torna-se necessário levar em consideração alguns aspectos desfavoráveis, dentre os quais se destacam a quantidade efetiva de redução e o aumento da emissão de poluentes bem como as consequências ambientais decorrentes do crescimento do cultivo das oleaginosas, incluindo o uso de agrotóxicos e a destinação dos resíduos agrícolas, fertilizantes e emissões N₂O e amônia (NH₃) que contribuem para o agravamento do efeito estufa e aumento da precipitação ácida bem como os impactos ambientais decorrentes do processo de fabricação e distribuição do biodiesel.

3. PRODUÇÃO DO BIODIESEL

A ANP definiu o biodiesel na Resolução N^o.42 de dezembro de 2004 como um combustível composto de alquil-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais. Segundo Oliveira (2004), o biodiesel é uma evolução na tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa, iniciada pelo aproveitamento de óleos vegetais *in natura*.

A estrutura molecular do óleo vegetal é formada por três ésteres ligados a uma molécula de glicerina. As cadeias dos ácidos graxos têm número médio de carbonos variando entre 10 e 18. Esta característica é essencial considerando que o óleo diesel é constituído por hidrocarbonetos com número médio de carbono em torno de 14. Segundo Encinar et al. (1999), a aplicação direta dos óleos vegetais nos motores é limitada devido a algumas das suas propriedades físicas como a alta viscosidade, baixa volatilidade que implicam em problemas nos motores, bem como numa combustão incompleta. Assim, para adequar as propriedades dos óleos vegetais para uso em motores, diferentes alternativas têm sido consideradas, tais como: diluição, microemulsão com metanol ou etanol, craqueamento catalítico e reação de transesterificação com metanol ou etanol (NASCIMENTO et al., 2001). Costa Neto et al. (2000, p573) identificam as principais características do biodiesel:

“Enquanto produto pode-se dizer que o biodiesel tem as seguintes características: (a) é virtualmente livre de enxofre e aromáticos; (b) tem alto número de cetano, (c) possui teor médio de oxigênio em torno de 11%; (d) possui maior viscosidade e maior ponto de fulgor que o diesel convencional; (e) possui nicho de mercado específico, diretamente associado a atividades agrícolas; (f) no caso do biodiesel de óleo de fritura, se caracteriza por um grande apelo ambiental; e (g) tem preço de mercado relativamente superior ao diesel comercial.”

3.1 O processo de transesterificação para a obtenção do biodiesel

O biodiesel pode ser obtido por transesterificação ou alcoólise, processo que consiste na reação de óleos vegetais com um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador.

De acordo com Udaeta et al. (2006) a produção do biodiesel a partir de óleos e gorduras pode ser feita a partir de três reações básicas: (1) transesterificação do óleo a partir

de catálise básica; (2) transesterificação direta do óleo a partir de catálise ácida e (3) conversão do óleo para ácidos graxos e depois para biodiesel. Os autores destacam as principais razões pelas quais a maioria dos fabricantes de biodiesel optam pela catálise básica: emprego de baixa temperatura e pressão, alta taxa de conversão em baixo tempo de reação e ocorrência da conversão direta a biodiesel sem formação de compostos intermediários.

A reação de transesterificação consiste na reação de um óleo ou gordura com um álcool, na presença de um catalisador, produzindo glicerina e ésteres (biodiesel). O álcool é utilizado em excesso para evitar a ocorrência da reação em sentido inverso, sendo recuperado para reutilização. Os catalisadores comumente empregados são os hidróxidos de sódio ou os hidróxidos de potássio, já misturados ao álcool.

De acordo com Schuchardt et al., (1998), a transesterificação tem se apresentado como a melhor opção, visto que é um processo relativamente simples. Os autores destacam que a reação de transesterificação pode ser realizada empregando diversos tipos de álcoois, preferencialmente os de baixo peso molecular, sendo que os mais estudados são o metanol e o etanol. Quanto ao catalisador, podem-se empregar os do tipo ácido ou alcalino ou, ainda a catálise enzimática. Entretanto, geralmente a reação empregada na indústria é feita em meio alcalino, uma vez que apresenta melhor rendimento e menor tempo de reação que o meio ácido, além de apresentar menores problemas relacionados à corrosão dos equipamentos empregados no processo (OLIVEIRA, 2004).

A Figura 3.1 representa a reação de transesterificação com etanol empregada para a obtenção do biodiesel.

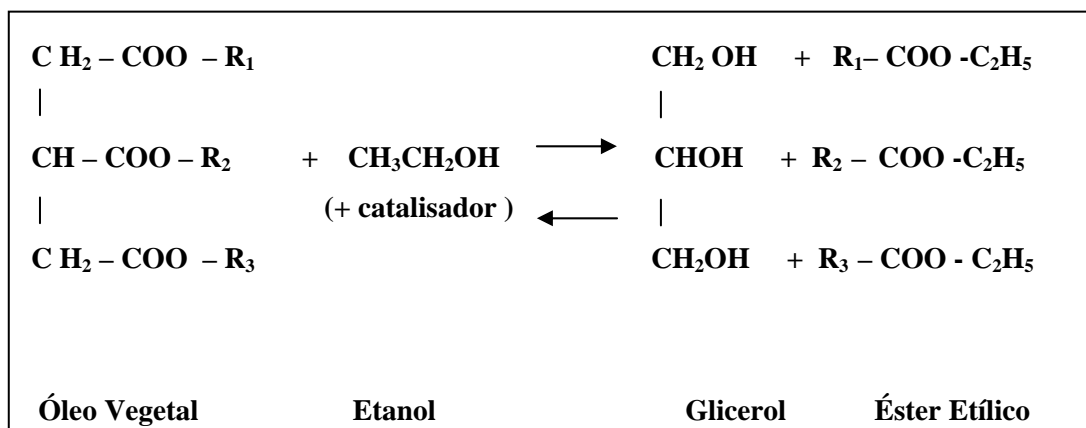


Figura 3.1 - Reação de transesterificação do óleo vegetal com etanol

A Figura 3.2 representa a reação de transesterificação com metanol empregada para a obtenção do biodiesel.

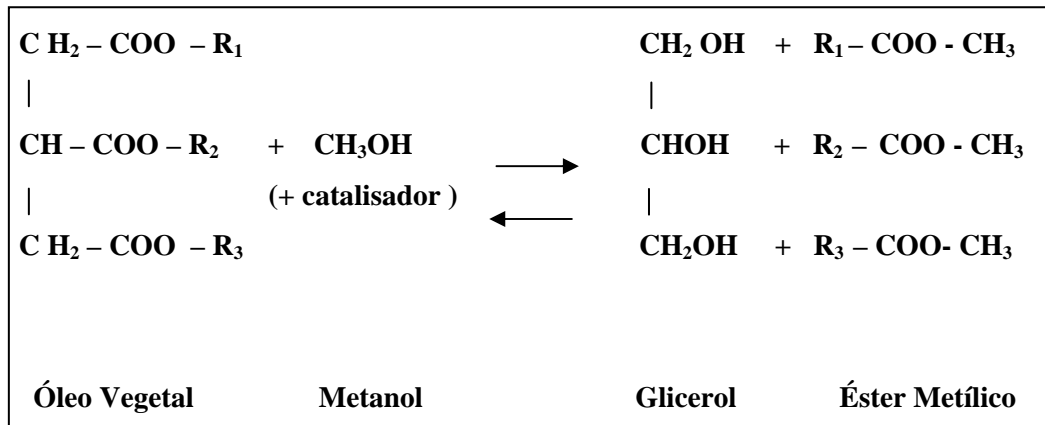


Figura 3.2 - Reação de Transesterificação do Óleo Vegetal com Metanol

Freedman et al. (1986) observaram que a reação com metanol é tecnicamente mais viável do que a reação com etanol hidratado que apresenta uma dificuldade na separação da glicerina, além do fato de que o teor de água aumenta o tempo da reação. O uso do etanol anidro minimiza este inconveniente, porém a dificuldade na separação da glicerina permanece a mesma do etanol hidratado enquanto no caso da reação com metanol essa separação pode ser feita por simples decantação. (COSTA NETO et al., 2000)

Considerando que a produção das 735.801 toneladas de biodiesel para atender a demanda criada pela sua adição em 2% ao óleo diesel a partir de 2008 implicará na produção de cerca de 73.850 toneladas ao ano de glicerina aumentando para cerca de 210.000 toneladas ao ano a partir de 2013 com a adição de 5% de biodiesel ao óleo diesel, torna-se necessário desenvolver também o mercado para a glicerina.

Ferrari et al. (2005) experimentaram o processo produção de biodiesel pela rota etílica e obtiveram o resultado apresentado na Tabela 3.1. As matérias-primas utilizadas foram o óleo de soja refinado, óleo de soja neutro e óleo de soja usado de fritura, além do etanol anidro e do catalisador alcalino NaOH nas proporções de 100:50:0,5.

Tabela 3.1 – Rendimento médio de diversas bateladas do processo de obtenção do biodiesel.

Produto	Rendimento do processo (%)
Biodiesel (ésteres etílicos)	57,26 ± 3,65
Glicerina	22,29 ± 2,24
Etanol	10,04 ± 2,99
Perdas	10,42 ± 2,82

Fonte: Ferrari et al. (2004).

O processo empregado para a transesterificação ocorreu em um reator a 45°C por um tempo de 5 minutos. Os autores observaram que a taxa de conversão de óleo de soja em ésteres etílicos depende de forma significativa de como ocorre a reação de transesterificação, pois existe a influência de vários fatores como a temperatura, o tipo de catalisador (alcalino ou ácido), a razão mássica álcool/óleo vegetal, o teor de ácidos graxos livres e, sobretudo a pureza dos reagentes. Por essa razão, os autores optaram pelo processo de catálise básica considerando que este processo apresenta melhor rendimento e menor tempo de reação quando comparado com o processo de catálise ácida (NOUREDDINI; EDIKONDURU, 1997).

A presença de umidade durante a reação de transesterificação compromete o desenvolvimento da alcoólise, por isso torna-se necessário o uso de álcoois anidros para maior eficiência da conversão em ésteres uma vez que o menor grau alcoólico resulta na queda da produção do óleo esterificado em função da menor solubilidade dos triglicerídeos na fase alcoólica (MIC, 1985).

O rendimento médio no processo de obtenção do biodiesel, em um balanço total da reação foi de 57,26% sendo seus subprodutos (glicerina e etanol recuperados) e perdas no processo responsáveis pelos 43% restantes, conforme apresentado na Tabela 3.1. O baixo rendimento obtido neste experimento explica-se pela adoção de um tempo relativamente curto (5 minutos) para a reação de transesterificação.

Karaosmanoglu et al. (1996) destacam a importância de se considerar as normas determinadas pela União Européia segundo as quais, o biodiesel deve conter um valor mínimo de ácidos graxos livres, álcool, glicerina e água, além da pureza superior a 96,5%. Sendo assim, uma importante etapa do processo é a remoção das impurezas que permanecem na fase éster, tais como sabões, traços de catalisador, traços de álcool e glicerol livre.

Candeia et al. (2006) compararam o processo de obtenção do biodiesel utilizando álcool metílico e álcool etílico. Os autores concluíram que o tempo necessário para o processo utilizando a rota etílica é duas vezes superior ao tempo da rota metílica. O rendimento do processo obtido para o biodiesel produzido a partir do metanol foi de 98,1%, enquanto o rendimento do processo para o biodiesel feito a partir do etanol foi de 96%. A Tabela 3.2 apresenta a composição média de ésteres de ácidos graxos referentes ao biodiesel metílico e etílico.

Tabela 3.2 Composição média de ésteres de ácidos graxos do biodiesel de soja

Símbolo Numérico	Nome Sistemático	Nome Trivial	Composição de Ésteres de Ácidos Graxos (%) do Biodiesel Metílico	Composição de Ésteres de Ácidos Graxos (%) do Biodiesel Etílico
C 16:0	Hexadecanóico	Palmítico	12	11,9
C 18:0	Octadecanóico	Estearico	2,26	2,1
C 18:1 (9)	Oléico	Oléico	26,06	25,8
C 18:2 (9,12)	Linoléico	Linoléico	54,25	53,84
C 8:3 (9,12,15)	Linolênico	Linolênico	5,43	6,36

Fonte: Candeia et al. (2006)

De acordo com a Tabela 3.2, a composição de ácidos graxos do biodiesel metílico e etílico são semelhantes entre si. Observa-se ainda que essa mesma composição de ácidos graxos é típica do óleo de soja, que foi o óleo utilizado para produzir os dois tipos de biodiesel analisados.

De acordo com NAE (2005) os ésteres metílicos apresentam melhor desempenho em relação aos ésteres etílicos. A Tabela 3.3 apresenta os dados comparativos entre os ésteres metílicos e etílicos.

Tabela 3.3 - Dados comparativos entre o éster metílico e éster etílico

Propriedade	Éster Metílico	Éster Etílico
Conversão (óleo → biodiesel)	97,5%	94,3%
Glicerina total no biodiesel	0,87%	1,4%
Potência no motor comparada ao diesel	2,5% menor	4% menor
Consumo comparado ao diesel	10% menor	12% maior

Fonte: NAE (2005)

4. PROPRIEDADES DO BIODIESEL

Costa Neto et al. (2000) caracterizaram o óleo de soja comercial cuja composição ficou centrada em cinco tipos principais de ácidos graxos: palmítico (15:0), esteárico (18:0), oleico (18:1), linoléico (18:2) e linolênico (18:3). Observa-se pelos dados apresentados na Tabela 4.1 que estes ácidos graxos compõem mais de 95% do teor de ácidos graxos no óleo.

Tabela 4.1 - Composição média de ácidos graxos no óleo de soja .

Nº de carbonos	Ácidos Graxos	Concentração (%)
C 12:0	láurico	0,1 (max.)
C14:0	mirístico	0,2 (max.)
C16:0	palmítico	9,9 – 12,2
C16:1 (9)	palmitoléico	traços – 0,2
C18:0	esteárico	3,0 – 5,4
C18:1 (9)	oleico	17,7 – 26,0
C18:2 (9,12)	linoléico	49,7 – 56,9
C18:3 (9,12,15)	linolênico	5,5 – 9,5
C20:0	araquídico	0,2 – 0,5
C20:1 (5)	gadolênico	0,1 – 0,3
C22:0	behênico	0,3 – 0,7
C22:1	erúcico	0,3 (max.)
C24:0	lignocérico	0,4 (max.)

Nota: 0 insaturado ; :1 corresponde a uma insaturação; : 2 corresponde a duas insaturações e : 3 corresponde a três insaturações.

Fonte: Costa Neto et al. (2000)

Ferrari et al. (2005) avaliaram a composição de ésteres etílicos obtidos do óleo de soja e obtiveram resultados semelhantes aos do óleo vegetal, concluindo que a composição de ácidos graxos encontrada nos óleos vegetais permanece inalterada após o processo de transesterificação para obtenção do biodiesel. Os autores observam que, dependendo da matéria-prima, o biodiesel pode conter mais ou menos ácidos graxos insaturados em sua composição cuja susceptibilidade à oxidação é aumentada pela exposição ao oxigênio e temperaturas elevadas. Além disso, a decomposição térmica pode gerar compostos poliméricos que prejudicam o funcionamento do motor. Sendo assim, é fundamental determinar a composição dos ácidos graxos do biodiesel para avaliar a sua estabilidade.

A Tabela 4.2 apresenta a composição média de ácidos graxos dos ésteres etílicos obtidos a partir do óleo de soja.

Tabela 4.2 - Composição Média de Ácidos Graxos dos ésteres etílicos obtidos do óleo de soja.

Nº de carbonos	Ácido Graxo	Concentração (%)
C16:0	palmítico	11,29
C18:0	esteárico	3,54
C18:1	oleico	22,45
C18:2	linoléico	54,62
C18:3	linolênico	8,11

Fonte: Ferrari et al.(2004).

A Tabela 4.3 apresenta as principais características dos óleos vegetais transesterificados com álcool etílico obtidos a partir do dendê, soja e mamona.

Tabela 4.3 - Características do biodiesel produzido com etanol.

CARACTERÍSTICAS	DENDÊ	SOJA	MAMONA
Cor	Avermelhado	Amarelo claro	Amarelo claro
Densidade relativa a 25°C	0,922-0,936	0,916-0,922	0,959-0,961
Índice de Saponificação	193-203	180-200	175-183
Índice de Iodo	73-84	120-141	83-86
Poder Calorífico (Kcal/Kg)	9500	9440	8600
Viscosidade Cinemática a 37,8°C (cSt)	44	34	286
Aspecto	Líquido viscoso	Óleo líquido	Óleo denso
Índice de Cetano	43	40	-
Ponto de Fulgor (°C)	310	315	-
Índice de Acidez (%)	-	-	Máximo 4%
Ponto de Névoa (°C)	8	-8	-

Fonte: adaptado de MIC (1985).

Observa-se que a viscosidade do biodiesel obtido do óleo de mamona é extremamente elevada. A presença de um grupamento hidroxila na molécula confere ao óleo a alta viscosidade devido à formação de pontes de hidrogênio. O uso de um combustível com esta característica provocaria sérios danos ao sistema de injeção, pois implicaria em uma sobrecarga mecânica e lubrificação deficiente que acelera o desgaste dos componentes. Além disso, o processo de combustão também é afetado, pois a viscosidade elevada dificulta a

pulverização do combustível ocasionando uma queima incompleta com conseqüente aumento de emissões e redução da potência do motor. Além disso, o grupamento hidroxila confere à molécula um átomo a mais de oxigênio, o que aumenta a quantidade de água combinada reduzindo assim o poder calorífico.

A diferença na densidade relativa entre os diferentes tipos de biodiesel também deve ser considerada, pois a dosagem do combustível, em geral, é baseada no volume deslocado para os bicos injetores. Caso, a densidade seja diferente da densidade prevista, a massa de combustível também será diferente e conseqüentemente haverá alteração do consumo, potência e emissões.

A Tabela 4.4 apresenta um resumo com as principais propriedades dos óleos vegetais, dos ésteres metílicos e etílicos, permitindo uma comparação com as propriedades do óleo diesel.

Tabela 4.4 - Principais propriedades dos óleos vegetais, dos ésteres metílicos e etílicos.

Óleo vegetal	Índice de Iodo	Número de Cetano	PCS (kJ/kg)	Viscosidade (mm ² /s)	Ponto de Névoa (°C)	Ponto de Fluidez (°C)	Ponto de Fulgor (°C)
ÓLEO VEGETAL							
babaçu	10-18	38	-	-	-	-	-
mamona	82-88	-	39500	297 (38°C)	-	-31,7	260
milho	103-140	37,6	39500	34,9(38°C)	-	-	-
dendê	35-61	42	-	-	-	-	-
soja	117-143	37,9	39623	32,6(38°C)	-2,9	-12,2	254
girassol	110-143	37,1	39575	37,1(38°C)	7,2	-15,0	274
ÉSTER METÍLICO							
soja	-	46,2	39800	4,08 (40°C)	2	-1	171
girassol	-	46,6	39800	4,22 (40°C)	0	-4	
ÉSTER ETÍLICO							
dendê	-	56,2	39070	4,5 (37,8°C)	8	6	190
soja	-	48,2	40000	4,41(40°C)	1	-4	174
ÓLEO DIESEL							
Óleo Diesel	-	47	45343	2,7(38°C)	-15,0	-33,0	52

Fonte: adaptado de Knothe et al.(1997).

De acordo com a Tabela 4.4 o ponto de fulgor dos ésteres é menor do que o ponto de fulgor dos óleos vegetais. No entanto, em todos os casos, os valores obtidos ficaram acima do

valor mínimo previsto para o óleo diesel. Isso significa que tanto o biodiesel quanto os óleos vegetais são mais seguros do que o óleo diesel.

Os pontos de fluidez e de névoa apresentam-se com algumas variações entre os diferentes tipos de óleos vegetais, sendo que o óleo de mamona possui o ponto de fluidez que mais se aproxima ao do óleo diesel. Em geral as temperaturas dos pontos de fluidez e de névoa aumentam após a conversão do óleo vegetal em biodiesel. O éster etílico obtido do óleo de dendê, por exemplo, apresentou temperaturas de 8°C e 6°C respectivamente para os pontos de névoa e fluidez. Dependendo da temperatura ambiente, poderão ocorrer problemas de fluxo de combustível ocasionando dificuldade ou mesmo impedimento de partida a frio no motor.

Costa Neto et al. (2000) obtiveram os resultados para os ésteres etílicos obtidos de diferentes espécies vegetais apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Propriedades dos ésteres etílicos de diferentes espécies vegetais.

Características	Índice de Cetano	PCS (kcal/kg)	Viscosidade a 37,8 (cSt)	Ponto de Névoa (°C)	Ponto de Fluidez (°C)
Mamona	-	9046	21,6	-6	-30
Babaçu	65	9440	3,9	-6	-
Dendê	-	9530	6,4	6	-
Algodão	57,5	9520	6,0	-	-3
Piquí	60	9590	5,2	8	5
Óleo Diesel	45,8	10824	3,04	1	-

Fonte: adaptado de Costa Neto et al. (2000).

Os resultados apresentados na Tabela 4.5 foram semelhantes aos valores apresentados na Tabela 4.4. O PCS também foi menor em relação ao óleo diesel e a viscosidade ficou próxima ao limite superior permitido para o óleo diesel, com exceção do biodiesel obtido do óleo de mamona cuja viscosidade apresentou-se acima da viscosidade do óleo diesel em sete vezes.

A viscosidade e a densidade de diferentes proporções de misturas de biodiesel com óleo diesel foram medidas e comparadas por Ferrari et al. (2004) e seus resultados para o

biodiesel produzido a partir do óleo de soja, álcool etílico e hidróxido de sódio, encontram-se nas Figuras 4.1 e 4.2.

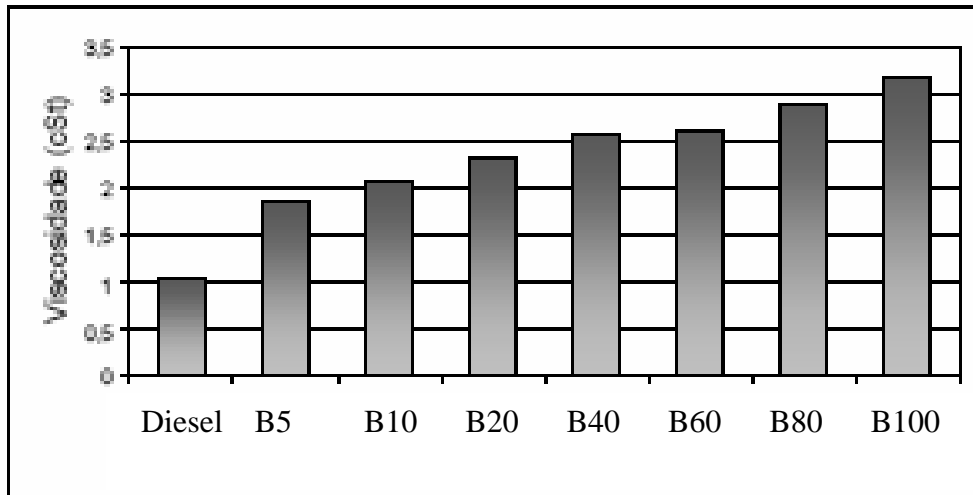


Figura 4.1 – Viscosidade do biodiesel em função da proporção na mistura com o óleo diesel.

Fonte: Ferrari et al. (2004)

Observa-se que a viscosidade aumenta em função do aumento na proporção do biodiesel empregado na mistura. Entretanto a viscosidade ainda se enquadrou dentro dos limites especificados.

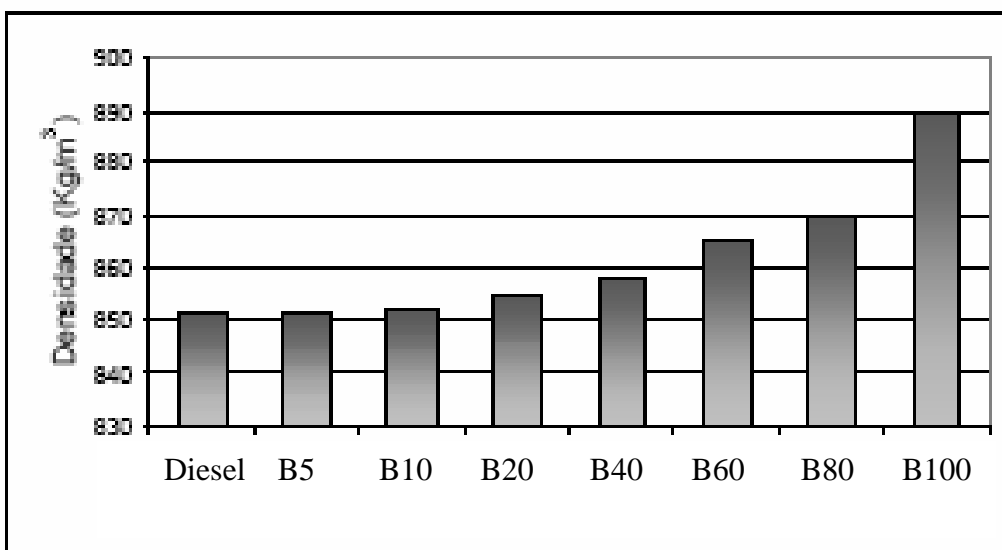


Figura 4.2 – Densidade do biodiesel em função da proporção na mistura com o óleo diesel.

Fonte: Ferrari et al. (2004)

Da mesma forma que a viscosidade, observa-se que a densidade da mistura biodiesel - óleo diesel aumenta em função do aumento da quantidade de biodiesel na mistura. Esta propriedade é importante, pois a dosagem do combustível nos motores ciclo Diesel é feita com base na medição do volume deslocado para os bicos injetores.

De acordo com a Resolução Nº. 42 de 24 de novembro de 2004 que trata da especificação para o biodiesel, a massa específica da mistura óleo diesel - biodiesel deve obedecer aos limites estabelecidos na especificação vigente da ANP para o óleo diesel automotivo, cujos valores são 0,820 à 0,870 g/cm³ para o óleo diesel a ser comercializado nas regiões metropolitanas. Assim, observa-se que apenas o biodiesel puro não atende a especificação.

A Tabela 4.6 mostra uma comparação feita entre as propriedades do biodiesel e o óleo diesel. O resultado foi obtido a partir dos valores médios de uma base contendo diferentes tipos de biodiesel nos Estados Unidos incluindo biodiesel produzido a partir da soja, da canola, gordura animal, entre outros e 29 modelos diferentes de motores. (EPA, 2002).

Tabela 4.6 - Comparação entre as propriedades do biodiesel e do óleo diesel nos Estados Unidos e no Brasil

	Biodiesel (USA -Média)	Óleo Diesel (USA- Média)	Óleo Diesel (Brasil-ANP 310)
Número de Cetano	55	44	42 mín.
Enxofre, ppm	54	333	500
Nitrogênio, ppm	18	114	-
Aromáticos, % vol.	0	34	-
T10, °F (°C)	628 (331,1)	422 (216,7)	-
T50, °F (°C)	649 (342,8)	505 (262,8)	-
T90, °F (°C)	666 (352,2)	603 (317,2)	T85, 680 (360,0)
Densidade	0,880	0,850	0,820 – 0,865
Viscosidade,cSt a 100°F (37,8°C)	6,0	2,6	2,5 – 5,5

Fonte: adaptado de EPA (2002)

O resultado de uma pesquisa desenvolvida por Peterson et al. (1992) mostra que as propriedades do biodiesel produzido com etanol são comparáveis com as do biodiesel feito a

partir do metanol. Segundo o estudo, o poder calorífico e, conseqüentemente, o consumo de combustível foram similares, porém, a viscosidade do éster etílico foi ligeiramente superior e o ponto de névoa e de entupimento foram menores que os valores obtidos com o éster metílico. Os testes realizados nos motores comprovaram que o éster metílico proporcionou maior torque e potência. Outras vantagens foram obtidas com o éster metílico, tais como: menor opacidade e menor temperatura de exaustão. Por outro lado, os ésteres etílicos apresentaram maior quantidade de glicerina e maior tendência de entupimento dos bicos injetores. (BAE, 1994). Apesar das diferenças, os autores consideraram também que o uso do etanol é preferível uma vez que é um produto oriundo da agricultura, biodegradável e assim, menos agressivo ao meio ambiente.

Peterson et al. (1992) obtiveram os seguintes resultados para diferentes tipos de biodiesel: viscosidade de 1,3 à 2,1 vezes maior do que a viscosidade do óleo diesel. Pontos de entupimento de 1 °C e 5°C maior que o óleo diesel respectivamente para o éster metílico e etílico de canola. Entretanto o ponto de entupimento do biodiesel produzido a partir do sebo bovino foi de 28 °C à 32 °C maior do que o ponto de entupimento do óleo diesel. A mesma medição para o biodiesel da soja indicou valores de 13 °C à 19 °C maiores que os valores obtidos para o óleo diesel.

O ponto fulgor indica a temperatura mínima na qual o óleo forma com o ar uma mistura inflamável. Os valores obtidos por Candeia et al. (2006) foram respectivamente de 170 °C e 168 °C para o biodiesel metílico e etílico. Os autores consideram ainda que o biodiesel é um produto higroscópico, ou seja, possui uma afinidade pelo vapor d'água e a presença de água em excesso no combustível pode provocar corrosão nos componentes do sistema de injeção e dos motores, além de favorecer o crescimento de microorganismos descaracterizando o combustível.

De acordo com Knothe (1997), a viabilidade do óleo vegetal como matéria prima do biodiesel depende da sua estrutura molecular. O autor concluiu que existe uma correlação entre o número de cetano (NC) dos óleos vegetais com o NC dos ésteres resultantes do processo de transesterificação e que os ácidos graxos saturados apresentam maior NC do que os insaturados.

Considerando que tanto o alto quanto o baixo NC pode provocar problemas operacionais no motor, a maioria dos fabricantes recomenda que o NC esteja situado numa faixa entre 40 e 50, pois no caso de NC muito elevado, a combustão pode ocorrer antes do combustível se misturar apropriadamente com o ar, resultando em combustão incompleta e no caso de NC muito baixo, o motor apresenta dificuldade de partida, falha, aquecimento lento e combustão incompleta. (KNOTHE, 1997)

O NC dos ésteres de ácidos graxos geralmente é obtido acima do valor mínimo requerido pela especificação. Van Gerpen (1996) observou que ocorre uma grande variação (45 à 67) do NC em diferentes tipos de biodiesel. Ao investigar as causas para esta grande variação, concluiu que diferentes tipos de matérias primas fornecem óleos vegetais cuja composição varia em teor de diferentes tipos de ácidos graxos cujas características como comprimento da cadeia, saturação ou insaturação influenciam o número de cetano. Compostos com cadeias de comprimento mais longo e compostos ricos em ácidos graxos saturados têm maior número de cetano. Esta conclusão também foi obtida por Freedman e Bagby (1990). Krisnangkura (1986) concluiu que existe uma correlação entre o índice de iodo e o NC de modo que para cada unidade no índice de iodo aumentada, o número de cetano reduz em 0,225. Evidentemente apenas esta correlação não explica a grande variação relatada para o NC. Segundo o autor, o processo de produção do biodiesel também influencia o NC, pois, quando o biodiesel é destilado para remover componentes de alto ponto de ebulição como os monoglicérides e o glicerol, os antioxidantes naturais também são removidos. Assim o processo de oxidação é acelerado. O processo de destilação em si não altera o NC, contudo o nível de oxidação aumenta de forma significativa e o combustível oxidado tem o seu NC alterado. (VAN GERPEN, 1996).

Parente (2003) também ressalta que quanto menor o número de insaturações (duplas ligações e conseqüentemente menor índice de iodo) nas moléculas, maior o NC do combustível. Entretanto, os pontos de névoa e de fluidez serão maiores. Por outro lado, um elevado número de insaturações torna as moléculas menos estáveis quimicamente podendo ocorrer oxidações, degradações e polimerizações do combustível.

5. ESPECIFICAÇÕES PARA O BIODIESEL

De acordo com as especificações atuais, estabelecidas na Portaria ANP N°.310, de 27.12.2001 modificada pela Resolução ANP N°.42 de 24.11.2004, a mistura óleo diesel/biodiesel B2 deve apresentar as seguintes características: densidade a 20°C: 820 a 865 kg/m³; viscosidade a 40°C: 2,5 a 5,5 cSt; NC: 42 (mín.) ou índice de cetano: 45 (mín.) e temperatura de destilação T85: 360°C (máx).

O Regulamento Técnico 04/2004 anexo à Resolução ANP N°. 42, de 24.11.2004 contém as especificações do biodiesel B100 que poderá ser adicionado em 2% ao óleo diesel em todo o território nacional. De acordo com esse Regulamento, a massa específica a 20°C e a viscosidade da mistura a 40°C deverão tender às especificações da ANP para o óleo diesel automotivo, o NC deverá ser analisado em conjunto com as demais especificações constantes no Regulamento Técnico e seu valor deve ser anotado com o propósito de monitoramento. Diferentemente da especificação do óleo diesel que apresenta o valor da temperatura T85 de no máximo 360 °C, a especificação do biodiesel apresenta a temperatura de destilação T90 cujo valor deverá ser no máximo 360°C. Esta última alteração representa um aumento da volatilidade do combustível uma vez que a 360°C 90% do destilado deverá estar recuperado ao invés de 85%.

5.1 Tendências para as especificações do óleo diesel

Um comitê formado por representantes das associações dos fabricantes de veículos e motores da Europa, Estados Unidos e Japão publicou em 2006, a quarta edição de um documento denominado Worldwide Fuel Charter - WFC contendo as recomendações para a uniformização das especificações dos combustíveis no mundo, visando atender as necessidades apresentadas pelas novas tecnologias, limites mais restritos impostos pela legislação ambiental bem como as estratégias adotadas por vários países para reduzir o consumo de combustível.

De acordo com o WFC (2006) os fabricantes já concluíram as pesquisas referentes aos níveis de enxofre admissíveis na gasolina e no óleo diesel que sejam compatíveis com as tecnologias para redução de emissões de NOx, MP, entre outras. Os países foram agrupados em 4 categorias em função do nível de exigência da legislação ambiental:

- Categoria 1: países que não possuem ou estão no primeiro nível de controle de emissões que são baseados principalmente no desempenho do motor/veículo e sistema de controle de emissões.
- Categoria 2: países que possuem uma legislação mais rigorosa para os níveis de emissões como os que adotam os níveis exigidos pelo US Tier 0, ou Tier 1, EURO 1 e EURO 2 ou padrões equivalentes a esses.
- Categoria 3: países com legislação mais rigorosa do que os países da Categoria 2. Por exemplo, os que adotam os níveis de emissões exigidos pelo US Califórnia LEV, ULEV, EURO 3 e EURO 4, ou padrões equivalentes a esses.
- Categoria 4: constituída por países com legislação ambiental mais avançada que adotam os limites impostos pelo US Califórnia LEV – II, US EPA Tier 2, EURO 4 em conjunto com exigências de aumento da eficiência dos combustíveis.

A Tabela 5.1 apresenta um resumo com as especificações atuais para o óleo diesel e para o biodiesel bem como as propostas da ANP para as fases 5 e 6 do PROCONVE e as recomendações feitas no WFC para as especificações do óleo diesel.

Tabela 5.1 - Quadro comparativo das especificações do óleo diesel e biodiesel

Características	Unid	Portaria ANP n°310/01			Resolução ANP n°42/04		WFC (2006)			
		S500	Met	Int	B100	BXX	CAT 1	CAT 2	CAT 3	CAT 4
Enxofre, máx	mg/kg	500	2000	3500	anotar	-	3000	300	30	0
T85, máx	°C	360	360	370	-	-	-	-	-	-
T90, máx	°C	-	-	-	360	-	-	340	320	320
T95, máx	°C	-	-	-	-	-	370	355	340	340
Ponto de Fulgor	°C	38	38	38	100	-	55	55	55	55
Massa Específica a 20°C	Kg/m ³	0,820	0,820	0,820	anotar	0,820	0,820	0,820	0,820	0,820
		0,865	0,865	0,880		0,865	0,860	0,850	0,840	0,840
Viscosidade	mm ² /s	2,5 - 5,5	2,5 - 5,5	2,5 - 5,5	anotar	2,5 - 5,5	2,0 - 4,5	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0
NC, min.	-	42	42	42	anotar	-	48	53	55	55

S500: óleo diesel com teor máximo de 500 mg/kg

Met: óleo diesel metropolitano

Int: óleo diesel interior

Fontes: ANP (2001, 2004) e WFC (2006)

A Tabela 5.1 mostra que o teor máximo de enxofre admissível no óleo diesel é cada vez menor. Nesse sentido a adição do biodiesel ao óleo diesel representa uma oportunidade

para o atendimento a esse requisito uma vez que o biodiesel é isento de enxofre e possui boa lubricidade. Outra tendência é o aumento da volatilidade do combustível, indicado por menores temperaturas de destilação (T90 e T95). Em geral o biodiesel apresenta uma curva de destilação superior à do óleo diesel, tornando-se assim um desafio uma vez que diferentes matérias-primas e diferentes processos podem influenciar nessa propriedade.

O biodiesel possui um ponto de fulgor bastante elevado quando comparado ao óleo diesel. Dessa forma, ele se apresenta mais seguro no manuseio do que o óleo diesel. A maioria dos diferentes tipos de biodiesel tem se apresentado com uma massa específica superior à do óleo diesel. Assim, a sua adição ao óleo diesel representa uma dificuldade frente às tendências mundiais que exigem limites gradativamente menores para a massa específica do combustível. A tendência mundial para a especificação da viscosidade do óleo diesel mostra que os valores devem situar entre 2,0 e 4,0 mm²/s. Os óleos vegetais, em geral possuem viscosidade superior à viscosidade do óleo diesel, por esse motivo, converte-se o óleo vegetal em biodiesel removendo a glicerina de forma que a viscosidade é reduzida. A viscosidade elevada provoca problemas de mau funcionamento do sistema de injeção devido à deficiência na lubrificação dos seus componentes além de dificultar a pulverização do combustível na câmara de combustão, ocasionando queima incompleta. Assim, a escolha do de matéria-prima e do tipo de processo utilizado deve ser feita de forma cautelosa de forma que o valor da viscosidade do biodiesel esteja enquadrado dentro dos limites aceitáveis.

O NC é um indicador da qualidade da combustão cujo limite requerido, tende a ser cada vez maior. O valor exigido pela legislação brasileira é de 42. Diferentes tipos de biodiesel apresentam diferentes valores do NC dependendo do tipo de matéria-prima e processo utilizado na sua obtenção, o valor de

6. USO DO BIODIESEL EM MOTORES

O motor de combustão interna ciclo Diesel foi apresentado durante a exposição mundial de Paris em 1900 e podia ser alimentado por petróleo filtrado, óleos vegetais ou óleo de peixe. O uso direto de óleos vegetais nos motores do ciclo Diesel foi rapidamente superado pelo óleo diesel por fatores econômicos e técnicos uma vez que os aspectos ambientais no início do século XX não foram considerados importantes.

O uso de fontes alternativas de energia somente voltou a ser considerado de forma significativa no mundo em função das duas crises do petróleo. No Brasil, as primeiras referências ao uso de óleos vegetais em motores datam da década de 1920 em que algumas pesquisas foram desenvolvidas no Instituto Nacional de Tecnologia, no Instituto de Óleos do Ministério da Agricultura e no Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais.

Em 1980, a Resolução Nº. 7 do Conselho Nacional de Energia instituiu o Programa de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PROÓLEO). Um dos objetivos era substituir o óleo diesel por óleos vegetais em misturas de até 30% em volume.

No período entre 1981 à 1985, a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio – SIT/MIC, lançou e desenvolveu o Programa Nacional de Energias Renováveis de Origem Vegetal que levaram à implantação do Programa Nacional de Energia de Óleos Vegetais (OVEG), em 1983, voltado especificamente para a comprovação técnica do uso de óleos vegetais em motores ciclo Diesel. Assim foram desenvolvidos os primeiros testes com ésteres metílicos e etílicos puros e misturas com 30% de éster metílico de soja, devido à sua grande disponibilidade.

Contudo, após o fim das crises do petróleo, a viabilidade econômica era questionável: em valores de 1980, a relação de preços internacionais óleos vegetais/petróleo era de 3,30 para o dendê, 3,54 para o girassol, 3,85 para a soja e 4,54 para o amendoim.

Em 1985, o Secretário de Tecnologia Industrial do MIC, Lourival Carmo Mônaco, fez a seguinte observação em relação à substituição do diesel:

“do ponto de vista técnico, está comprovado que os óleos vegetais constituem o substituto mais adequado, por não exigirem grandes modificações nos motores e apresentarem alto rendimento energético, segundo demonstraram inclusive testes de rodagem em caminhões e ônibus que acumularam mais de um milhão de quilômetros percorridos”.

Em relação aos benefícios e limitações, constatava:

“embora os custos de produção e de transformação, calculados com base em culturas oleaginosas tradicionais de ciclo anual, sejam atualmente desfavoráveis em relação aos derivados de petróleo, não há dúvida de que os óleos vegetais extraídos de culturas perenes, pouco ou ainda não exploradas no país, poderão representar uma possibilidade interessante na substituição parcial ou total das frações mais leves do petróleo, principalmente o óleo diesel. Ademais, sua produção maciça irá resultar em grandes benefícios sociais decorrentes do alto índice de geração de emprego por unidade de capital investido”.

As moléculas dos óleos vegetais contêm glicerina, e o seu uso em motores sem qualquer modificação, pode provocar problemas de carbonização e depósitos nos bicos injetores, válvulas de admissão e escapamento, desgaste prematuro dos pistões, anéis de segmento e cilindros, diluição do óleo lubrificante, dificuldade de partida a frio, queima irregular, eficiência térmica reduzida e odor desagradável nos gases de escapamento. POULTON (1994).

De acordo com Acioli (1994) e Ribeiro (2002), para minimizar estes problemas existem algumas opções: (1) utilização de misturas de óleos vegetais com o óleo diesel em até 30%; (2) utilização de ésteres de ácidos graxos, obtidos por meio de transformação química do óleo vegetal e (3) utilização de óleos vegetais craqueados.

6.1 Consumo de combustível

Um importante parâmetro a ser considerado no uso de qualquer combustível alternativo, é o seu consumo. Ferrari et al. (2005) avaliaram o consumo de combustível em um grupo gerador de energia utilizando misturas de óleo diesel e biodiesel obtido através da transesterificação do óleo de soja com etanol anidro na presença de catalisador alcalino (NaOH).

A Tabela 6.1 mostra os resultados dos testes relacionados ao consumo de combustível.

Tabela 6.1 - Valores médios de consumo de combustível num grupo gerador de energia

Combustível	Consumo(l/h)	Varição (%)
Óleo diesel	0,698 ± 0,012	-
B5	0,672 ± 0,007	- 3,72
B10	0,657 ± 0,020	- 2,23
B20	0,687 ± 0,007	+ 4,57
B40	0,711 ± 0,004	+ 3,49
B60	0,725 ± 0,006	+ 1,97
B80	0,755 ± 0,008	+ 4,14
B100	0,791 ± 0,016	+ 4,77

Fonte: Adaptado de Ferrari et al. (2005).

Observa-se que em misturas de óleo diesel e biodiesel em proporção de até 10%, ocorreu uma redução no consumo de combustível e que para proporções maiores que esta, ocorreu um aumento no consumo, chegando a 4,77 % quando se utilizou biodiesel puro. Este aumento no consumo é justificado pela diferença no poder calorífico do biodiesel que em geral se apresenta menor que o poder calorífico do óleo diesel.

Agarwal e Das (2001) também verificaram que o uso do combustível B20 , testado em um motor a diesel, teve o melhor desempenho dentre todas as misturas analisadas, com um benefício de 2,5% na eficiência térmica máxima e uma redução significativa nos teores de fumaça. Dorado et al. (2002) concluíram que o motor a diesel, analisado sem nenhuma modificação, funcionou de maneira satisfatória com misturas de 10% de biodiesel de óleo de fritura e 90 % de óleo diesel.

Ferrari et al. (2005) realizaram testes utilizando 5% de biodiesel e 95% de diesel convencional (B5) durante 1 ano percorrendo 19240 km em condições normais de trabalho e observaram que o veículo apresentou desempenho normal com redução da emissão de fumaça. Além disso, durante o período de realização dos testes, não foram necessários reparos no motor induzindo os pesquisadores a concluir que os óleos vegetais transesterificados se adaptam perfeitamente ao motor. A média de consumo de combustível observada foi de 0,207

l/km, representando um aumento no consumo de combustível de 7,90% que anteriormente, com óleo diesel puro era de 0,192 l/km.

Peterson et al. (1999) realizaram testes de desempenho, em dinamômetro, de um motor diesel turbo alimentado de 3,9 litros de cilindrada, 61 kW de potência à 2650 min^{-1} e 290 Nm de torque à 1500 min^{-1} sem modificações das suas características. Os testes demonstraram que o motor operando com éster metílico desenvolveu maior torque e maior potência do que operando com éster etílico. Observou-se ainda que o consumo foi idêntico para os dois tipos de combustível e que algumas características desejáveis foram observadas com o motor operando com éster etílico, tais como, menor opacidade, temperaturas de exaustão mais baixas e menor ponto de entupimento.

O dois tipos de combustível apresentaram, na média, uma redução de 4,9% na potência desenvolvida em relação ao óleo diesel. Além disso, o torque máximo para o biodiesel ocorre em rotações mais baixas do que para o óleo diesel. Em 1700 min^{-1} o torque sofreu uma redução de 5 % e em 1300 min^{-1} a redução no torque foi de 3%. A opacidade também foi medida e uma redução de 75% em relação ao óleo diesel foi observada. O consumo de combustível sofreu um acréscimo de 7 % em relação ao consumo observado para o óleo diesel.

6.2 Emissões de óxidos de nitrogênio e efeitos na saúde humana

Mais de 95% das emissões de NO_x estão sob a forma de NO. O NO é um gás que é introduzido no meio ambiente principalmente pelos gases de escapamento dos veículos. Este gás é formado, sobretudo, em consequência da alta temperatura na câmara de combustão dos motores e não representaria perigos à saúde. Entretanto, ele reage com o oxigênio, formando o NO₂ que é um gás invisível, de odor característico e muito irritante.

O NO₂ é um gás muito tóxico, de modo que a pessoa atingida sente imediatamente ardência nos olhos, no nariz e nas mucosas em geral. O NO₂ reage com todas as partes do corpo expostas ao ar, pele e mucosas provocando lesões nas células. Os epitélios (revestimentos celulares) que mais sofrem são aqueles das vias respiratórias, ocorrendo degenerações e inflamações no sistema respiratório, desde o nariz até a profundidade dos alvéolos pulmonares. Em caso de intoxicação grave, a inalação provoca edema pulmonar,

hemorragias alveolares e insuficiência respiratória, causando morte. Se a exposição for aguda, aparecerão traqueítes e bronquites crônicas, enfisema pulmonar (dilatação anormal dos alvéolos), espessamento da barreira alvéolo-capilar (dificuldades nas trocas gasosas que ocorrem nos pulmões: CO₂ por O₂) e broncopneumonias químicas ou infecciosas.

O NO₂ pode reagir também com radicais hidróxidos provenientes, principalmente, da água e formar ácido nítrico que também tem participação no fenômeno da precipitação ácida. Os óxidos de nitrogênio também participam na formação do *smog* fotoquímico que é um aerossol branco, irritante aos olhos e mucosas, constituído por produtos resultantes da interação dos NO_x com compostos, entre eles aldeídos, nitratos de alquila, ozônio e nitrato de peroxiacila. (KRUPA,1997).

6.3 Limites de emissões

De acordo com relatório de avaliação do Programa Europeu de Emissões, Combustíveis e Tecnologias em Motores – EPEFE, que apresentou os resultados de testes realizados no período de 1993 a 1995, algumas propriedades do óleo diesel como a densidade, conteúdo de HPA (Hidrocarboneto poliaromático) , NC, temperatura T95 entre outras têm influência direta na emissão de poluentes (PALMER, 1996).

Os testes foram realizados utilizando duas condições diferentes. Uma combinação dos ciclos ECE que simula as condições de trânsito urbano, ou seja, velocidades menores (de 0 km/h até cerca de 60 km/h) e do ciclo EUDC que simula condições similares às das estradas, ou seja, velocidades maiores (de 20 km/h até 120 km/h) e outro ciclo denominado 13 pontos que submete o veículo a 13 diferentes condições de carga e velocidade.

A Tabela 6.2 apresenta a relação entre as emissões e a redução da densidade de 855 para 828 kg/m³.

Tabela 6.2 - Relação entre as emissões e a densidade.

		CO	HC	NO _x	MP
densidade	*	-17.1%	-18.9%	+1.4%	-19.4%

Observa-se que ocorrem reduções significativas das emissões de CO, HC e MP quando se reduz a densidade do óleo diesel e o motor opera em condições de velocidades moderadas (ciclo ECE). Entretanto, ocorre um pequeno aumento das emissões de NO_x nestas condições. Quando o motor opera em velocidade mais elevada (ciclo EUDC), a redução da densidade proporciona uma pequena redução das emissões de NO_x e MP e as emissões de CO e HC, no entanto, aumentam.

Tabela 6.3 – Relação entre as emissões e o número de cetano.

		CO	HC	NO_x	MP
Número de Cetano	*	-25.3%	-26.3%	-0.2%	+5.2%
50->58	**	-10.3%	-6.3%	-0.6%	-0.1%

Nota : * ECE+EUDC cycle ** 88/77/EEC 13-mode cycle

Fonte: Palmer (1996)

Os dados apresentados na Tabela 6.3 mostram que o aumento do NC proporciona considerável redução nas emissões de CO, HC e em menor proporção NO_x com o motor operando em cargas moderadas e altas. Entretanto esse aumento no número de cetano proporciona um pequeno acréscimo na emissão de MP quando o motor opera em cargas moderadas.

A Tabela 6.4 apresenta a relação entre as emissões e a redução na temperatura de destilação T95 de 370°C para 325°C.

Tabela 6.4 - Relação entre as emissões e a redução da temperatura T95 de 370°C para 325 °C

		CO	HC	NO_x	MP
T95	*	-1.8%	+3.4%	+4.6%	-6.9%
370-325 ° C	**	+6.6%	+13.4%	-1.7%	NS

Nota : * ECE+EUDC cycle ** ECE 88/77/EEC 13-mode cycle NS = Não Significativo.

Fonte: Palmer (1996)

A redução da temperatura T95 proporciona uma importante redução das emissões de MP quando o motor opera em cargas moderadas, porém, ocorre também um aumento nas emissões de CO e HC quando o motor opera em cargas elevadas.

CHANG et al. 1996 (apud COSTA NETO et al. 2000, p.535) demonstraram que as emissões de CO, CO₂, e MP foram menores que as emissões do óleo diesel. Porém, as emissões de NOx foram maiores em diferentes tipos de biodiesel.

A Tabela 6.5 apresenta a alteração das emissões em veículos pesados em função do teor de biodiesel adicionado ao óleo diesel padrão dos Estados Unidos.

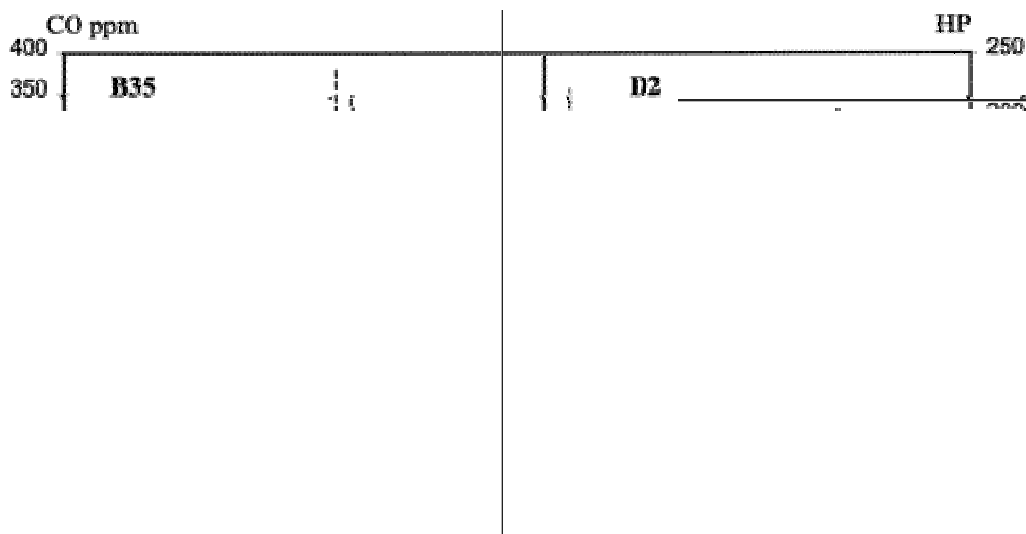
Tabela 6.5 - Alteração média das emissões em veículos pesados devido ao uso do biodiesel em relação ao óleo diesel padrão dos Estados Unidos.

Combustível	NOx	MP	CO	VOC	SO ₂
B20	+2,4 %	- 8,9 %	-13,1 %	-17,9 %	-20 %
B100	+13,2 %	-55,3 %	-42,7 %	-63,2 %	-100 %

Fonte: Adaptado de Morris et al. (2003)

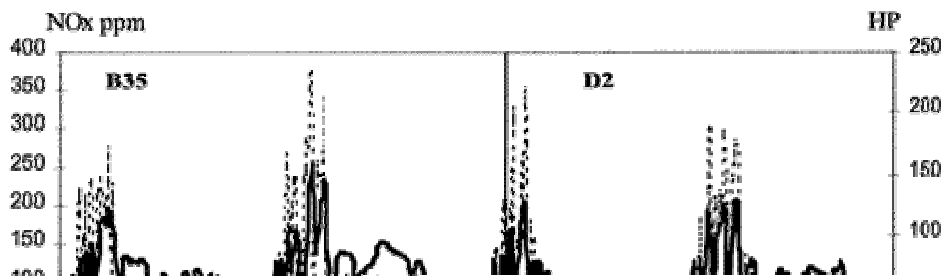
As emissões de NOx também estão relacionadas com a potência que o motor desenvolve. Em aceleração, as emissões aumentam; em velocidade de cruzeiro, as emissões diminuem. Isso ocorre porque altas cargas exigem maior massa de combustível que provoca picos de alta pressão e temperatura na câmara de combustão favorecendo a formação dos óxidos de nitrogênio. Assim, pode-se concluir que as emissões de NOx também estão relacionadas com a massa de combustível injetado.(WANG, 2000).

As Figuras 6.1, 6.2 e 6.3 apresentam os resultados dos testes de emissões de CO NOx e HC para um motor operando em um determinado ciclo de potência com biodiesel B35.

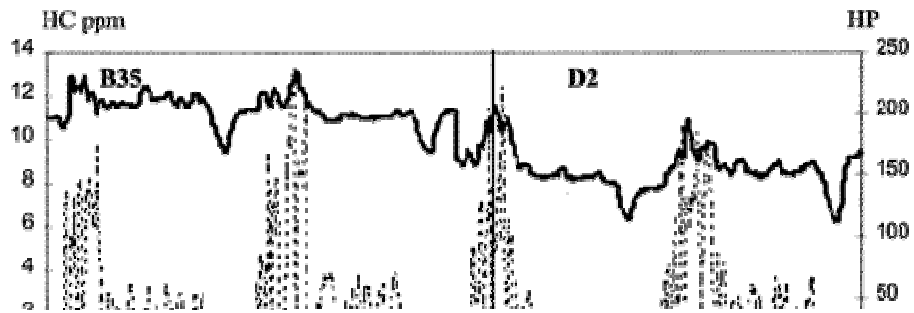


O biodiesel B35 e o óleo diesel apresentaram tendências semelhantes de emissões de CO que acompanham a curva da potência desenvolvida. Quando a potência aumenta, as emissões de CO aumentam nitidamente e em potências moderadas a emissão de CO diminui e se mantém praticamente constante para diferentes faixas de potências. Este resultado é explicado pelo fato de que as emissões de CO nos motores de combustão interna ciclo Diesel são determinadas principalmente pela relação ar/combustível.

A Figura 6.2 mostra o resultado dos testes de emissões de NOx em função da potência desenvolvida para o motor operando com óleo diesel e biodiesel B35.



A Figura 6.3 mostra o resultado dos testes das emissões de HC em função da potência para o motor operando com óleo diesel e biodiesel B35.



A Tabela 6.6 mostra que resultados semelhantes foram obtidos por Scharmer (2001) e Krahl (1996) utilizando biodiesel B100.

Tabela 6.6 - Alteração das Emissões comparadas com o óleo diesel

	SCHARMER(1995)	KRAHL (1996)
CO	10 – 30% menor	10 – 30 % menor (D) (I)
HC	20 – 40 % menor	30% menor (D), 10 – 20% (I)
MP	0 – 40 % menor	0 – 40 % menor
NOx	0 – 15 % maior	10% maior

Nota: (D) Injeção Direta (I) Injeção Indireta

Fonte: Scharmer (2001)

Diante desses dados podemos assumir que o biodiesel proporciona uma nítida redução das emissões de hidrocarbonetos. Büenger et al. (1998), Carraro et al. (1997) e Krahl et al. (1996) demonstram que no caso particular dos HPA's suspeitos de serem carcinogênicos ou mutagênicos, esta redução foi de 25% em relação ao óleo Diesel. A Figura 6.4 mostra resultados semelhantes para diferentes testes de emissões de NOx em função da porcentagem de biodiesel empregada na mistura ao óleo diesel.

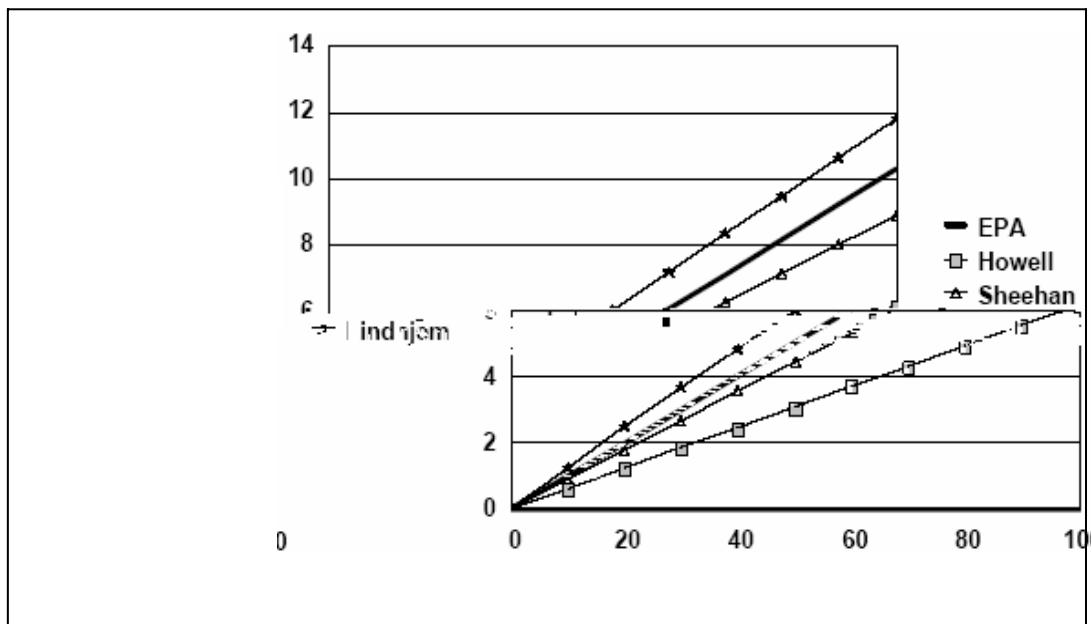


Figura 6.4 - Aumento das Emissões de Óxidos de Nitrogênio.

Fonte: EPA (2002)

Observa-se que o aumento das emissões de NOx está diretamente relacionado com a proporção do biodiesel empregado na mistura. O aumento das emissões dos óxidos de nitrogênio variaram entre 6% e 12% para o biodiesel puro. Considerando a necessidade de redução das emissões em função da legislação nacional e internacional, nos casos de uso de biodiesel em altas proporções, deve-se pensar em alternativas que visem a redução da formação desse poluente ou até mesmo tecnologias de pós tratamento dos gases de escapamento como, por exemplo, os catalisadores.

6.4 Limites de emissões no PROCONVE

O CONAMA mediante a Resolução N°. 18 de 1986 instituiu o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE). Este programa tem como objetivos principais a redução dos níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, a promoção do desenvolvimento tecnológico nacional da engenharia automobilística, dos métodos e equipamentos para ensaios e medição da emissão de poluentes, a criação de programas de inspeção e manutenção para veículos em uso, a promoção da conscientização da população para os problemas da poluição do ar por veículos automotores e a promoção da melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução da emissão de poluentes na atmosfera.

Em 31 de agosto de 1993 o CONAMA publicou a Resolução N°. 08 em complemento à Resolução CONAMA N°.18 de 1986 estabelecendo os limites máximos de emissão de poluentes para os motores ciclo Diesel e veículos pesados novos que se encontram na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 - Limites máximos de emissão para motores de veículos pesados.

	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	Fumaça (m ⁻¹) ⁽¹⁾	Partículas (g/kWh) ⁽¹⁾
Fase I	-	-	-	2,5	-
Fase II	11,2	2,45	14,4	2,5	-
Fase III	4,9	1,23	9,0	2,5	0,7/0,4 ⁽²⁾
Fase IV	4,0	1,1	7,0	-	0,15

⁽¹⁾ Aplicável somente para motores de ciclo Diesel. ⁽²⁾ 0,7 g/kWh, para motores até 85 kW e 0,4 g/kWh para motores com mais de 85kW.

Fonte: BRASIL (1993)

De acordo com a Resolução CONAMA N°. 08 de 1993, a partir de 1º de março de 1994, todos os motores Diesel produzidos, referentes aos modelos responsáveis por pelo menos 80% da produção, deveriam atender aos limites da fase II, devendo os modelos remanescentes atender aos limites da Fase I. Seguindo o mesmo critério, os limites correspondentes a Fase III deveriam ser atendidos a partir de 1º de janeiro de 1996 e os limites referentes à Fase IV a partir de 1º de janeiro de 2000, com antecipação para 80% dos ônibus urbanos para 1º de janeiro de 1998. A partir de 1º de janeiro de 2002 os limites deveriam ser atendidos pela totalidade de motores destinados aos veículos pesados.

A Resolução N°.315 de 2002 do CONAMA dispõe sobre as novas etapas do PROCONVE. Nesta Resolução foram estabelecidos os limites máximos de emissão de poluentes e respectivas datas de implantação, conforme Tabela 6.8 e Tabela 6.9, para os motores destinados a veículos pesados, nacionais ou importados a serem atendidos em 2006 e 2009.

Tabela 6.8 - Valores limites - ensaios ESC E ELR.

Data de Atendimento	CO - (g/kWh)	THC - (g/kWh)	NOx - (g/kWh)	MP - (g/kWh)	Opacidade (ELR) m⁻¹
Linha 1- A partir de 01/jan/2006 (PROCONVE -5)	2,1	0,66	5,0	0,10 ou 0,13 ⁽¹⁾	0,8
Linha 2 - A partir de 01/jan/2009 (PROCONVE - 6)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5

⁽¹⁾ Para motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e rotação à potência nominal superior a 3000 min⁻¹.

Fonte: BRASIL (2002)

Tabela 6.9 - Valores limites - ensaios ETC.

Data de Atendimento	CO (g/kWh)	NMHC (g/kWh)	CH₄ (g/kWh)	NOx (g/kWh)	Material Particulado MP- (g/kWh)
Linha 1-a partir de 01/jan/2006 (PROCONVE - 5)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 ou 0,21 ⁽¹⁾
Linha 2 - a partir de 01/jan/2009 (PROCONVE - 6)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03

1) Para motores de cilindrada unitária inferior a $0,75 \text{ dm}^3$ e rotação à potência nominal superior a 3000 min^{-1} .

Fonte: BRAISL (2002)

De acordo com esta Resolução, os motores convencionais do ciclo Diesel e aqueles munidos de equipamentos de injeção eletrônica de combustível, recirculação de gases de escapamento (EGR) e/ou catalisadores de oxidação deverão atender aos limites de emissão expressos na linha 1, da Tabela 6.8, sendo ensaiados segundo os ciclos ESC e ELR. Para o atendimento aos limites da linha 2 da Tabela 6.9 o motor deverá atender, adicionalmente, aos limites da linha 2, da Tabela 6.8, segundo o ciclo ETC, e os motores do ciclo Diesel equipados com sistemas de pós tratamento dos gases de escapamento, como catalisadores de NOx e ou filtro de partículas, além de atenderem aos limites expressos na linha 1, deverão atender também aos limites de emissões estabelecidos para o ciclo ETC, conforme a linha 1 da Tabela 6.9. Para os ônibus urbanos, a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na linha 1, da Tabela 6.8, foi 1º de janeiro de 2004, para os micro-ônibus a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na Linha 1, da Tabela 6.8, foi 1º de janeiro de 2005 e para os veículos pesados, exceto ônibus urbanos e micro-ônibus, para quarenta por cento da produção anual, por fabricante ou importador, a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na linha 1, da Tabela 6.8, foi 1º de janeiro de 2005. Para os veículos pesados, para 100% da produção anual, por fabricante ou importador, a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na linha 2, das Tabelas 6.8 e 6.9, será 1º de janeiro de 2009. A Figura 6.5 apresenta um resumo do limites de emissões estabelecidos para cada fase do PROCONVE.

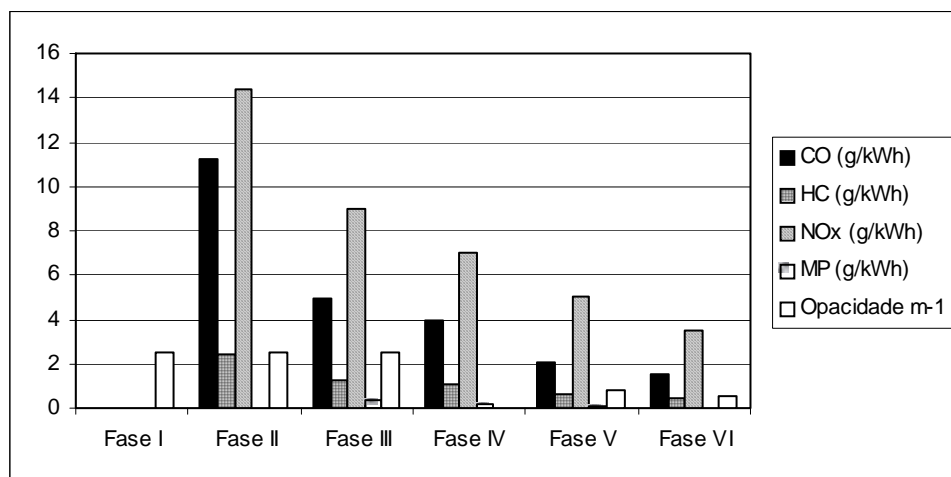


Figura 6.5 - Limites de Emissões - PROCONVE

Fonte: BRASIL (1993,2002)

A Resolução Nº. 315 do CONAMA exige também a disponibilidade dos combustíveis de referência para desenvolvimento de produtos, testes e homologação, além de combustíveis comerciais com características adequadas e compatíveis com as tecnologias a serem adotadas nas datas previstas. Porém, veículos com motores que utilizem combustíveis não previstos poderão ser dispensados parcialmente das exigências, mediante decisão motivada e exclusiva do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais IBAMA, por um período máximo de dois anos. A resolução não define combustíveis não previstos. Assim, interpretou-se como sendo qualquer combustível para o qual não havia autorização de uso e especificações técnicas da ANP, na data da publicação da Resolução Nº. 315 do CONAMA.

6.5 Limites de Emissões na União Européia e Nos Estados Unidos da América

Os limites de emissões de NOx requeridos pela legislação brasileira seguem uma tendência mundial conforme se observa na Tabela 6.10 apresentada no Relatório Panorama Internacional de Energia publicado em 2004 pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos da América.

Tabela 6.10 - Limites atuais e futuros de emissões de Óxidos de Nitrogênio para veículos novos nos Estados Unidos e na União Européia.

Categoria	Estados Unidos		União Européia	
	Limite (g/km)	Data	Limite (g/km)	Data
Veículos leves	0,61 – 0,96	2003	0,50-0,78	2003
	0,04	A partir de 2004	0,25-0,39	A partir de 2005
Veículos pesados	2,49	2003	5,0	2003
	0,62	A partir de 2004	3,5	A partir de 2005
	0,12	2007 - 2010	2,0	A partir de 2008

Fonte: adaptado de EIA (2004).

Verifica-se que, tanto nos Estados Unidos quanto na União Européia, a tendência é a redução dos limites das emissões de óxidos de nitrogênio. O biodiesel tipicamente provoca um aumento das emissões desse tipo de poluente de maneira proporcional à sua adição ao óleo diesel. Sendo assim, um desafio importante é o desenvolvimento de tecnologias que compensem este efeito.

A Tabela 6.11 apresenta os limites máximos de enxofre no óleo diesel para os Estados Unidos e a União Européia.

Tabela 6.11 - Limites de conteúdo de enxofre no óleo diesel nos Estados Unidos e na União Européia.

Estados Unidos		União Européia	
Limite (ppm)	Data	Limite (ppm)	Data
30	2004 - 2006	50	A partir de 2005
15	2006	50	A partir de 2005
		10	A partir de 2009

Fonte: adaptado de EIA (2004)

O enxofre contido no óleo diesel contribui para a lubricidade do combustível, prevenido o desgaste dos componentes do sistema de injeção. Entretanto, a oxidação do enxofre e a sua reação com a água geram resíduos que causam a corrosão do sistema e a poluição do ar. O biodiesel é um combustível isento de enxofre, dessa forma, a sua adição ao óleo diesel vem ao encontro das exigências mundiais no que se refere ao limites no teor de enxofre e, além disso, o biodiesel possui uma lubricidade maior que a do óleo diesel, dessa forma a diminuição dessa característica pela redução do enxofre pode ser compensada.

Tabela 6.12 - Limites de emissões para veículos de passeio na União Européia.

	EURO II (1997) (g/km)	EURO III (2000) (g/km)	EURO IV (2005) (g/km)
NOx	-	0,50	0,25
CO	2,00	0,64	0,50
MP	0,88 ⁽¹⁾	0,05	0,025

⁽¹⁾ Limite de 0,10 para injeção direta até 30 de setembro de 1999

6.6 Tecnologias para a redução das emissões de NOx em motores

As tecnologias para redução das emissões nos motores à diesel podem ser analisadas analogamente às tecnologias empregadas para a redução das emissões em fontes fixas. Tipicamente essas tecnologias são classificadas em ‘tecnologias fim-de-tubo’, ou seja, aquelas que atuam no pós-tratamento e as tecnologias contidas nos conceitos da ‘produção mais limpa’ e ‘tecnologias limpas’ que atuam na fonte. Em geral, considera-se o melhor sistema de tratamento de emissões gasosas aqueles que:

- a) efetua o tratamento das emissões diretamente na fonte;

- b) maximiza a eficiência da queima do combustível;
- c) utiliza combustível com propriedades adequadas ao desempenho do motor;
- d) é complementado, quando necessário, por processos de pós-tratamento dos gases;
- e) utiliza o mínimo possível de energia em sistemas auxiliares.

Huch e Leal (2005) classificaram as soluções tecnológicas para redução das emissões em motores ciclo Diesel. A Figura 6.6 apresenta as possibilidades soluções para a redução de emissão de MP e NOx.

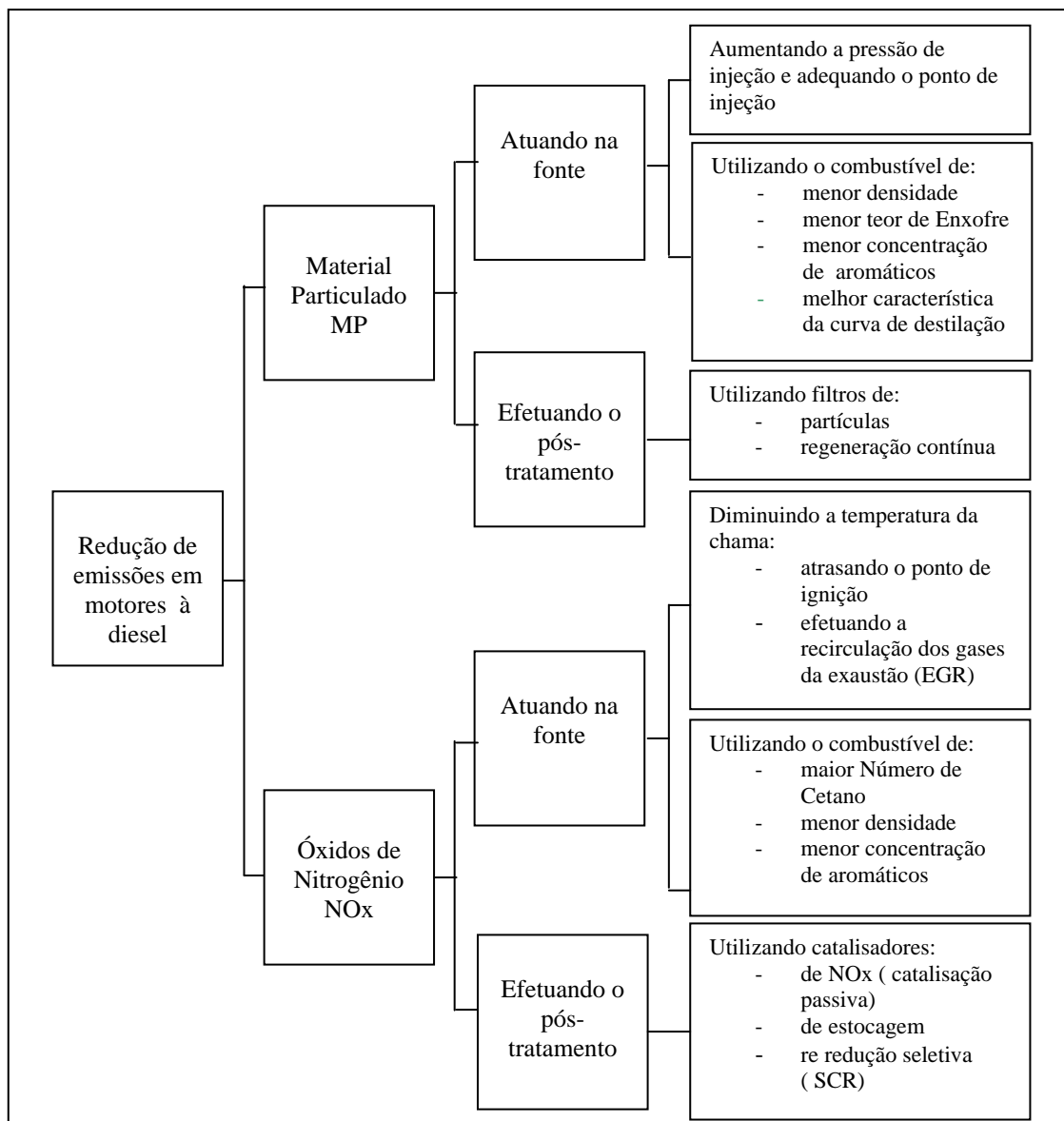


Figura 6.6 - Soluções para redução de emissões de Material Particulado e Óxidos de Nitrogênio.
Fonte: Huch e Leal (2005)

Entre as tecnologias para redução das emissões de NOx destacam-se o uso de aditivos melhoradores do NC, alteração do tempo de injeção, aplicação de sistemas de recirculação

dos gases da exaustão , emprego de catalisadores para conversão do NOx contido nos gases do escapamento e no caso específico do biodiesel, a determinação das fontes e propriedades que contribuem para reduzir a formação do NOx.(EPA. 2002). Dentre essas tecnologias, duas delas vêm ganhando importância junto aos fabricantes de motores: aplicação de sistemas de recirculação de gases da exaustão e utilização do processo de redução catalítica seletiva.

6.6.1 Recirculação dos gases da exaustão

Os motores ciclo Diesel possuem alta eficiência térmica, resultado da alta taxa e compressão. A taxa de compressão elevada produz as altas temperaturas requeridas para o processo de auto ignição e resulta em uma taxa de expansão também elevada. Para proporcionar uma combustão mais completa e compensar a distribuição não homogênea do combustível, é necessária uma quantidade de oxigênio maior do que a quantidade estequiométrica. Conseqüentemente, a combustão nos motores ciclo Diesel geram grandes quantidades de emissões de NOx devido às altas temperaturas e a presença de oxigênio em excesso. (ZELENKA, et al.,1998)

A aplicação de sistemas EGR tem o objetivo de reduzir a temperatura na câmara de combustão e a concentração de oxigênio. Todavia, essa redução apresenta limitações, pois na mesma proporção que reduz a emissão de NOx, aumenta a emissão de material particulado e reduz a potência do motor. (MING et. al.,2004)

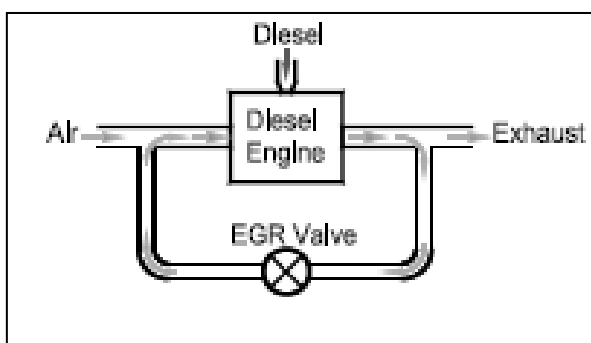


Figura 6.7 - Sistema de recirculação dos gases da exaustão.

Fonte: Ming et al. (2004).

O uso do sistema EGR em motores de aspiração natural ocorre sem grandes dificuldades uma vez que a pressão no coletor dos gases de escapamento é normalmente maior do que a pressão no coletor de admissão. Assim uma parte dos gases da exaustão pode

ser desviada para a admissão mediante uma válvula que é comandada pela diferença de pressão.

Quando a recirculação dos gases da exaustão ocorre de forma direta para o sistema de admissão de ar, como mostra a Figura 6.7, o sistema denomina-se EGR ‘quente’. Entretanto a maioria dos motores ciclo Diesel modernos é superalimentada mediante a aplicação de um turbo compressor, assim a aplicação do sistema EGR torna-se mais complexa uma vez que a pressão no coletor de admissão é normalmente maior do que a pressão no coletor dos gases da exaustão. Na Figura 6.8 encontra-se uma representação esquemática de um sistema de recirculação de gases da exaustão aplicado em um motor equipado com turbo compressor.

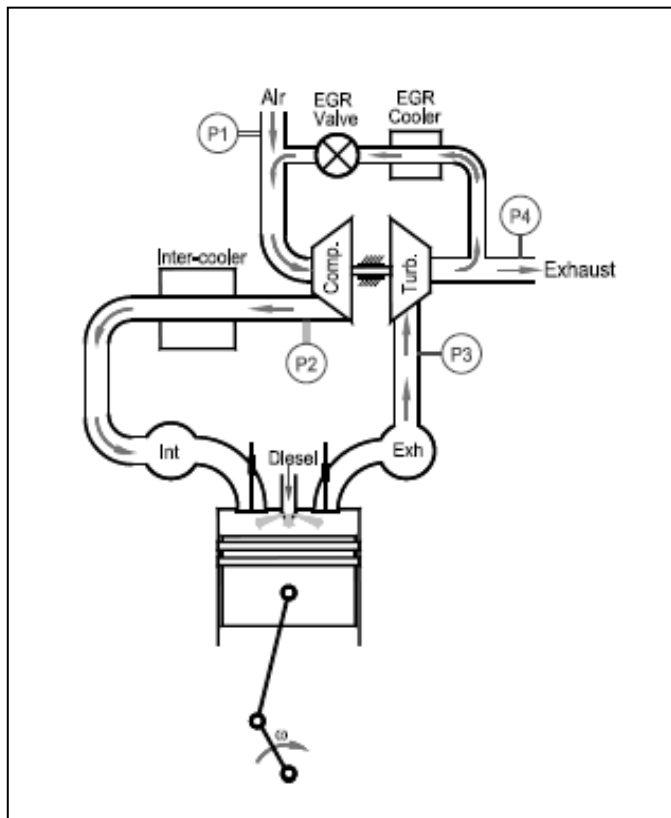


Figura 6.8 Circuito do sistema EGR em baixa pressão
Fonte: Ming et al. (2004).

Para garantir a recirculação do gás da exaustão é necessário que haja um diferencial de pressão entre a saída e a entrada do turbo compressor ($P4 - P1 > 0$). Se necessário, a pressão ($P4$) pode ser aumentada por uma restrição parcial que assegura a pressão mínima para garantir o fluxo para a EGR. Em geral, tanto os turbo compressores quanto os pós-arrefecedores do ar da admissão não suportam a temperatura e o encrustamento que ocorrem

no sistema de exaustão. Dessa forma, uma alternativa encontrada pelos fabricantes de motores consiste na instalação do sistema EGR no circuito de alta pressão, ou seja, na saída do turbo compressor.

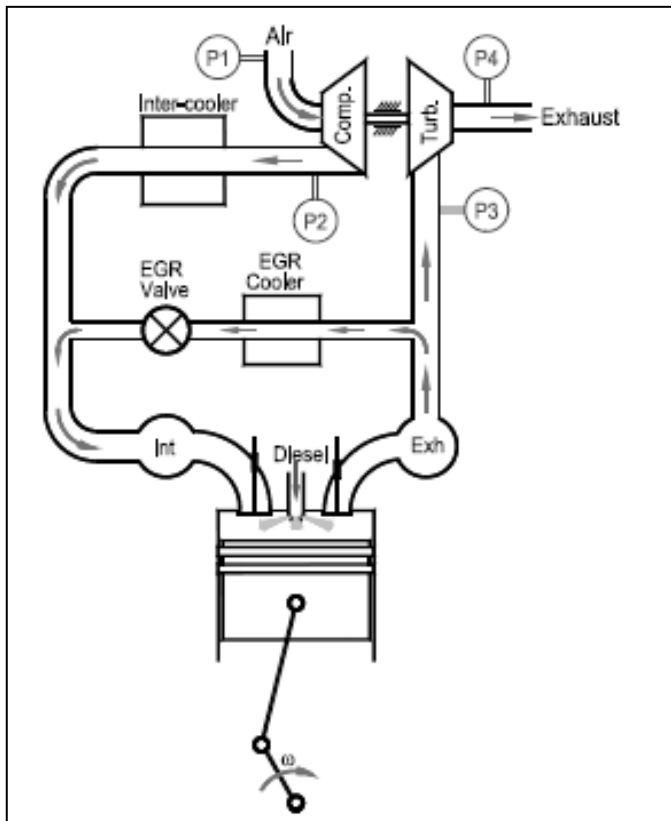


Figura 6.9 Circuito do sistema EGR em alta pressão
Fonte: Ming et al. (2004)

Embora essa alternativa resolva o problema da incrustação no turbo compressor, existe o inconveniente da necessidade do uso de uma bomba no sistema EGR para vencer a sobre pressão do turbo compressor. Em geral, utiliza-se um pós-resfriador para condicionar o gás da exaustão a ser recirculado, nesse caso o sistema denomina-se sistema EGR ‘frio’, enquanto que o sistema que não é dotado desse dispositivo recebe a denominação de EGR ‘quente’.

A Figura 6.10 mostra a diferença na redução da emissão de NO_x utilizando os sistemas EGR ‘frio’ e EGR ‘quente’.

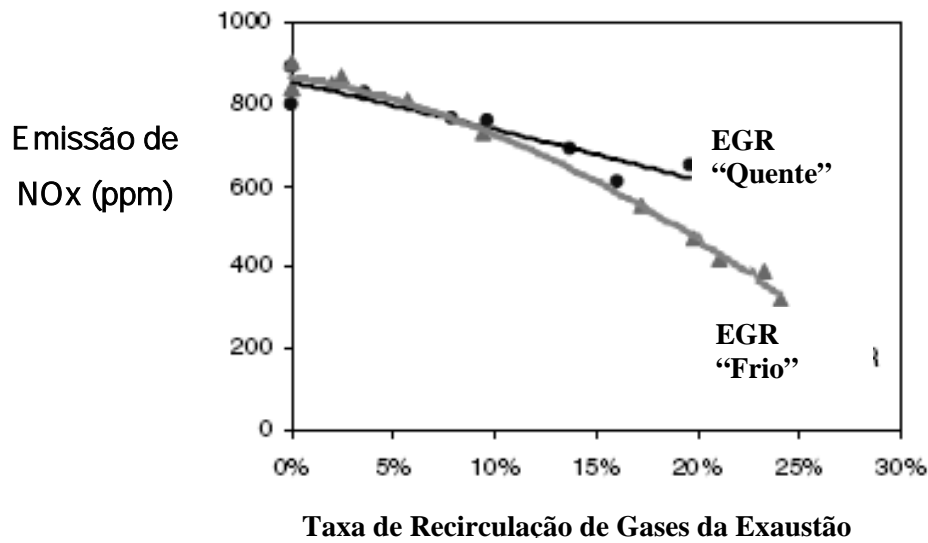


Figura 6.10 Comparação entre o sistema EGR ‘quente’ e EGR ‘frio’
 Fonte: Huch e Leal (2005)

Observa-se que para taxas de recirculação dos gases da exaustão inferiores a 10 % praticamente não há diferença na emissão de NOx. Entretanto, para taxas acima de 10% existe uma redução significativa nas emissões de NOx. Com o aumento da carga, o motor ciclo Diesel tende a emitir maior quantidade de fumaça. Aplicando-se o sistema EGR este efeito tende a piorar, uma vez que a quantidade de oxigênio admitida é reduzida.

A Figura 6.11 mostra o resultado da aplicação do sistema EGR para as emissões de NOx e MP. Em geral, o sistema EGR tem sido aplicado quando o uso do catalisador de pós-tratamento com catalisadores não é possível.

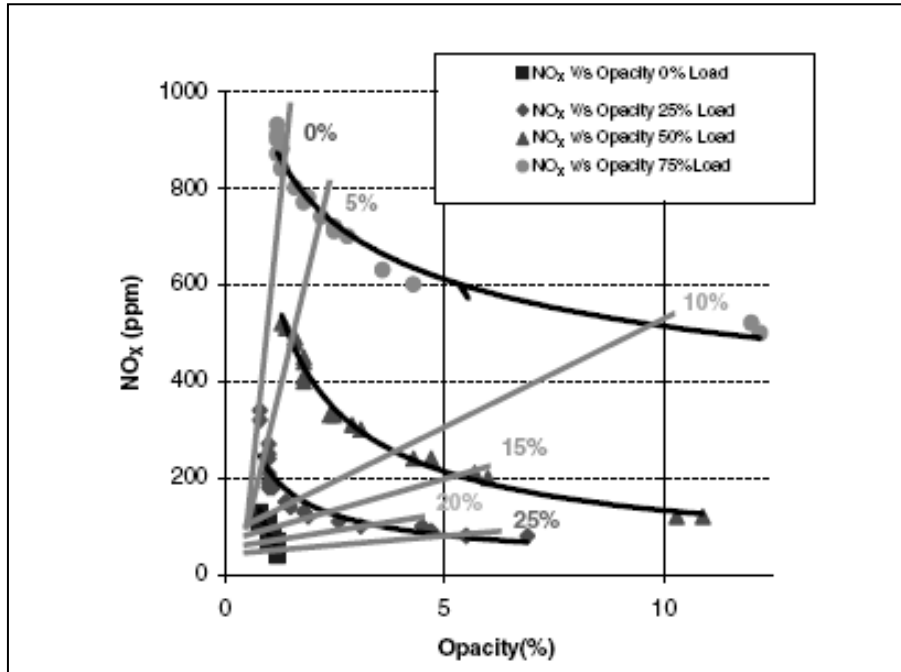


Figura 6.11 Relação entre as emissões de NOx e MP com sistema EGR ‘quente’
 Fonte: Huch e Leal (2005)

Para diferentes cargas aplicadas ao motor, a relação entre as emissões de NOx e MP continua, ou seja, à medida em que se promove a redução das emissões de NOx, a emissão de MP aumenta e à medida em que se promove a redução das emissões de MP, as emissões de NOx aumentam.

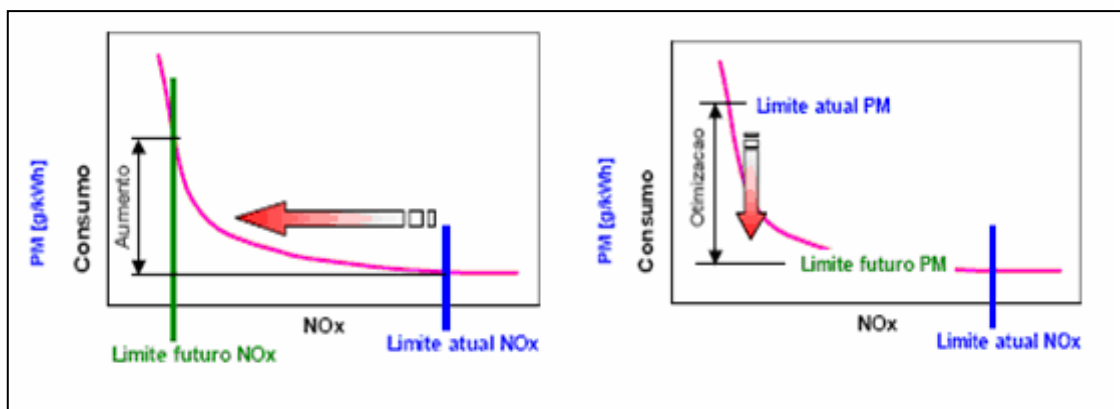


Figura 6.12 Influência no consumo de combustível e na emissão de MP em função de melhorias para redução das emissões de NOx.

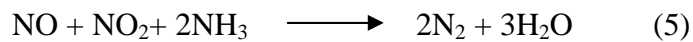
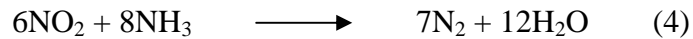
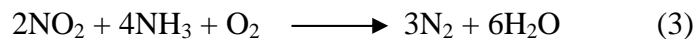
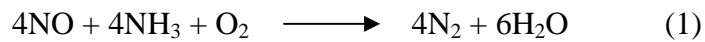
Fonte: Huc Huch e Leal (2005)

O consumo de combustível está diretamente relacionado com a emissão de MP. Assim, em geral, as medidas adotadas para redução das emissões de NOx, além de

promoverem o aumento das emissões de MP, promovem também o aumento do consumo de combustível.

6.6.2 Redução catalítica seletiva

Outro processo utilizado para reduzir a emissão de NOx nos motores à diesel é o processo de redução catalítica seletiva com catalisadores à base de pentóxido de vanádio, óxido de titânio e óxido de tungstênio (V₂O₅-TiO₂-WO₃) que emprega amônia (NH₃) como agente redutor. Na presença do catalisador, a redução seletiva de NO com amônia produz nitrogênio e vapor de água:



Este processo deveria utilizar quantidades de amônia segundo a razão molar NH₃/NO = 1 mas, na prática, nessas condições não é obtida uma mistura homogênea do agente redutor com os óxidos de nitrogênio. Desta forma, é necessário utilizar quantidades maiores de amônia. Isto gera um excesso de amônia que é descarregado na atmosfera contaminando o meio ambiente. Também o excesso de NH₃ pode gerar sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄] e bissulfato de amônio (NH₄HSO₄) na presença de SO₃ e vapor de água. Isto causa um aumento do material particulado no fluxo de gás, assim como a deposição na superfície do catalisador e no equipamento, ocasionando sérios problemas operacionais.

Existem inúmeros inconvenientes na utilização deste processo, tais como o elevado custo de operação e a emissão ao ambiente de excesso de NH₃. De acordo com Cònsul et. al (2004), a ocorrência desses inconvenientes mostram que o controle das emissões de NOx é um problema não resolvido, que faz com que muitos especialistas da área, no mundo inteiro, continuem trabalhando na busca de novas alternativas.

7. CONCLUSÕES

Apesar do importante avanço que foi a definição do marco regulatório para a produção e distribuição do biodiesel no Brasil, existem ainda muitas questões relacionadas à sua produção e ao seu uso que precisam ser debatidas. Entre essas questões destacam-se as de ordem técnica, ambiental, comercial e econômica, destacando-se que este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar principalmente questões técnicas e ambientais.

Embora o biodiesel possua vantagens do ponto de vista ambiental, não se pode desconsiderar que as atividades agrícolas têm sido responsáveis por significativos impactos no meio ambiente devido à adoção de práticas agrícolas de baixa sustentabilidade ambiental. Entre essas práticas destacam-se a aração excessiva, a gradeação, a fertilização inadequada, a queima de restos culturais e os desmatamentos.

A diversidade de matérias-primas que podem ser utilizadas para a produção do biodiesel constitui uma vantagem do ponto de vista da logística da produção e distribuição, sobretudo no caso do Brasil em que as características regionais de demanda por biodiesel, de disponibilidade e aptidão de terras para produção de matérias-primas viabilizam a produção de algumas oleaginosas e inviabilizam outras.

Diferentes alternativas têm sido consideradas para a produção do biodiesel, tais como a diluição, a microemulsão com metanol ou etanol, o craqueamento catalítico e a transesterificação com metanol ou etanol. Entretanto, a transesterificação com metanol tem se destacado entre os produtores de diversos países, principalmente pelo elevado rendimento do processo e facilidade de separação da glicerina (por decantação) quando comparado ao uso de etanol.

Embora o biodiesel em geral possua muitas características semelhantes às do óleo diesel, existem algumas propriedades típicas de determinados óleos vegetais que criam algumas barreiras técnicas. Um exemplo típico dessa situação é a viscosidade do biodiesel produzido a partir do óleo de mamona. As características químicas (composição em ácidos graxos saturados e insaturados) do óleo que é utilizado para produzir o biodiesel também influenciam nas características do produto final. Assim dependendo da matéria-prima

utilizada, são obtidos diferentes valores para propriedades como o ponto de névoa, o ponto de entupimento e a estabilidade à oxidação.

O CONAMA definiu os limites atuais e futuros para cada uma das fases do PROCONVE. Em geral, o biodiesel pode ser considerado um agente facilitador para o atendimento das metas estabelecidas para o programa, uma vez que as emissões de MP, CO e HC sofrem uma redução significativa quando o biodiesel é utilizado. Entretanto, as emissões de NOx geralmente sofrem um aumento que é proporcional à quantidade de biodiesel utilizada na mistura. Existem diversas tecnologias desenvolvidas para redução das emissões de NOx. Porém, toda ação que se promove para reduzir as emissões de NOx gera um aumento das emissões de MP e no consumo de combustível. Considerando que o uso do biodiesel proporciona uma redução significativa das emissões de MP, resta a desvantagem do aumento no consumo de combustível quando se aplicam as tecnologias para redução das emissões de NOx, tais como as modificações dos parâmetros de injeção que visam reduzir a temperatura na câmara de combustão e aplicação da válvula EGR.

Pode-se considerar que, como desafio bem como obtenção de respostas a algumas questões ambientais e técnicas, ainda há muito a ser realizado com respeito à produção e ao uso de biodiesel em motores de combustão. Dessa forma, como recomendação para trabalhos futuros algumas questões podem ser destacadas:

- na produção de biodiesel: melhorias na separação da glicerina formada na reação de transesterificação com etanol.

- considerar a possibilidade de se utilizar metanol, apesar de aquele insumo ser derivado da indústria petroquímica já que a reação de transesterificação é mais rápida e os rendimentos são mais elevados em relação ao etanol.

- considerando-se que há metas estabelecidas para o biodiesel em mistura com óleo diesel, a glicerina obtida como co-produto na reação de transesterificação deverá ter os seus usos ampliados em relação ao que ocorre atualmente.

- solucionar a questão da alta viscosidade do biodiesel de mamona.

- realização de estudos comparativos de queima em motor de combustão com biodiesel nacional produzido com etanol e com metanol em paralelo com estudos de emissões ambientais.

REFERÊNCIAS

ACIOLI, JOSÉ DE LIMA. **Fontes de Energia**. Editora Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.. 1994.

AGARWAL, A. K.; DAS, L. M. **Biodiesel development and characterization for use as fuel in compression ignition engines**. J. Eng. Gas Turb. Power-T. ASME, v.123, p.440-447, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução N° 310/01**. Estabelece especificações do óleo diesel automotivo destinado ao consumidor final. DOU de 16 de setembro de 2002.

_____**Resolução N° 41/04**. Estabelece a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel. DOU de 21 de dezembro de 2004.

_____**Resolução N° 42/04**. Estabelece a especificação do biodiesel. DOU de 09 de dezembro de 2004.

_____**Dados Estatísticos**. Disponível em :
<http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp>. Acesso em 7 jul. 2006.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. ED. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350p.

BAIRD, C. **Química ambiental**. Bookman. 2ªed. Porto Alegre. 2002.

BIOLOGICAL AND AGRICULTURAL ENGINEERING (DEPARTMENT OF) – BAE. **Production and Testing of Ethyl and Methyl Esters**. University of Idaho, Moscow, Idaho.1994.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil . **Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 14 jan. 2005.

BRAUN, S.; APPEL, L.G.; SCHMAL, M. **A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel - a questão dos particulados. estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras**. *Química Nova*. v. 27, n. 3, p. 472-482, jun. 2004

BÜNGER, J.; KRAHL, J.; FRANKE, H. U. MUNACK, A.; HALLIER, E. **Mutagenic and cytotoxic effects of exhaust particulate matter of biodiesel compared to fossil diesel fuel.** Mutation Research. 1998.

CANDEIA, R. A., FREITAS, J. C. O., CONCEIÇÃO, M. M., SILVA, F. C., SANTOS, I. M. G., SOUZA, A. G. **Análise Comparativa do Biodiesel Derivado do Óleo de Soja obtido com Diferentes Álcoois.** In: 2º Biodiesel Congress. São Paulo, 2006.

CARRARO, E.; LOCATELLI, A. L. FERRERO, C. FEA, E.; GILLI, G. **Biological Activity of Particle Exhaust Emissions from Light-Duty Diesel Engines.** Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology 16 (2 & 3): 101 - 109 . 1997

CHANG, Y. Z. D.; GERPEN, V. H. J.; LEE, I.; JOHNSON, A. L.; HAMMOND, G. E.; MARLEY, J. S.; Journal. American Oil Chemistry .Society. n.73, p.1549, 1996.

CLARK, S. J. et. al. **Methyl and ethyl soybean esters as renewable fuels for diesel engines.** Journal of the American Oil Chemists Society. Kansas State University, Manhattan – USA, v.61, n.10, p. 1632-1637, Oct. 1984.

COELHO, I. **Avaliação das exportações tradicionais baianas: caso de sisal e mamona.** Salvador, 1979. 174p. (Dissertação de Mestrado) UFB, 1979, 174p. (Tese de Mestrado). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1979.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Safras 1990/91 a 2004/05 - Séries Históricas. Disponível em:
<<http://www.conab.gov.br/download/safra/SojaSerieHist.xls>>. Acesso em 15 abr. 2005a.

_____**Safras 1990/91 a 2004/05 -Séries Históricas.** Disponível em:
<<http://www.conab.gov.br/download/safra/MamonaSerieHist.xls>>. Acesso em 25 abr. 2005b.

_____**Conjunturas agropecuárias.** Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2006.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução 18/1986** — Dispõe sobre a Instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores. DOU 17 de junho de 1986.

_____**Resolução 08/1993** —Complementa a Resolução 18/1986 do CONAMA. DOU 31 de dezembro de 1993.

_____ **Resolução 315/2002** —Dispõe sobre as novas etapas para o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores . DOU 20 de novembro de 2002.

CONSUL, J. M. D.; THIELE, D.; VESES, R. C.; BAIBICH, I. M. **Decomposição catalítica de óxidos de nitrogênio** Química Nova vol.27 no.3. São Paulo. 2004.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Química Nova, v.23, p.531-537, 2000.

COTTON, W. R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate.** Cambridge: Cambridge University Press,1995.

DORADO, M. P.; ARNAL, J. M.; GOMEZ, J.; GIL, A.; LOPEZ, F. J. **The effect of waste vegetable oil blend with diesel fuel on engine performance.** Trans. ASAE, v.45, p.525-529, 2002.

DORNELLES, R., Associação Brasileira de Engenharia Automotiva. **Combustíveis, Lubrificantes e Aditivos: Panorama Automotivo do Brasil.** Apresentação São Paulo, 31 de março de 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Vulnerabilidade da agricultura brasileira à mudança climática global e opções de mitigação às emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas.** Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 1999. 35p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2005.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004.

ENCINAR, J.M.; GONZÁLEZ, J.F.; SABIO, E.; RAMIRO, M.J. Preparation and properties of biodiesel from *Cynara cardunculus* L. oil. **Industry and Engineering Chemistry Resource**, v.38, p.2927-2931, 1999.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA. **International Energy Outlook 2004.** U.S. Department of Energy. Washington, DC. 2004. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>>. Acesso em: 13 mar. 2005

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions. Draft Technical Report.** U.S. EPA National Vehicle and Fuel Emissions Laboratory. Ann Arbor, MI. 2002.

EUROPEAN UNION. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport de 08 de maio de 2003. **Official Journal of the European Union.** European Union, 17 de maio de 2003. L123/42.

FERRARI, A. R; OLIVEIRA, V. S.; SEABIO, A.; Biodiesel de soja — Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. *Química Nova*, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

FREEDMAN, B.; BUTTERFIELD, R. O.; PRYDE, E. H. **Transesterification kinetics of soybean oil.** Journal of the American Oil Chemists Society, v.63, p.1375-1379, 1986.

FREEDMAN, B.; BAGBY, M. O. **Predicting Cetane Numbers of n-Alcohols and Methyl Esters from Their Physical Properties.** Journal of the American Oil Chemists Society. v67, p. 565-571. 1990

GOLDEMBERG, J. VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento,** EDUSP, São Paulo, 2003.

HUCH, THOMAS; LEAL, GILBERTO GOMES. **Inovações automotivas e a necessidade de novos combustíveis.** Motores, emissões e Imissões. In: XIII Simposio Internacional de Engenharia Automotiva SIMEA, 2005. São Bernardo Campo, 2005.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Inventories** - Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas. London, United Kingdom. 2000.

_____. **Climate Change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios.** Cambridge University Press, Cambridge. 1995. 339p.

_____. **Climate Change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change - scientific-technical analysis.** University Press, Cambridge. 1996. 878p.

_____. **Climate Change 1995: The Science of Climate Change - Summary for Policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change,** Cambridge University Press, Cambridge . 1996a

_____. **Climate Change 2001: atmospheric chemistry and greenhouse gases**. University Press, Cambridge. 2001. 873p.

_____. **Special Report on Land Use, Land-Use Change And Forestry**. Disponível em: <http://www.grida.no/climate/ipcc/land_use/index.htm>. Acesso em 14 jul. 2005

ISHERWOOD, K. F. **Mineral Fertilizer Use and the Environment**. International Fertilizer Industry Association. Paris, February 2000.

KARAOSMANOGLU, F.; CIGIZOGLU, K. B.; TUTER, M.; ERTEKIN, S. Investigation of the refining step of biodiesel production. **Energy Fuels**, v.10, p.890-895, 1996.

KNOTHE, G.; DUNN, R. O.; BAGBY, M. O. Biodiesel: **The Use of Vegetable Oils and Their Derivates as Alternative Diesel Fuels**. ACS Symposium Series, Page 172-208, American Chemical Society, Washington, DC, 1997.

KRAHL, J., A. MUNACK, M. BAHADIR, L. SCHUMACHER, and N. ELSER. **Review: Utilization of Rapeseed Oil, Rapeseed Oil Methyl Ester or Diesel Fuel: Exhaust Gas Emissions and Estimation of Environmental Effects**. SAE Paper 962096, 1996.

KRISNANGKURA, K. **A Simple Method for Estimation of Cetane Index of Vegetable Oil Methyl Esters**. Journal of the American Oil Chemists Society, v.63 p. 552-553. 1986.

KRUPA, S. V. **Air Pollution, People, and Plants: An Introduction**. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, 1997.

MIC - MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Produção de Combustíveis Líquidos a Partir de Óleos Vegetais**, MIC, Secretaria da Tecnologia Industrial. Brasília, 1985.

MING ZHENG, GRAHAM T. READER, J. GARY HAWLEY. **Diesel Engine Exhaust Gas Recirculation – a Review on Advanced and Novel Concepts**. Journal of Energy Conversion and Management, Elsevier Science Ltd., Vol. 45/6, pp. 883-900. 2004.

MORRIS, R.E., A. K. POLLACK, G. E. MANSELL, C. LINDHJEM, Y. JIA, and G. WILSON. **Impact of Biodiesel Fuels On Air Quality And Human Health**. National Renewable Energy Laboratory. Novato. California. U.S. 2003. 150p.

NASCIMENTO, M.G.; COSTA NETO, P.R.; MAZZUCO, L.M. **Biotransformação de óleos e gorduras: utilização de lipases para obtenção de biocombustível**. Revista Biotecnologia de Ciência & Desenvolvimento, v.19, p.28-31, 2001.

NOUREDDINI, H.; MEDIKONDURU, V. **Glycerolysis of fats and methyl esters**. Journal of The American Oil Chemists' Society. v.74, p.419-425, 1997.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - NAE. **Cadernos NAE nº. 2 Biocombustíveis**. Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. Brasília. 2005.

OLIVEIRA, L. B. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil**. Rio de Janeiro, 2004. 237p. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

PALMER, F. H. ED. **European Programme on Emissions, Fuels and Engine Technologies (EPEFE Reports)**. Compugraf SPRL. Bruxelles, 1996. Disponível em : < <http://www.walshcarlines.com/conventfuels.html> >. Acesso em 22 out. 2004.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza. [s.n]. 2003. 66p.

PETERSON, C.L., D.L. REECE, R. CRUZ, J. THOMPSON. **A Comparison of Ethyl and Methyl Esters of Vegetable Oil as Diesel Fuel Substitutes. Liquid Fuels from Renewable Resources**. Proceedings of an Alternative Energy Conference, American Society of Agricultural Engineers, 14-15 Dec. 1992, pp. 99-110.1992.

PETERSON, C.L., J.S. TABERSKI, J.C. THOMPSON, AND C.L. CHASE, "**The Effect of Biodiesel Feedstock on Regulated Emissions in Chassis Dynamometer Tests of a Pickup Truck**", ASAE Paper 996135, 1999.

POULTON M. L. **Alternative Fuels for Road Vehicles**. Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, UK. 1994

PURCELL, D. L. et al. **Transient testing of soy methyl ester fuels in a indirect injection, compression ignition engine**. Journal of the American Oil Chemists Society. Minnessota, v. 73, n. 3, p. 381-388, 1996

RABELO, I. D. **Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados a biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado de fritura.** Curitiba, 2001. 112p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia do centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2001.

RAMOS, L. P. **A importância e a viabilidade do biodiesel como alternativa para a matriz energética nacional.** Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2003. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br>. Acesso em: 16 set. 2004.

RIBEIRO, S. K. **Barreiras na Implantação de Alternativas Energéticas para o Transporte Rodoviário Brasileiro.** Centro Clima COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2002

SCHARMER, K. **Biodiesel: Energy and Environmental Evaluation.** UFOP. Bonn, 2001.

SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R., VARGAS, R. M. **Transesterification of Vegetable Oils: a Review.** Journal of Brazilian Chemistry Society, Vol.9, No. 1, 1998.

SILVA, O. C. **Análise do aproveitamento econômico energético do óleo de palma na Guiné – Bissau na perspectiva do desenvolvimento sustentável.** São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. (IEE / EP / IF / FEA) Universidade de São Paulo. 1997.

SOUZA, M. A. A. **Arcabouço regulatório do biodiesel: especificações.** In: I SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES da UNIFACS. 2005, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador:UNIFACS, 2005. Disponível em: <<http://www.energia.unifacs.com.br/eventos/recomtec.htm>>. Acesso em: 4 ago 2005.

UDAETA, M. E. M.; BAITILO, R. L.; BURANI, G.F.; GRIMONI, J.A. B. **Comparação da produção de energia com diesel e biodiesel analisando todos os custos envolvidos.** Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. GEPEA-USP. 2006.

VAN GERPEN, J. **Cetane number testing of biodiesel.** Proceedings of the 3rd Liquid Fuels Conference organized by ASAE, page 197, Nashville, TN, USA, Sept.15 -17, 1996.

VIEIRA, R.M.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S. **Diagnóstico e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: Reunião temática matérias-primas oleaginosas no brasil: diagnóstico, perspectivas e prioridades de pesquisa,** 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA/MAA/ABIOVE, p.139-150 (Embrapa-CNPA. Documentos, 63).1997.

WANG, W. G. et al. **Emissions from nine heavy trucks fueled by diesel and biodiesel blend without engine modification.** Environmental Science and Technology. West Virginia Univ., Morgantown, USA, v.34, n.6, p. 933-939, 2000.

WORLDWIDE FUEL CHARTER - WFC. **Worldwide Fuel Charter.** European Automobile Manufacturers Association - ACEA; Alliance of Automobile Manufacturers - ALLIANCE; Engine Manufacturers Association - EMA; Japan Automobile Manufacturers Association - JAMA. 4 Ed. Bruxelles, 2006.

ZELENKA P, AUFINGER H, RECZEK W, CATELLIERI W. **Cooled EGR—a key technology for future efficient HD Diesels.** SAE paper 980190, 1998.

ANEXO A

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 18, de 6 de maio de 1986

Publicado no D.O.U de 17/6/86.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso de suas atribuições legais e,

Considerando que os veículos automotores dos ciclos Otto e Diesel são fontes relevantes de emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, fuligem e aldeídos;

Considerando que os veículos automotores do ciclo Otto são fontes relevantes de emissão evaporativa de combustível;

Considerando que a emissão de poluentes por veículos automotores contribui para a contínua deterioração da qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos;

Considerando que a utilização de tecnologias adequadas, de uso comprovado, permite atender as necessidades de controle da poluição, bem como de economia de combustível;

Considerando as necessidades de prazo, para a adequação tecnológica de motores e veículos automotores novos às exigências de controle da poluição, RESOLVE:

I - Instituir, em caráter nacional, o PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES - PROCONVE, com os objetivos de :

- reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos;
- promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados;
- promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução de emissões poluidoras à atmosfera;

II - O PROCONVE deverá contar com a participação de :

- Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente;
- Conselho Nacional do Petróleo;
- Ministério das Minas e Energia ;
- Ministério dos Transportes;
- Ministério da Indústria e do Comércio;
- Ministério da Ciência e Tecnologia;
- Ministério da Justiça;
- Órgãos Estaduais e Municipais de Controle da Poluição Ambiental;
- Associações legalmente constituídas para defesa dos recursos ambientais;
- Associações representativas dos fabricantes de motores, veículos automotores, equipamentos de controle de emissão e autopeças, bem como outros órgãos e entidades afetos ao programa.

III - Institui uma Comissão de Acompanhamento e Avaliação do PROCONVE-CAP, coordenada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente integrado pelo:

- Secretário Geral do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente para Assuntos do Meio Ambiente;
- Secretário de Tecnologia Industrial ;
- Presidente do Conselho Nacional de Petróleo - CNP;
- Presidente da Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes - GEIPOT;
- Presidente do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade industrial - INMETRO;
- Secretário Executivo do Conselho de Desenvolvimento Industrial - CDI;
- Presidente do Conselho Nacional do Trânsito - CONTRAN;
- Presidente da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB;
- Presidente da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA;
- Dirigente de outro órgão estadual de controle da poluição ambiente;
- Diretor Geral do Instituto Nacional de Tecnologia.

Para subsidiar as decisões da CAP, a SEMA poderá convidar representantes de outros órgãos federais, estaduais e municipais, bem como associações e entidades representativas do setor privado e da comunidade.

IV - Dar competência à Comissão de Acompanhamento e Avaliação do PROCONVE para:

- identificar e propor medidas que otimizem o programa com base nos seus resultados e em estudos realizados no âmbito do PROCONVE ;
- desenvolver campanhas educativas com relação à poluição do ar por veículos automotores;
- Atuar junto aos governos estaduais e municipais, visando o desenvolvimento de sistemas de transportes de massa, preferencialmente elétricos, e melhoria de tráfego;
- acompanhar o estado do conhecimento das técnicas e equipamentos de controle de emissão;
- organizar palestras, seminários e reuniões de cunho técnico, relacionados à poluição do ar por veículos automotores;
- envidar esforços para promover o desenvolvimento de profissionais, compra de equipamentos e instalação de laboratórios;
- promover a realização de estudos e pesquisas relativas à poluição do ar por veículos automotores, nacionalização e desenvolvimento de tecnologias de controle de emissão, de equipamentos de ensaio e análise de emissão;
- deliberar sobre a aplicação de penalidades, bem como outras ações necessárias para o acompanhamento do Programa;
- supervisionar a fiscalização do atendimento ao estabelecido nesta Resolução, sem prejuízo da competência dos órgãos envolvidos;
- deliberar sobre os casos omissos.

V - Atribuir ao IBAMA a competência para:

- emitir para fins de controle da poluição do ar a LICENÇA PARA USO DA CONFIGURAÇÃO DE VEÍCULOS OU MOTOR - LCVM em Território Nacional, fundamentando-se no CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DA CONFIGURAÇÃO DO VEÍCULO OU MOTOR - CAC, expedido pela STI e nos documentos apresentados pelo fabricante;
- emitir as notificações necessárias às empresas industriais, fundamentando-se, quanto a certificação de conformidade e acompanhamento da produção de veículos, motores e peças de reposição, nas ações e atribuições do CONMETRO, através da sua Secretaria Executiva;
- estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possam contribuir para o desenvolvimento do PROCONVE;

- delegar a outros órgãos, atribuições previstas nesta Resolução.

VI - Estabelecer os LIMITES MÁXIMOS DE EMISSÃO de poluentes do ar para os motores e veículos automotores novos:

1. Veículo leves com motores do ciclo Otto

1.1. Para as novas configurações de veículos automotores leves lançadas comercializadas a partir de 19 de junho de 1988, a emissão de gases de escapamento não deverá exceder os seguintes valores:

- monóxido de carbono: 24,0 gramas por quilômetro
- hidrocarbonetos: 2,1 gramas por quilômetro
- óxidos de nitrogênio 2,0 gramas por quilômetro
- teor de monóxido de carbono em marcha lenta: 3,0 por cento

1.2. A partir de 1º de janeiro de 1989, a emissão de gases de escapamento por veículos automotores leves não deverá exceder, para os modelos descritos em 1.2.1., os seguintes valores:

- monóxido de carbono: 24,0 gramas por quilômetro
- hidrocarbonetos: 2,1 gramas por quilômetro
- óxidos de nitrogênio: 2,0 gramas por quilômetro
- teor de monóxido de carbono em marcha lenta: 3,0 por cento

1.3. A partir de 1º de janeiro de 1990, a emissão de gases de escapamento por veículos automotores leves, com exceção dos veículos leves não derivados de automóveis, não deverá exceder os seguintes valores:

- monóxido de carbono: 24,0 gramas por quilômetro
- hidrocarbonetos: 2,1 gramas por quilômetro
- óxidos de nitrogênio : 2,0 gramas por quilômetro
- teor de monóxido de carbono em marcha lenta: 3,0 por cento

1.4. A partir de 1º de janeiro de 1992, a emissão de gases de escapamento por veículos automotores leves não deverá exceder os seguintes valores:

1.4.1. Veículos leves não derivados de automóveis:

- monóxido de carbono: 24,0 gramas por quilômetro
- hidrocarbnetos: 2,1 gramas por quilômetro
- óxidos de nitrogênio: 2,0 gramas por quilômetro
- teor de monóxido de carbono em marcha lenta: 3,0 por cento

1.4.2. Todos os veículos com exceção dos descritos em 1.4.1. :

- monóxido de carbono: 12,0 gramas por quilômetro
- hidrocarbonetos: 1, 2 gramas por quilômetro
- óxidos de nitrogênio: 1,4 gramas por quilômetro
- teor de monóxido de carbono em marcha lenta: 2,5 por cento

1.5. A partir de 1º de janeiro de 1997, a emissão de gases de escapamento por veículos automotores leves não deverá exceder os seguintes valores:

- monóxido de carbono: 2,0 gramas por quilômetro

- hidrocarbonetos: 0,3 gramas por quilômetro
- óxidos de nitrogênio: 0,6 gramas por quilômetro
- teor de monóxido de carbono em marcha lenta: 0,5 por cento

1.6. O IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os estudos e trabalhos necessários ao estabelecimento e implantação dos limites máximos específicos para as emissões de aldeídos e outros compostos orgânicos pelo tubo de escapamento de veículos automotores leves, hoje englobados e expressos como hidrocarbonetos, bem como coordenará a revisão dos limites destes últimos, convocando, a qualquer tempo, os órgãos e entidades afetos ao problema e, ouvida a CAP, quando necessário, deverá apresentar ao CONAMA, até 31 de dezembro de 1988, o relatório final com a proposta dos limites a serem exigidos para aprovação.

1.7. A partir de 1º de janeiro de 1988, a emissão de gases do cárter de veículos automotores leves deve ser nula em qualquer regime de trabalho do motor.

1. A partir de 1º de janeiro de 1990, a emissão evaporativa de combustível de veículos automotores leves não deverá exceder o limite máximo de 6,0 g/ensaio.

O IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os estudos e trabalhos necessários à revisão dos limites máximos de emissão, convocando, a qualquer tempo, os órgãos e entidades afetos ao problema e, ouvida a CAP quando necessário, deverá apresentar ao CONAMA o relatório final com a proposta dos limites a serem exigidos, para aprovação.

1.9. O fabricante poderá solicitar ao IBAMA a dispensa do atendimento aos limites máximos de emissão de gás de escapamento, para os veículos automotores leves, cuja produção seja inferior a 2.000 unidades por ano e que são dotados de mesma configuração de carroçaria, independentemente de sua mecânica e do tipo de acabamento disponível.

Podem ainda ser dispensados aqueles que, mesmo pertencendo a uma configuração de veículo à qual são aplicáveis os limites máximos de emissão, constituem-se numa série para uso específico ou seja: uso militar, uso em provas esportivas e lançamentos especiais, assim considerados a critério e julgamento da CAP.

O total geral máximo admitido, por fabricante, é de 5.000 unidades por ano.

1. Veículos pesados com motores do ciclo Otto

2.1 O IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os estudos e trabalhos necessários ao estabelecimento e implantação dos limites máximos de emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, aldeídos e outros compostos orgânicos pelo tubo de escapamento de veículos equipados com motor do ciclo Otto, convocando, a qualquer tempo, os órgãos e entidades afetos ao problema e, ouvida a CAP quando necessário, deverá apresentar ao CONAMA, até 31 de dezembro de 1988, o relatório final com a proposta dos limites a serem exigidos, para aprovação.

2.2. A partir de 1º de janeiro de 1989, a emissão de gases do cárter de veículos pesados equipados com motor do ciclo Otto deve ser nula em qualquer regime de trabalho do motor.

2.3. O IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os estudos e trabalhos necessários ao estabelecimento e implantação dos limites máximos de emissão evaporativa para veículos automotores pesados, convocando, a qualquer tempo, os órgãos e entidades afetos ao problema e, ouvida a CAP quando necessário, deverá apresentar ao CONAMA o relatório final com a proposta dos limites a serem exigidos, para aprovação.

3. Motores e veículos com motores do ciclo Diesel

3.1. A emissão de fuligem pelo tubo de escapamento de motores do ciclo diesel e/ou de veículos leves ou pesados com eles equipados, não deverá exceder os valores calculados através da equação:

$C = k / G$, conforme o item 4 do Cap. VII.

3.2. A partir de 1º de outubro de 1987, para ônibus urbanos e de 1º de janeiro de 1989 para os demais veículos a Diesel, o valor máximo admissível de k será igual a 2,5 (dois e meio), medindo conforme o item 4 do cap. VII, para velocidades angulares entre 1200 rotações por minuto e a rotação máxima do motor, inclusive.

3.3. O IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os trabalhos necessários ao estabelecimento do cronograma de implantação para o valor máximo admissível de k igual a 2,0 (dois) para a emissão de fuligem pelo tubo de escapamento para todos os veículos equipados com motores Diesel, inclusive os ônibus urbanos, convocando, a qualquer tempo, os órgãos e entidades afetos ao problema e, ouvida a CAP quando necessário, deverá apresentar ao CONAMA, até 31 de dezembro de 1988, o relatório final com a proposta de prazos a serem fixados, para aprovação.

3.4. O IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os estudos e trabalhos necessários ao estabelecimento e implantação dos limites máximos de emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, aldeídos e outros compostos orgânicos pelo tubo de escapamento de veículos equipados com motor do ciclo Diesel, convocando, a qualquer tempo, os órgãos e entidades afetos ao problema e, ouvida a CAP quando necessário, deverá apresentar ao CONAMA, até 31 de dezembro de 1988, o relatório final com a proposta dos limites a serem exigidos, para aprovação.

3.5. A emissão de gases do cárter de veículos automotores, independentemente do tipo ou tamanho do motor, deverá ser nula em qualquer regime de trabalho do motor. Para os ônibus urbanos com motor de aspiração natural, este controle será implantado a partir de 1º de janeiro de 1988. Para os demais veículos Diesel, o IBAMA, ouvida a STI, deverá coordenar os estudos e trabalhos necessários à definição do cronograma de implantação deste controle e, ouvida a CAP quando necessário, apresentar ao CONAMA, até 31 de dezembro de 1987, o relatório final com a proposta dos prazos a serem fixados, para aprovação.

1. Todos os veículos ou motores

4.1 Os limites máximos estabelecidos para os veículos automotores leves, itens 1.4, 2., 1.5., 1.7 e 1.8., devem ser garantidos por, desde

os órgãos afetos ao problema e, quando necessário, ouvida a CAP, deverá apresentar ao CONAMA o relatório final com a proposta para aprovação.

4.5. O fabricante de veículos pesados poderá solicitar ao IBAMA a dispensa do atendimento aos limites máximos de emissão desta Resolução, para casos omissos, assim considerados a critérios e julgamento exclusivo da CAP.

VII - Definir os principais termos e relacionar os métodos de ensaio, medição, verificação, certificação e documentos complementares, necessários ao cumprimento e para os efeitos desta resolução, sem prejuízo das demais legislações específicas, de responsabilidade dos órgãos competentes.

1. As definições necessárias ao cumprimento desta Resolução estão descritas no Anexo 1.

2. O ensaio e a medição de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio no gás de escapamento de veículos automotores leves do ciclo Otto, devem seguir as prescrições da Norma Técnica NBR-6601 - Análise dos Gases de Escapamento de Veículos Rodoviários Automotores Leves a Gasolina.

Os combustíveis utilizados nos ensaios devem estar de acordo com a norma NBR-8989 - Veículos Rodoviários Leves - Gasolina para Ensaio e Resolução 01/85, do Conselho Nacional do Petróleo, sendo que a mistura gasolina-álcool deve ser preparada a partir dos respectivos combustíveis de ensaio, na proporção de 22,0 + ou - 1,0 por cento de álcool, em volume.

3. O método de ensaio e medição de monóxido de carbono em marcha lenta em veículos automotores leves do ciclo Otto deve ser estabelecido pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida o IBAMA.

4. O método de ensaio do motor para medição de fuligem no gás de escapamento de motores do ciclo Diesel é prescrito para banco dinamométrico, nas Normas Técnicas NBR-5484 - Motores Alternativos de Combustão Interna de Ignição por compressão (Diesel) ou Ignição por Centelha (Otto) de Velocidade Angular Variável e NBR-7027 - Gás de Escapamento Emitido por Motores Diesel - Determinação do Teor de Fuligem em Regime Constante.

A medição de fuligem deve ser executada segundo o prescrito na Norma Técnica NBR-7027 - Gás de Escapamento Emitido por Motores Diesel - Medição do Teor de Fuligem com Amostrador por Elemento Filtrante.

O teor de fuligem corrigido para as condições atmosféricas de referência, as transformações de unidades e a concentração limite de fuligem definida pela equação $c = k/G$, devem ser calculados de acordo com as prescrições da Norma Técnica NBR-5478 - Método de Medição do Teor de Fuligem no Gás de Escapamento Emitido por Motor Diesel - Correlação de Unidades e Fórmula para a Construção da Curva Limite, ressalvadas as situações em que o fluxo nominal de gás de escapamento - "G" - for menor ou igual a 42 litros por segundo ou "G" foi maior ou igual a 200 litros por segundo, quando a concentração "C" máxima admissível de fuligem deve ser calculada para os valores de "G" iguais a 42 ou 200 litros por segundo, respectivamente.

O(s) combustível(eis) utilizado(s) nos ensaios deve(m) estar de acordo com a(s) Resolução CNP nº 01/85 e 08/85, do Conselho Nacional do Petróleo.

5. O método de ensaio e medição da emissão evaporativa de combustível de veículos automotores, deve ser estabelecido pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida o IBAMA.

6. Os métodos de ensaio e medição de aldeídos e outros compostos orgânicos no gás de escapamento de motores e veículos automotores, devem ser estabelecidos pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida o IBAMA.

7. Os métodos de ensaio e medição de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio no gás de escapamento de motores e veículos automotores do ciclo Diesel, devem ser estabelecidos pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida no IBAMA.

8. Os métodos de ensaio e medição de monóxido de carbono, hidrocarboneto e óxidos de nitrogênio no gás de escapamento de motores do ciclo Otto, para veículos automotores pesados, devem ser estabelecidos pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida o IBAMA.

9. O procedimento para a Certificação de Conformidade da produção com os limites máximos de emissão, deve ser estabelecido pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida o IBAMA.

10. O procedimento para a Certificação de Qualidade de Peças de Reposição deve ser estabelecido pelo CONMETRO, mediante proposta da STI, ouvida o IBAMA.

11. O modelo do Termo de Caracterização do Veículo ou Motor necessário ao cumprimento desta Resolução está apresentado no Anexo 2.

VIII- Estabelecer as condições gerais necessárias ao cumprimento desta Resolução:

1. Veículos equipados com motores do ciclo Otto

1.1. A partir da data de publicação desta Resolução, os fabricantes de veículos automotores leves devem declarar ao IBAMA e ao STI, até o último dia útil de cada semestre civil, os valores típicos de emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e aldeídos no gás de escapamento de todas as configurações de veículos em produção, bem como apresentar os critérios utilizados para a obtenção e conclusão dos resultados.

Os relatórios dos ensaios realizados devem ficar à disposição do IBAMA e da STI para consulta.

1.2. A partir de 1º de julho de 1987, os fabricantes de veículos automotores leves devem declarar à SEMA e à STI, até o último dia útil do semestre civil, os valores típicos da emissão evaporativa de combustível, das configurações de veículos em produção, a serem determinadas pela SEMA e STI, bem como apresentar os critérios utilizados para obtenção e conclusão dos resultados. Os relatórios dos ensaios os devem ficar à disposição do IBAMA e da STI para consulta.

1.3. A partir de 1º de janeiro de 1989, os fabricantes de veículos automotores pesados, equipados com motor do ciclo Otto, devem declarar ao IBAMA e à STI, até o último dia útil do semestre civil, os valores típicos de emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e aldeído no gás de escapamento das configurações em produção, a serem determinadas pelo IBAMA e STI, bem como apresentar os critérios utilizados para obtenção e conclusão dos resultados. Os relatórios dos ensaios realizados devem ficar à disposição do IBAMA e da STI para consulta.

1.4. A partir de 1º de janeiro de 1987, os fabricantes de veículos automotores devem fornecer ao consumidor, através do Manual do Proprietário do veículo, bem como à Rede de Serviço Autorizado, através do Manual de Serviço, as seguintes especificações:

- Emissão de monóxido de carbono em marcha lenta, expressa em porcentagem;
- velocidade angular do motor em marcha lenta, expressa em rotações por minuto;
- ângulo de avanço inicial da ignição, expresso em graus;

- a influência da altitude e da temperatura ambiente nos parâmetros especificados, quando isto for relevante;
- outras especificações que o fabricante julgar necessário, divulgar, para indicar a manutenção correta e o atendimento ao controle de emissão.

2. Veículos equipados com motores do ciclo Diesel

2.1. A partir da data da publicação desta Resolução, os fabricantes de motores e/ou veículos automotores do ciclo Diesel devem declarar o IBAMA e à STI, até o último dia do semestre civil, os valores típicos de emissão de fuligem das configurações de motor em produção. Os relatórios de ensaios realizados devem ficar à disposição do IBAMA e da STI para consulta.

2.2. A partir de 1º de janeiro de 1987, os fabricantes de veículos automotores devem fornecer ao consumidor e à Rede de Serviços Autorizados, através dos Manuais do Proprietário do Veículo e de Manutenção e Serviços, os valores máximos especificados da emissão de fuligem nas famas de velocidades angular de utilização do motor, indicando, ainda, a curva ou tabela de correção da emissão, para altitudes de zero a 1000 metros, em intervalo máximos de 200 metros.

A emissão de fuligem deverá ser expressa simultaneamente nas seguintes unidades:

- grau de enegrecimento do elemento filtrante;
- opacidade.

2.3. A partir de 1º de janeiro de 1988, os fabricantes de veículos automotores equipados com motor de ciclo Diesel deve declarar ao IBAMA e à STI, até o último dia útil do semestre civil, os valores típicos de emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e aldeídos no gás de escapamento das configurações em produção, a serem determinadas pelo IBAMA e STI, bem como apresentar os critérios utilizados para obtenção e conclusão dos resultados. Os relatórios dos ensaios realizados devem ficar à disposição do IBAMA e da STI para consulta.

3. Todos os motores e veículos automotores

3.1. A partir de 1º de janeiro de 1988, a autorização para a fabricação e comercialização em território nacional, de qualquer modelo e/ou configuração de veículo ou motor ou, ainda, de qualquer extensão destes, somente será concedida pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial -- CDI, após a obtenção da LICENÇA PARA USO DA CONFIGURAÇÃO DO VEÍCULO OU MOTOR - LCVM, expedida pela SEMA, de acordo com os termos, prazos e limites desta Resolução.

3.2 - A emissão da LCVM será feita, em 15 dias úteis, pelo IBAMA, após o recebimento do CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DA CONFIGURAÇÃO DO VEÍCULO OU MOTOR - CAC, expedido pela STI, com exceção dos casos previstos em 1.9. e 4.5. do Cap. VI, onde o CAC pode ser dispensado.

3.3. Para a obtenção do CAC, o fabricante deverá enviar à STI, em três vias, os documentos necessários para a certificação de conformidade, de acordo com procedimento a ser estabelecido pelo CONMETRO, sendo que uma das vias será enviada à SEMA.

3.4 Não poderão ser comercializados em território nacional as configurações de veículo e/ou motor ou suas extensões que não receberem ou que tiverem cancelada a LCVM.

3.5. Para a realização de testes em frota experimental de veículos motivos por combustível alternativo aos usuais (gasolina álcool etílico anidro, álcool etílico hidratado e óleo diesel), é obrigatória a apresentação ao IBAMA de uma análise teórica e/ou prática da emissão de poluentes, bem como uma cópia das análises física e química do combustível.

No caso destes testes serem feitos em regiões onde haja exposição da população, será necessário obter uma autorização especial do IBAMA.

3.6. É obrigatória a Certificação de Conformidade da Produção com os limites máximos estabelecidos nesta Resolução, de acordo com os procedimentos a serem estabelecidos pelo CONMETRO.

3.7. Se, através de ensaios, o IBAMA determinar que um número significativo de veículos e/ou motores em uso, adequadamente mantidos, não está atendendo aos limites de emissão desta Resolução, o IBAMA deverá notificar o fabricante e a STI/ INAMETRO para proceder a uma verificação extraordinária de conformidade da produção, cujos resultados determinarão a adoção de medidas dela decorrentes. Todos os custos dessa ação correrão por conta do fabricante.

3.8. A partir das datas de implantação das exigências contidas nesta Resolução, os fabricantes de veículos automotores devem declarar ao IBAMA e à STI, até o último dia útil de cada semestre civil, os valores da média e do desvio padrão das emissões referentes aos respectivos limites exigidos para todas as configurações de veículos em produção. Tais valores devem representar os resultados de CONTROLE DE QUALIDADE do fabricante, sendo que os relatórios dos ensaios devem ficar à disposição do IBAMA e da STI para consulta.

Este item substitui e cancela parcial ou integralmente o disposto nos itens 1,1., 1.2., 1.3., 2.1., e 2.3. do capítulo VIII, na medida que os respectivos limites de emissão estiverem fixados e vigentes.

3.9. A partir de 1º de janeiro de 1988, todo fabricante de veículo deverá divulgar, com destaque, nos Manuais de Serviço e do Proprietário do Veículo, informações sobre a importância da correta Manutenção do veículo para a redução da poluição do ar.

Além disso, a observância dessa manutenção deve estar recomendada em adesivos fixados em todos os veículos nacionais, em lugar(es) protegido(s) e visível(eis).

3.10 - A partir de 1º de outubro de 1987, todo e qualquer material de propaganda relativo a um modelo de veículo já em conformidade com os limites máximos de emissão, veiculado em imprensa especializada ou não, deverá informar, de maneira clara e objetiva, a sua conformidade com o PROCONVE.

3.11. As administrações Estaduais e Municipais poderão colocar em prática programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso, adotando os limites de emissão específicos já estabelecidos em legislação existente ou que venha a ser definidos pelo CONAMA.

Não são aplicáveis os limites máximos de emissão estabelecidos nesta Resolução aos veículos que ultrapassarem o período ou quilometragem de garantia de emissão do fabricante.

3.12. Se um programa de Inspeção/Manutenção estiver recomendado para veículos em uso e se uma reprovação ocorrer, principalmente em razão de defeito de projeto ou de manufatura do veículo ou do motor, ao invés de ser por razões de uso ou manutenção inadequados feitos pelo usuário, o fabricante do veículo será o responsável pelos reparos necessários e deverá arcar com todos os custos decorrentes dessa ação.

3.13. Para o atendimento dos níveis estabelecidos no capítulo VI item 1.5., o Conselho Nacional do Petróleo deverá especificar e fiscalizar a isenção total de chumbo tetraetila na mistura álcool - gasolina, mantido o mínimo de 80 octanas pelo Método Motor. Também deverá ser fiscalizada a isenção total de chumbo no álcool carburante, visto certas operações de transportes permitirem tal tipo de contaminação.

Para o óleo Diesel, o CNP deverá definir, até 31 de dezembro de 1987, um programa para reduzir o teor de enxofre total (% por peso) do valor atual de 1,3 máximo para 0,7 máximo.

O IBAMA deverá ser consultado com relação à definição de especificações para a comercialização de novos combustíveis, tendo em vista os possíveis impactos ambientais.

3.14. Às infrações à presente Resolução, serão aplicadas as penalidades previstos na Lei no 6.938 de 31/8/81, Decreto nº 88.351 de 1/6/83 e Legislações Estaduais e Municipais de Controle da Poluição Ambiental.

3.15. Os fabricantes deverão enviar mensalmente ao IBAMA, a partir da data de início de comercialização dos modelos e/ou configurações de veículos ou motor, os dados de venda destes produtos,

3.16. O total de veículos leves comercializados em 1989, atendendo aos itens 1.1. e 1.2.1. do capítulo VI, devem atingir um mínimo de 50% (cinquenta por cento) da comercialização. Se este percentual de vendas não for atingido em razão exclusiva de determinações governamentais, o mesmo poderá ser redefinido pela CAP.

3.17. O fabricante deve permitir a entrada do agente credenciado pelo IBAMA em suas instalações, sempre que esta considere necessário para o cumprimento do disposto nesta Resolução. Não o fazendo, estará sujeito às penalidades da legislação em vigor.

3.18. A partir de 1º de janeiro de 1988, o parafuso de regulagem da mistura do ar-combustível em marcha lenta e outros itens reguláveis de calibração do motor, que possam afetar significativamente a emissão, devem ser lacrados pelo fabricante ou possuir limitadores invioláveis para a faixa permissível de regulagem, sendo que o veículo deve obedecer aos limites de emissão previstos nesta Regulamentação, em qualquer ponto destas faixas permissíveis, bem como dos seus controle manuais (acelerador, ponto de ignição, afogador, etc.).

3.19. Por ocasião da solicitação do CAC ou da LCVM, o fabricante do veículo e/ou motor deverá apresentar à STI ou ao IBAMA, respectivamente, uma relação das peças, conjuntos e acessórios que exerçam influência significativa nas emissões do veículo. Tais peças, conjuntos e acessórios só poderão ser homologados pelo órgão competente e comercializados para reposição e manutenção em território nacional, se obedecerem as mesmas especificações do fabricante do veículo e/ou motor a que se destinam e tiverem a sua aprovação de controle de qualidade. No caso das peças, conjuntos e quaisquer acessórios que forem comercializados sem a aprovação do fabricante do veículo ou motor a que se destinaram, será necessário obter o CERTIFICADO DE CONFORMIDADE PARA EMISSÃO, conferido pelo órgão competente, conforme os procedimentos a serem estabelecidos pelo CONMETRO.

3.20. Os dados, documentos e informações, considerados como confidenciais pelo fabricante, com acesso do IBAMA e da STI, deverão ser utilizados estritamente para o atendimento às exigências do PROCONVE, não podendo vir ao conhecimento público ou de outras indústrias, sem a expressa autorização do fabricante.

Resultados de ensaios de veículos ou motores em produção, não são considerados confidenciais e, desde que estatisticamente significantes, podem ser utilizados na elaboração de informações e serem divulgadas.

IX - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ANEXO B**RESOLUÇÃO Nº 315, DE 29 DE OUTUBRO DE 2002**

Dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle de Emissões Veiculares-PROCONVE.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso de suas competências atribuídas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994; e

Considerando que a emissão de poluentes por veículos automotores contribui significativamente para a deterioração da qualidade ambiental, especialmente nos centros urbanos;

Considerando que os veículos automotores do ciclo Otto são fontes relevantes de emissão evaporativa de combustível;

Considerando que a utilização de tecnologias automotivas adequadas, de eficácia comprovada, permite atender as necessidades de controle da poluição, economia de combustível e competitividade de mercado;

Considerando a necessidade e os prazos para promover a qualidade dos combustíveis automotivos nacionais para viabilizar a introdução de modernas tecnologias de alimentação de combustíveis e de controle de poluição;

Considerando as necessidades de prazo para a adequação tecnológica de motores veiculares e de veículos automotores às novas exigências de controle da poluição; e

Considerando a necessidade de estabelecer novos padrões de emissão para os motores veiculares e veículos automotores nacionais e importados, leves e pesados, visando manter a redução da poluição do ar nos centros urbanos do país e a economia de combustível, resolve que:

Art. 1º Ficam instituídas novas etapas para o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, em caráter nacional, para serem atendidas nas homologações dos veículos automotores novos, nacionais e importados, leves e pesados, destinados exclusivamente ao mercado interno brasileiro, com os seguintes objetivos:
I - reduzir os níveis de emissão de poluentes pelo escapamento e por evaporação, visando o atendimento aos padrões nacionais de qualidade ambiental vigentes;
II - promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia de projeto e fabricação, como também em métodos e equipamentos para o controle de emissão de poluentes; e

III - promover a adequação dos combustíveis automotivos comercializados, para que resultem em produtos menos agressivos ao meio ambiente e à saúde pública, e que permitam a adoção de tecnologias automotivas necessárias ao atendimento do exigido por esta Resolução.

Art. 2º Fica estabelecido, a partir de cento e oitenta dias da data de publicação desta Resolução, para as novas homologações, o limite de dois gramas de hidrocarbonetos totais por ensaio para a emissão evaporativa de todos os veículos automotores leves que utilizam motores do ciclo Otto, exceto os que utilizam unicamente o gás natural (PROCONVE L-4).

Art. 3º Ficam estabelecidos, a partir de 01 de janeiro de 2007, os seguintes limites máximos de emissão de poluentes provenientes do escapamento dos veículos leves de passageiros (PROCONVE L-4):

- a) monóxido de carbono (CO): 2,0 g/km;
 - b) hidrocarbonetos totais (THC), somente para veículos a gás natural: 0,30 g/km;
 - c) hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,16 g/km;
 - d) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores do ciclo Otto: 0,25 g/km;
 - e) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores do ciclo Diesel: 0,60 g/km;
 - f) aldeídos (HCO), somente para motores do ciclo Otto (exceto gás natural): 0,03 g/km;
 - g) material particulado (MP), somente para motores ciclo Diesel: 0,05 g/km;
 - h) teor de monóxido de carbono em marcha lenta, somente para motores do ciclo Otto: 0,50% vol.
- Art. 4º Ficam estabelecidos, a partir de 1º de janeiro de 2009, os seguintes limites máximos de emissão de poluentes provenientes do escapamento dos veículos leves de passageiros (PROCONVE L-5):

- a) monóxido de carbono (CO): 2,0 g/km;
- b) hidrocarbonetos totais (THC), somente para veículos a gás natural: 0,30 g/km;
- c) hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,05 g/km;
- d) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores do ciclo Otto: 0,12 g/km;
- e) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores do ciclo Diesel: 0,25 g/km;
- f) aldeídos (HCO), somente para motores ciclo Otto (exceto gás natural): 0,02 g/km;
- g) material particulado (MP), somente para motores ciclo Diesel: 0,05 g /km;
- h) teor de monóxido de carbono em marcha lenta, somente para motores do ciclo Otto: 0,50% vol.

Art. 5º Ficam estabelecidos, a partir de 1º de janeiro de 2007, os seguintes limites máximos de emissão de poluentes do ar para veículos leves comerciais, com massa do veículo para ensaio menor ou igual a hum mil e setecentos kg (PROCONVE L-4):

- a) monóxido de carbono (CO): 2,0 g/km;
 - b) hidrocarbonetos totais (THC), somente para veículos a gás natural: 0,30 g/km;
 - c) hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,16 g/km;
 - d) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Otto: 0,25 g/km;
 - e) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Diesel: 0,60 g/km;
 - f) aldeídos (HCO), somente para motores ciclo Otto (exceto gás natural): 0,03 g/km;
 - g) material particulado (MP), somente para motores ciclo Diesel: 0,08 g /km;
 - h) teor de monóxido de carbono em marcha lenta, somente para motores do ciclo Otto: 0,50% vol.
- Art. 6º Ficam estabelecidos, a partir de 1º de janeiro de 2009, os seguintes limites máximos de emissão de poluentes provenientes do escapamento dos veículos leves comerciais, com massa do veículo para ensaio menor ou igual a hum mil e setecentos kg (PROCONVE L-5):

- a) monóxido de carbono (CO): 2,0 g/km;
- b) hidrocarbonetos totais (THC), somente para veículos a gás natural: 0,30 g/km;
- c) hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,05 g/km;
- d) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Otto: 0,12 g/km;
- e) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Diesel: 0,25 g/km;
- f) aldeídos (HCO), somente para motores ciclo Otto (exceto gás natural): 0,02 g/km;
- g) material particulado (MP), somente para motores ciclo Diesel: 0,05 g /km;
- h) teor de monóxido de carbono em marcha lenta, somente p/ motores do ciclo Otto: 0,50% vol.

Art. 7º Ficam estabelecidos, a partir de 1º de janeiro de 2007, os seguintes limites máximos de emissão de poluentes provenientes do escapamento dos veículos leves comerciais, com massa do veículo para ensaio maior que hum mil e setecentos kg (PROCONVE L-4):

- a) monóxido de carbono (CO): 2,7 g/km;
- b) hidrocarbonetos totais (THC), somente para veículos a gás natural: 0,50 g/km;
- c) hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,20 g/km;
- d) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Otto: 0,43 g/km;
- e) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Diesel: 1,00 g/km;
- f) aldeídos (HCO), somente para motores ciclo Otto (exceto gás natural): 0,06 g/km;
- g) material particulado (MP), somente para motores ciclo Diesel: 0,10 g/km;

h) teor de monóxido de carbono em marcha lenta, somente para motores do ciclo Otto: 0,50 % vol.

Art. 8º Ficam estabelecidos, a partir de 1º de janeiro de 2009, os seguintes limites máximos de emissão de poluentes provenientes do escapamento dos veículos leves comerciais, com massa do veículo para ensaio maior que um mil e setecentos kg (PROCONVE L-5):

- a) monóxido de carbono (CO): 2,7 g/km;
- b) hidrocarbonetos totais (THC), somente para veículos a gás natural: 0,50 g/km;
- c) hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,06 g/km;
- d) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Otto: 0,25 g/km;
- e) óxidos de nitrogênio (NOx) para motores ciclo Diesel: 0,43 g/km;
- f) aldeídos (HCO), somente para motores ciclo Otto (exceto gás natural): 0,04 g/km;
- g) material particulado (MP), somente para motores ciclo Diesel: 0,06 g /km;
- h) teor de monóxido de carbono em marcha lenta, somente para motores do ciclo Otto: 0,50% vol.

Art. 9º Os veículos automotores pesados, com motor do ciclo Otto, com massa total máxima autorizada entre três mil, oitocentos e cinquenta e seis quilogramas e quatro mil, quinhentos e trinta e seis quilogramas, poderão ser testados, alternativamente, como veículo leve comercial com massa de referência para ensaio maior que um mil e setecentos quilogramas, aplicando-se o disposto nos arts. 7º e 8º desta Resolução.

Parágrafo único. Para os casos tratados no caput deste artigo, a massa do veículo para ensaio será a média aritmética entre a massa do veículo em ordem de marcha e a massa total máxima autorizada.

Art. 10. Fica estabelecido o porte de dispositivos/sistemas para auto diagnose (OBD), das funções de gerenciamento do motor que exerçam influência sobre as emissões de poluentes do ar, para todos os veículos leves de passageiros e veículos leves comerciais.

Parágrafo único. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA deverá propor ao Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA especificação de datas de implantação, as características tecnológicas e o alcance desejado para dispositivos e sistemas citados no caput deste artigo.

Art. 11. Os fabricantes ou importadores de veículos automotores leves de passageiros e leves comerciais deverão aplicar os fatores de deterioração, por oitenta mil quilômetros ou cinco anos de uso, conforme estabelecido nesta Resolução, na Resolução CONAMA nº 14, de 13 de dezembro de 1995, e normas complementares, de modo a comprovar o respectivo atendimento aos limites máximos de emissão de poluentes, estabelecidos nos arts. 2º ao 8º desta Resolução.

Art. 12. Os fabricantes ou importadores, deverão atender aos limites máximos de emissão de poluentes do ar estabelecidos nos arts. 3º, 5º e 7º, bem como à aplicação do fator de deterioração determinado pelo art. 11, todos desta Resolução, conforme cronograma de fases definidos nos §§ 1º, 2º e 3º, a seguir:

§ 1º No mínimo, quarenta por cento do total anual de veículos automotores leves de passageiros somados aos veículos leves comerciais, produzidos a partir de dois anos antes das datas estabelecidas nos referidos artigos;

§ 2º No mínimo, setenta por cento do total anual de veículos automotores leves de passageiros somados aos veículos leves comerciais, produzidos a partir de um ano antes das datas estabelecidas nos referidos artigos;

§ 3º Cem por cento do total anual de veículos automotores leves de passageiros somados aos veículos leves comerciais, produzidos a partir das datas estabelecidas nos referidos artigos.

Art. 13. O IBAMA poderá propor ao CONAMA a alteração do limite de NMHC igual a 0,05 g/km para os veículos leves movidos a etanol, gasolina adicionada com etanol ou gás natural, desde que seja comprovada a impossibilidade técnica para o seu atendimento.

Art. 14. As novas configurações de veículos leves produzidas e lançadas a partir 1º de janeiro de 2006, deverão atender, com cem por cento da produção, os limites constantes nos arts. 3º, 5º e 7º, bem como à aplicação do fator de deterioração determinado pelo art. 11 desta Resolução.

Art. 15. Ficam estabelecidos os limites máximos de emissão de poluentes e respectivas datas de implantação, conforme Tabela 1 e Tabela 2, a seguir, para os motores destinados a veículos automotores pesados, nacionais e importados, segundo os ciclos padrão de ensaio ESC, ELR e ETC, definidos no Anexo I da presente Resolução.

§ 1º Os motores e veículos para aplicações especiais que não possam ser utilizados para o transporte urbano e rodoviário poderão ser dispensados parcial ou totalmente das exigências desta Resolução, mediante decisão motivada do IBAMA.

§ 2º Não são abrangidos por esta Resolução os motores marítimos, ferroviários e industriais, bem como aqueles destinados a máquinas de terraplenagem e agrícolas, definidas conforme as Normas Brasileiras NBR 6142 e TB - 66, respectivamente.

§ 3º Os motores convencionais do ciclo Diesel e aqueles munidos de equipamentos de injeção eletrônica de combustível, recirculação de gases de escapamento (EGR) e/ou catalisadores de oxidação deverão atender aos limites de emissão expressos na Linha 1, da Tabela 1, sendo ensaiados segundo os ciclos ESC e ELR, e para o atendimento aos limites da Linha 2 da Tabela 1 o motor deverá atender, adicionalmente, aos limites da Linha 2, da Tabela 2, segundo o ciclo ETC.

§ 4º Os motores do ciclo Diesel equipados com sistemas de pós-tratamento dos gases de escapamento, como catalisadores de NOx e/ou filtros de partículas, além de atender aos limites expressos na Linha 1, da Tabela 1, deverão atender adicionalmente aos limites de emissões estabelecidos para o ciclo de ensaio ETC, de acordo com a Linha 1, da Tabela 2.

§ 5º Os motores a gás natural deverão atender aos limites de emissão estabelecidos na Tabela 2, segundo o ciclo de ensaio ETC.

§ 6º O IBAMA deverá confirmar os limites de emissão para os motores a gás natural, estabelecidos no § 5º deste artigo.

§ 7º Até 31 de dezembro de 2004, os motores a gás natural poderão ser dispensados parcialmente das exigências desta Resolução, mediante decisão motivada do IBAMA.

§ 8º Para os ônibus urbanos a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na Linha 1, da Tabela 1, será 1º de janeiro de 2004, observado o § 4º deste artigo.

§ 9º Para os micro-ônibus a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na Linha 1, da Tabela 1, será 1º de janeiro de 2005, observado o § 4º deste artigo.

§ 10. Para os veículos pesados, exceto ônibus urbano e micro-ônibus, para quarenta por cento da produção anual, por fabricante ou importador, a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na Linha 1, da Tabela 1, será 1º de janeiro de 2005, observado o § 4º deste artigo.

§ 11. Alternativamente ao disposto no § 8º deste artigo, o fabricante ou importador poderá atender os limites de emissão com um mínimo de sessenta por cento da produção anual de ônibus urbano, a ser

complementado obrigatoriamente até 1º de janeiro de 2005, e, neste caso, ficará obrigado ao atendimento do estabelecido no § 10 com o mínimo de sessenta por cento da produção anual dos demais veículos pesados.

§ 12. Para os veículos pesados, para cem por cento da produção anual, por fabricante ou importador, a data de implantação dos limites de emissão estabelecidos na Linha 2, das Tabelas 1 e 2, será 1º de janeiro de 2009.

Tabela 1: Valores limites - ensaios ESC e ELR

Data de Atendimento	Monóxido de Carbono CO - (g/kWh)	Hidrocarbonetos Totais THC - (g/kWh)	Óxidos de Nitrogênio NOx - (g/kWh)	Material Particulado MP - (g/kWh)	Opacidade (ELR) m ⁻¹
Linha 1- A partir de 01/jan/2006 (PROCONVE P-5)	2,1	0,66	5,0	0,10 ou 0,13 ⁽¹⁾	0,8
Linha 2 - A partir de 01/jan/2009 (PROCONVE P-6)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5

(1) Para motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e rotação à potência nominal superior a 3000 min⁻¹.

Tabela 2: Valores limites - ensaios ETC (1)

Data de Atendimento	Monóxido de Carbono CO - (g/kWh)	Hidrocarbonetos não metano NMHC - (g/kWh)	Metano CH ₄ ⁽²⁾ - (g/kWh)	Óxidos de Nitrogênio NOx - (g/kWh)	Material Particulado MP ⁽³⁾ - (g/kWh)
Linha 1-A partir de 01/jan/2006 (PROCONVE P-5)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 ou 0,21 ⁽⁴⁾
Linha 2 - A partir de 01/jan/2009 (PROCONVE P-6)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03

(1) Para motores a gás natural, as condições de ensaio, segundo o ciclo ETC, e os valores limites estabelecidos deverão ser confirmados pelo IBAMA até 31 de dezembro de 2004;

(2) Apenas para motores a gás natural;

(3) Não é aplicável a motores alimentados a gás natural;

(4) Para motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e rotação à potência nominal superior a 3000 min⁻¹.

Art. 16. Para efeitos de homologação, na comprovação de atendimento aos limites de emissão de escapamento dos motores do ciclo Diesel dos veículos pesados, não serão aplicados os Fatores de Deterioração da Emissão, contudo, o fabricante se obriga a manter as respectivas emissões dentro dos limites do PROCONVE por cento e sessenta mil quilômetros rodados do veículo ou o prazo de cinco anos, o que se suceder primeiro.

Art. 17. O Ministério do Meio Ambiente deverá apresentar ao CONAMA estudos e propostas para se instituir incentivos aos fabricantes e importadores de veículos automotores e de combustíveis automotivos, por meio da redução de tributos incidentes, para que antecipem voluntariamente as datas estabelecidas de comercialização no mercado nacional de produtos que atendam aos limites prescritos por esta Resolução, exceto para os que atendam aos percentuais obrigatórios estabelecidos nos arts. 12, 14 e 15 desta Resolução.

Art. 18. Os combustíveis necessários para atendimento ao disposto nesta Resolução deverão estar disponíveis conforme estabelecido no art. 7º, da Lei nº 8.723, de 29 de outubro de 1993.

§ 1º Para fins de desenvolvimento de produtos, testes de certificação e homologação, os combustíveis de referência deverão estar disponíveis, conforme a Lei citada no caput deste artigo.

§ 2º Os combustíveis comerciais deverão possuir características adequadas e compatíveis com as tecnologias a serem adotadas e estarem disponíveis nas datas previstas nesta Resolução.

Art. 19. Para a medição da emissão de poluentes provenientes do escapamento dos veículos automotores leves de passageiros e leves comerciais, os quais são ensaiados segundo o procedimento da Norma Brasileira NBR 6601, permanecem os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 18, de 6 de maio de 1986.

§ 1º Os veículos automotores leves do ciclo Diesel deverão ser ensaiados conforme a metodologia citada no Código de Regulações Federal (Code of Federal Regulations) dos Estados Unidos da América, volume 40, parte 86, até publicação de norma brasileira equivalente.

§ 2º A medição de metano no gás de escapamento de veículos automotores leves, deverá ser feita conforme a metodologia citada no Código de Regulações Federal (Code of Federal Regulations) dos Estados Unidos da América, volume 40, parte 86, até publicação de norma brasileira equivalente.

Art. 20. O ensaio e a medição de aldeídos no gás de escapamento de veículos automotores leves de passageiros e leves comerciais do ciclo Otto deverão ser efetuados conforme as prescrições da Norma Brasileira NBR 12026.

Art. 21. O ensaio e a medição da emissão evaporativa dos veículos automotores leves de passageiro e leves comerciais do ciclo Otto deverão ser efetuados conforme as prescrições da Norma Brasileira NBR 11481.

Art. 22. Os ensaios de medição de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e material particulado no gás de escapamento de motores destinados a veículos automotores pesados do ciclo Diesel deverão ser efetuados, conforme os métodos e procedimentos estabelecidos para os ciclos ESC, ELR e ETC da Diretiva 1999/96 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de dezembro de 1999, suas sucedâneas e complementos, até a publicação de Norma Brasileira equivalente.

Art. 23. Os veículos leves comerciais do ciclo diesel com massa total máxima autorizada maior que dois mil kg, podem atender, opcionalmente, às exigências estabelecidas para veículos pesados, desde que as características do motor permitam o ensaio, devendo ser atendidos os requisitos de complementação da documentação a serem estabelecidos por Instrução Normativa do IBAMA.

Art. 24. O IBAMA deverá coordenar os estudos e trabalhos relativos a qualquer revisão necessária aos limites máximos de emissão e prazos previstos nesta Resolução, convocando, a qualquer tempo, os órgãos afetos ao tema e deverá apresentar ao CONAMA o relatório final com a proposta para apreciação.

Art. 25. Os veículos para uso específico, uso militar, de competição e de lançamentos especiais, assim considerados mediante decisão motivada e exclusiva do IBAMA, podem ser dispensados das exigências desta Resolução.

Art. 26. Os veículos dotados de sistemas de propulsão alternativos ou que utilizem combustíveis não previstos nesta Resolução poderão ser dispensados parcialmente das exigências determinadas neste regulamento, mediante decisão motivada e exclusiva do IBAMA, por um período máximo de vinte e quatro meses.

Art. 27. Todos os combustíveis utilizados nos ensaios serão do tipo padrão para ensaio de emissão e deverão estar de acordo com as regulamentações da Agência Nacional do Petróleo, sendo que a mistura gasolina com álcool é preparada a partir dos respectivos combustíveis padrão de ensaio, contendo $22,0\% \pm 1,0\%$ em volume de álcool etílico anidro carburante.

Art. 28. O fabricante ou importador deverá permitir a entrada de agente credenciado pelo IBAMA em suas instalações, sempre que este considere necessário para o cumprimento do disposto nesta Resolução.

Parágrafo único. A negativa da permissão de acesso às suas instalações, sujeitará o fabricante ou importador às penalidades da legislação em vigor.

Art. 29. O art. 2º da Resolução CONAMA nº 14, de 13 de dezembro de 1995, passa a ser acrescido dos seguintes parágrafos:

"Art. 2º ...

§ 1º Para os veículos que não tenham os fatores determinados, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que sejam declarados num prazo máximo de trezentos e sessenta e cinco dias, fora o ano corrente, contados a partir da data de emissão do CAC/LCVM.

§ 2º Durante este período, serão aplicados os fatores estabelecidos no art. 4º, § 4º, desta, para a emissão do CAC/LCVM.

§ 3º Para os agrupamentos de motores que apresentarem um aumento na previsão do volume de vendas, no momento da revalidação do CAC/LCVM para o ano seguinte, superando o limite de quinze mil unidades por ano, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que estes sejam declarados num prazo máximo de trezentos e sessenta e cinco dias, fora o ano corrente, contado a partir da data de emissão da revalidação do CAC/LCVM."

Art. 30. O art. 4º da Resolução CONAMA nº 14, de 13 de dezembro de 1995, passa a ser acrescido do seguinte parágrafo:

"Art. 4º

§ 5º Os agrupamentos de motores que apresentarem um aumento na previsão do volume de vendas, no momento da revalidação da CAC/LCVM para o ano seguinte, superando o limite de quinze mil unidades por ano, deverão respeitar o prazo estabelecido no art.

2º da Resolução CONAMA nº 14, de 1995, para a obtenção dos fatores de deterioração conforme a norma NBR 14008."

Art. 31. O art. 7º da Resolução CONAMA nº 14, de 1995, passa a ser acrescido dos seguintes parágrafos:

"Art. 7º ...

§ 1º Para os veículos que não tenham os fatores determinados, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que estes sejam declarados num prazo máximo de trezentos e sessenta e cinco dias, fora o ano corrente, contado a partir da data de emissão do CAC/LCVM.

§ 2º Durante este período, serão aplicados os fatores estabelecidos no art. 4º, § 4º, desta Resolução, para a emissão do CAC/LCVM.

§ 3º Para os agrupamentos de motores que apresentarem um aumento na previsão do volume de vendas, no momento da revalidação do CAC/LCVM para o ano seguinte, superando o limite de quinze mil unidades por ano, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que estes sejam declarados num prazo máximo de trezentos e sessenta e cinco dias, fora o ano corrente, contado a partir da data de emissão da revalidação do CAC/LCVM."

Art. 32. O art. 9º da Resolução CONAMA nº 14, de 1995, passa a ser acrescido dos seguintes parágrafos:

"Art. 9º

§ 2º Para os veículos que não tenham os fatores determinados, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que estes sejam declarados, num prazo máximo

unidades por ano, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que estes sejam declarados num prazo máximo de trezentos e sessenta e cinco dias, fora o ano corrente, contado a partir da data de emissão da revalidação da LCVM."

Art. 33. Os fabricantes ou importadores de veículos automotores comerciais leves, equipados com motor do Ciclo Otto, que não tiverem obtido os fatores de deterioração conforme a Norma NBR 14008 deverão aplicar os fatores de deterioração do art. 4º, § 4º, da Resolução nº 14, de 1995 às emissões dos veículos, cujo agrupamento dos motores, classificados conforme esta mesma Norma, tenham previsão de vendas anuais menores do que quinze mil unidades.

Parágrafo único. Para os agrupamentos de motores que apresentarem um aumento na previsão do volume de vendas, no momento da revalidação do CAC/LCVM para o ano seguinte, superando o limite de quinze mil unidades por ano, admitir-se-á, em razão da duração dos ensaios para determinação dos fatores de deterioração, que estes sejam declarados num prazo máximo de trezentos e sessenta e cinco dias, fora o ano corrente, contado a partir da data de emissão da revalidação do CAC/LCVM.

Art. 34. O IBAMA, mediante decisão motivada e exclusiva, poderá conceder ao fabricante ou importador dispensa temporária de atendimento ao estabelecido nesta Resolução.

Art. 35. As definições necessárias ao cumprimento desta Resolução estão descritas no Anexo I.

Art. 36. O não cumprimento das disposições desta Resolução sujeitará os infratores as penalidades e sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, sem prejuízo das demais sanções previstas na legislação específica.

Art. 37. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 38. Fica revogado o item 1.9 do inciso VI, da Resolução CONAMA nº 18, de 6 de maio 1986.

Publicada DOU 20/11/2002

ANEXO C

RESOLUÇÃO ANP Nº 41, DE 24.11.2004 - DOU 9.12.2004 - RETIFICADA DOU 21.12.2004

O DIRETOR-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP, em exercício, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pela Portaria ANP nº 139, de 14 de julho de 2004, com base nas disposições da Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997 e na Resolução de Diretoria nº 499, de 18 de novembro de 2004 e

Considerando o interesse para o País em apresentar sucedâneos para o óleo diesel;

Considerando a Medida Provisória nº 214, de 13 de setembro de 2004, que define o biodiesel como um combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil;

Considerando as diretrizes emanadas pelo Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, quanto à produção e o uso do biodiesel no País;

Considerando que cabe à ANP regular e autorizar as atividades relacionadas com a produção de biodiesel; torna público o seguinte ato:

Das Disposições Gerais

Art. 1º. Fica instituída, pela presente Resolução, a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel.

Art. 2º. As empresas, cooperativas ou consórcios de empresas que atendam às disposições do artigo 5º da Lei nº 9.478, estarão habilitadas a solicitar autorização para o exercício da atividade de produção de biodiesel, conforme estabelecido no art. 1º desta Resolução.

Parágrafo único. Sem prejuízo de demais disposições legais, não poderá exercer a atividade de produção de biodiesel, empresas, cooperativas ou consórcios de empresas interessados cujo quadro de administradores, acionistas ou sócios participe pessoa física ou jurídica que:

I - esteja em mora de débito exigível perante a ANP decorrente do exercício de atividades regulamentadas por esta Agência, ou

II - nos 5 (cinco) anos anteriores ao requerimento, teve autorização para o exercício de atividade regulamentada pela ANP revogada em decorrência de penalidade aplicada em processo administrativo com decisão definitiva, nos moldes do art. 10, § 1º da Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999.

Art. 3º. Para os fins desta Resolução, ficam estabelecidas as seguintes definições:

I - biodiesel - B100: combustível conforme especificação da ANP;

II - planta produtora de biodiesel: instalação industrial que tem como objetivo principal a produção de biodiesel;

III - produtor de biodiesel: empresa, cooperativa ou consórcio de empresas autorizado pela ANP a exercer a atividade de produção de biodiesel para comercialização com terceiros ou para consumo próprio;

IV - consumidor final: pessoa jurídica que utiliza biodiesel para consumo próprio, na produção de bens ou prestação de serviços, e que não o comercializa com terceiros.

Da Autorização

Art. 4º. O pedido de Autorização a que se refere esta Portaria deverá ser acompanhado da seguinte documentação:

I - ficha cadastral preenchida conforme modelos apresentados no anexo A desta Resolução, com indicação de representante legal perante a ANP;

II - comprovante de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica - CNPJ referente à instalação em questão e à sua sede;

III - comprovante de inscrição no cadastro de contribuinte estadual ou municipal, se houver, relativo à instalação, pertinente ao seu ramo de atividade e compatível com o objeto contratual;

IV - certidão negativa da Receita Federal, Estadual, INSS e FGTS;

V - cópia autenticada da licença ambiental, emitida pelo órgão de meio ambiente competente;

VI - cópia autenticada do Alvará de Funcionamento emitido pela Prefeitura Municipal;

VII - Laudo de Vistoria do Corpo de Bombeiros;

VIII - relatório técnico, contendo informações sobre o processo e a capacidade de produção da planta produtora de biodiesel.

Parágrafo único. Ainda que o pedido de autorização tenha sido protocolado na ANP, o não encaminhamento de quaisquer documentos relacionados neste artigo acarretará a sua não admissão e conseqüente devolução da documentação apresentada com a informação ao requerente dos documentos faltantes.

Art. 5º. A ANP analisará o pedido de autorização, no prazo máximo de 45 (quarenta e cinco) dias, contados da data da abertura do processo.

§ 1º A ANP poderá solicitar aos requerentes, dados e informações complementares, caso em que, o prazo, indicado no “caput” do presente artigo, poderá ser estendido por igual período, contado da data de protocolo na ANP desses dados e informações.

§ 2º A ANP comunicará aos requerentes, o deferimento, indeferimento ou exigência de retificação do pedido de autorização, no prazo mencionado no “caput” do presente artigo.

§ 3º A ANP poderá vistoriar a planta produtora de biodiesel a qualquer momento, independente de solicitações do agente econômico ou comunicação prévia realizada pela própria ANP.

Das Obrigações

Art. 6º. As empresas que possuírem Autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel ficam obrigadas a informar à ANP eventuais alterações de seu endereço de contato (rua, bairro, cidade, estado, CEP).

Parágrafo único. Em caso de troca de correspondências onde o endereço do destinatário - requerente - for ignorado pela empresa de correios, ficará o processo de Autorização interrompido sem comunicação prévia da ANP.

Art. 7º. As alterações nos dados cadastrais da empresa autorizada na ANP, inclusive a entrada ou substituição de administradores ou sócios, devem ser informadas à ANP no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar da efetivação do ato, acompanhada da documentação relativa às alterações efetivadas.

Art. 8º. A empresa autorizada obrigase, em especial, a:

I - atender a Resolução ANP nº 3, de 10 de janeiro de 2003, ou legislação que venha substituí-la;

II - atender os requisitos de qualidade de produtos especificados nas Resoluções ANP;

III - comercializar produto acompanhado de Certificado de Qualidade de acordo com a especificação brasileira para biodiesel em laboratório próprio ou terceirizado.

Art. 9º. O produtor de biodiesel deverá enviar, mensalmente, à ANP informações sobre processamento, movimentação, comercialização, estoque, discriminação de recebimento e entrega de matérias-primas e sobre produção, movimentação, qualidade, estoque, discriminação de recebimento e entrega de produtos referentes à sua atividade, de acordo com a Resolução ANP nº 17, de 31 de agosto de 2004 ou legislação que venha a substituí-la.

§ 1º Caberá à ANP fornecer, mensalmente, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio de sistemática a ser acordada entre as partes, os dados referentes a:

- I - processamento da matéria-prima básica, destinada à produção de biodiesel;
- II - material graxo processado para a produção de biodiesel;
- III - produção bruta mensal de biodiesel;
- IV - importação/exportação de biodiesel;
- V - produção de derivados de biodiesel;
- VI - destino da produção; e
- VII - posição dos estoques.

Art. 10. A ANP poderá a qualquer tempo solicitar a implantação de mecanismos de controle de vazão e de fiscalização à distância, incluindo registros de vazão e de controle fiscal.

Parágrafo único. Os investimentos necessários para a implantação de que trata o “caput” desse artigo serão de responsabilidade do produtor de biodiesel.

Da Aquisição e Comercialização de Biodiesel

Art. 11. O produtor de biodiesel poderá adquirir biodiesel:

- I - de outro produtor de biodiesel autorizado pela ANP;
- II - de importador autorizado pela ANP; e
- III - diretamente no mercado externo, quando autorizado pela ANP ao exercício da atividade de importação de biodiesel.

Art. 12. O produtor de biodiesel poderá comercializar biodiesel com:

- I - exportador autorizado pela ANP;
- II - diretamente no mercado externo, quando autorizado pela ANP ao exercício da atividade de exportação de biodiesel;
- III - refinaria autorizada pela ANP;
- IV - distribuidor de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível, biodiesel, mistura óleo diesel/biodiesel especificada ou autorizada pela ANP e outros combustíveis automotivos;
- V - consumidor final de acordo com a Portaria ANP nº 240, de 25 de agosto de 2003, ou legislação que venha a substituí-la.

Das Disposições Transitórias

Art. 13. Fica concedido ao produtor de biodiesel já em operação na data de publicação desta Resolução, o prazo de 90 (noventa) dias para proceder à regularização de sua atividade perante a ANP.

Das Disposições Finais

Art. 14. Sem prejuízo da aplicação das penalidades previstas na legislação pertinente, as autorizações de que trata esta Resolução serão canceladas nos seguintes casos:

- I - liquidação ou falência decretada;
- II - extinção, judicial ou extrajudicial, da empresa ou do consórcio de empresas;
- III - requerimento da empresa ou do consórcio de empresas autorizado; ou
- IV - a qualquer tempo, quando comprovado, mediante regular processo administrativo, o descumprimento, pelo agente autorizado, das condições exigidas por esta Resolução.

Art. 15. O descumprimento às disposições desta Resolução sujeita o infrator às penalidades previstas na Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, e no Decreto nº 2.953, de 28 de janeiro de 1999.

Art. 16. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

ANEXO D**RESOLUÇÃO ANP Nº 42, DE 24.11.2004 - DOU 9.12.2004**

O DIRETOR-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP, em exercício, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pela Portaria ANP nº 139, de 14 de julho de 2004, com base nas disposições da Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997 e na Resolução de Diretoria nº 499, de 18 de novembro de 2004 e

Considerando o interesse para o País em apresentar suce-dâneos para o óleo diesel;

Considerando a Medida Provisória nº 214, de 13 de se-tembro de 2004, que define o biodiesel como um combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil;

Considerando as diretrizes emanadas pelo Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, quanto à produção e ao percentual de biodiesel na mistura óleo diesel/biodiesel a ser comercializado;

Considerando a necessidade de estabelecer as normas e es-pecificações do novo combustível para proteger os consumidores; resolve:

Art. 1º. Fica estabelecida, através da presente Resolução, a especificação de biodiesel, consoante as disposições contidas no Re-gulamento Técnico nº 4/2004, parte integrante desta Resolução que poderá ser adicionado ao óleo diesel em proporção de 2% em volume, comercializado pelos diversos agentes econômicos autorizados em todo o território nacional.

Art. 2º. Para efeitos desta Resolução define-se:

I - biodiesel - B100 - combustível composto de alquil-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais conforme a especificação contida no Regulamento Técnico nº 4/2004, parte integrante desta Resolução;

II - mistura óleo diesel/biodiesel - B2 - combustível co-mercial composto de 98% em volume de óleo diesel, conforme es-pecificação da ANP, e 2% em volume de biodiesel, que deverá aten-der à especificação prevista pela Portaria ANP nº 310 de 27 de dezembro de 2001 e suas alterações;

III - mistura autorizada óleo diesel/biodiesel - combustível composto de biodiesel e óleo diesel em proporção definida quando da autorização concedida para testes e uso experimental conforme previsto pela Portaria ANP nº 240, de 25 de agosto de 2003;

IV - Distribuidor de combustíveis líquidos - pessoa jurídica autorizada pela ANP para o exercício da atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível, biodiesel, mistura óleo diesel/biodiesel especificada ou autorizada pela ANP e outros combustíveis automotivos;

V - Batelada - quantidade segregada de produto que possa ser caracterizada por um "Certificado da Qualidade".

Art. 3º. O biodiesel só poderá ser comercializado pelos Pro-dutores de biodiesel, Importadores e Exportadores de biodiesel, Dis-tribuidores de combustíveis líquidos e Refinarias.

Parágrafo único. Somente os Distribuidores de combustíveis líquidos e as Refinarias, autorizados pela ANP poderão proceder a mistura óleo diesel/biodiesel - B2, contendo 98% em volume de óleo diesel, conforme a especificação da ANP, e 2% em volume de bio-diesel, respectivamente, para efetivar sua comercialização.

Art. 4º. Os Produtores e Importadores de biodiesel deverão man-ter sob sua guarda, pelo prazo mínimo de 02 (dois) meses a contar da data da comercialização do produto, uma amostra-testemunha do produto co-mercializado, armazenado em embalagem cor âmbar de 1 (um) litro de capacidade,

fechada com batoque e tampa inviolável, mantida em local refrigerado em torno de 4 C em local protegido de luminosidade e acom-panhada de Certificado da Qualidade.

§ 1º O Certificado da Qualidade referente à batelada do produto deverá ser emitido antes da liberação do produto para co-mercialização, firmado pelo responsável técnico pelas análises laboratoriais efetivadas, com indicação legível de seu nome e número da inscrição no órgão de classe e indicação das matérias-primas utilizadas para obtenção do biodiesel. Após a emissão do Certificado da Qualidade, se o produto não for comercializado no prazo máximo 3 meses, deverá ser reanalisada a estabilidade à oxidação para co-mercialização.

§ 2º Durante o prazo assinalado no caput deste artigo a amostra-testemunha e o respectivo Certificado da Qualidade deverão ficar à disposição da ANP para qualquer verificação julgada necessária.

§ 3º Os Produtores de biodiesel deverão enviar à ANP para o e-mail: cerbiodiesel@anp.gov.br até 15 dias após o final de cada trimestre civil os resultados de uma análise completa (considerando todas as características e métodos da especificação) de uma amostra do biodiesel comercializado no trimestre correspondente e, em caso de neste período haver mudança de tipo de matéria-prima, o produtor deverá analisar um número de amostras correspondente ao número de tipos de matérias-primas utilizadas no formato de planilha eletrônica, devendo conter:

- I - codificação ANP do produtor de biodiesel;
- II - trimestre e ano de referência dos dados certificados;
- III - codificação ANP da matéria-prima;
- III - quadro de resultados em conformidade com o modelo abaixo:

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADO
----------------	---------	------------------	-----------

onde:

Característica - item da especificação do produto

Método de ensaio - referência do método de ensaio utilizado para determinação laboratorial 2.1.

Métodos ABNT Resultado - valor encontrado na determinação laboratorial

Art. 5º. Os Produtores de biodiesel deverão enviar os dados de qualidade do produto comercializado à ANP conforme Resolução ANP nº 17, de 01 de setembro de 2004 ou legislação que venha substituí-la.

Art. 6º. A documentação fiscal referente às operações de comercialização e de transferência de biodiesel realizadas pelos Pro-dutores e Importadores de biodiesel deverá ser acompanhada de cópia legível do respectivo Certificado da Qualidade, atestando que o pro-duto comercializado atende à especificação estabelecida no Regulamento Técnico. No caso de cópia emitida eletronicamente, deverá estar indicado, na cópia, o nome e o número da inscrição no órgão de classe do responsável técnico pelas análises laboratoriais efetivadas.

Art. 7º. Para o uso automotivo só poderá ser comercializada mistura óleo diesel/biodiesel - B2, observado o estabelecido na Portaria ANP nº 310, de 27 de dezembro de 2001, e suas alterações.

Parágrafo único. Para a mistura autorizada óleo diesel/biodiesel deverá ser atendida a Portaria ANP nº 240, de 25 de agosto de 2003. **Art. 8º** A ANP poderá, a qualquer tempo e às suas expensas, submeter os Produtores e Importadores de biodiesel à auditoria de qualidade sobre os procedimentos e equipamentos de medição que tenham impacto sobre a qualidade e a confiabilidade dos serviços de que trata esta Resolução, bem como coletar amostra de biodiesel para análise em laboratórios contratados.

Art. 8º. É proibida a adição de corante ao biodiesel.

Art. 9º. O não atendimento ao disposto nesta Resolução sujeita o infrator às penalidades previstas na Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, e no Decreto nº 2.953, de 28 de janeiro de 1999.

Art. 10. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

Art. 11. Ficam revogadas a Portaria ANP nº 255, de 15 de setembro de 2003, e as disposições em contrário.

ANEXO A - REGULAMENTO TÉCNICO Nº 4/2004

1. Objetivo

Este Regulamento Técnico aplica-se ao biodiesel - B100, de origem nacional ou importada a ser comercializado em território nacional adicionado na proporção de 2% em volume ao óleo diesel conforme a especificação em vigor.

2. Normas Aplicáveis

A determinação das características do biodiesel será feita mediante o emprego das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), das normas internacionais “American Society for Testing and Materials” (ASTM), da “International Organization for Standardization” (ISO) e do “Comité Européen de Normalisation” (CEN).

Os dados de incerteza, repetitividade e reprodutibilidade fornecidos nos métodos relacionados neste Regulamento devem ser usados somente como guia para aceitação das determinações em duplicata do ensaio e não devem ser considerados como tolerância aplicada aos limites especificados neste Regulamento.

A análise do produto deverá ser realizada em uma amostra representativa do mesmo obtida segundo métodos ABNT NBR 14883 - Petróleo e produtos de petróleo - Amostragem manual ou ASTM D 4057 - Prática para Amostragem de Petróleo e Produtos Líquidos de Petróleo (Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products) ou ISO 5555 (Animal and vegetable fats and oils - Sampling) .

As características constantes da Tabela de Especificação deverão ser determinadas de acordo com a publicação mais recente dos seguintes métodos de ensaio:

2.2. Métodos ASTM

2.3. Métodos ISO/EN

Tabela I: Especificação do Biodiesel B100

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LÍMITE	MÉTODO		
			ABNT NBR	ASTM D	EN/ISO
Aspecto	-	LII (1)	-	-	-
Massa específica a 20°C	kg/m ³	Anotar (2)	7148, 14065	1298, 4052	- , -
Viscosidade Cinemática a 40°C,	mm ² /s	Anotar (3)	10441	445	EN ISO 3104

Água e sedimentos, máx. (4)	% volume	0,050	-	2709	-
Contaminação Total (6)	mg/kg	Anotar	-	-	EN 12662
Ponto de fulgor, mín.	°C	100,0	14598	93	-
			-	-	EN ISO3679
Teor de éster (6)	% massa	Anotar	-	-	EN 14103
Destilação; 90% vol. recuperados, máx.	°C	360 (5)	-	1160	-
Resíduo de carbono dos 100% destilados, máx.	% massa	0,10	-	4530, 189	EN ISO 10370, -
Cinzas sulfatadas, máx.	% massa	0,020	9842	874	ISO 3987
Enxofre total (6)	% massa	Anotar	-	4294 5453 -	- EN ISO 14596
Sódio + Potássio, máx	mg/kg	10	-	-	EN 14108 EN 14109
Cálcio + Magnésio (6)	mg/kg	Anotar	-	-	EN 14538
Fósforo (6)	mg/kg	Anotar	-	4951	EN 14107
Corrosividade ao cobre, 3h a 50 °C, máx.	-	1	14359	130	EN ISO 2160
Número de Cetano (6)	-	Anotar	-	613	EN ISO 5165
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	(7)	14747	6371	-
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	0,80	14448	664	-
			-	-	EN 14104 (8)
Glicerina livre, máx.	% massa	0,02	-	6584 (8) (9)	-
			-	-	EN 14105 (8)
			-	-	(9)

					EN 14106 (8) (9)
Glicerina total, máx.	% massa	0,38	- -	6584 (8) (9) -	- EN 14105 (8) (9)
Monoglicerídeos (6) .	% massa	Anotar	- -	6584 (8) (9) -	- EN 14105 (8) (9)
Diglicerídeos (6)	% massa	Anotar	- -	6584 (8) (9) -	- EN 14105 (8) (9)
Triglicerídeos (6)	% massa	Anotar	- -	6584 (8) (9) -	- EN 14105 (8) (9)
Metanol ou Etanol, máx.	% massa	0,5	-	-	EN 14110 (8)
Índice de Iodo (6)		Anotar	-	-	EN 14111 (8)
Estabilidade à oxidação a 110°C, mín	h	6	-	-	EN 14112 (8)

Nota:

(1) LII – Límpido e isento de impurezas.

(2) 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.

(3) 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.

(4) 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.

(5) Temperatura equivalente na pressão atmosférica.

(6) 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.

(7) 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.

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

(9) 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.

ANEXO E

LEI No 11.097, DE 13 DE JANEIRO DE 2005.

Mensagem de veto

Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1o O art. 1o da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, passa a vigorar acrescido do inciso XII, com a seguinte redação:

"Art. 1o ...

XII - incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional." (NR)

Art. 2o Fica introduzido o biodiesel na matriz energética brasileira, sendo fixado em 5% (cinco por cento),

em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional.

§ 1o O prazo para aplicação do disposto no caput deste artigo é de 8 (oito) anos após a publicação desta

Lei, sendo de 3 (três) anos o período, após essa publicação, para se utilizar um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% (dois por cento), em volume.

§ 2o Os prazos para atendimento do percentual mínimo obrigatório de que trata este artigo podem ser reduzidos em razão de resolução do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, observados os seguintes critérios:

I - a disponibilidade de oferta de matéria-prima e a capacidade industrial para produção de biodiesel;

II - a participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas;

III - a redução das desigualdades regionais;

IV - o desempenho dos motores com a utilização do combustível;

V - as políticas industriais e de inovação tecnológica.

§ 3o Caberá à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP definir os limites de

variação admissíveis para efeito de medição e aferição dos percentuais de que trata este artigo.

Art. 3o O inciso IV do art. 2o da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 2o ...

IV - estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do carvão, da energia termonuclear, dos biocombustíveis, da energia solar, da energia eólica e da energia proveniente de outras fontes alternativas;

....." (NR)

Art. 4o O art. 6o da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, passa a vigorar acrescido dos incisos XXIV

e

XXV, com a seguinte redação:

"Art. 6o ...

XXIV - Biocombustível: combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento, para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil;

XXV - Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil." (NR)

Art. 5o O Capítulo IV e o caput do art. 7o da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, passam a vigorar com a seguinte redação:

"CAPÍTULO IV

DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS

Art. 7o Fica instituída a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, entidade integrante da Administração Federal Indireta, submetida ao regime autárquico especial, como órgão regulador da indústria do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis, vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

..." (NR)

Art. 6o O art. 8o da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 8o A ANP terá como finalidade promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis, cabendo-lhe:

I - implementar, em sua esfera de atribuições, a política nacional de petróleo, gás natural e biocombustíveis, contida na política energética nacional, nos termos do Capítulo I desta Lei, com ênfase na garantia do suprimento de derivados de petróleo, gás natural e seus derivados, e de biocombustíveis, em todo o território nacional, e na proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos;

VII - fiscalizar diretamente, ou mediante convênios com órgãos dos Estados e do Distrito Federal, as atividades integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis, bem como aplicar as sanções administrativas e pecuniárias previstas em lei, regulamento ou contrato;

IX - fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis e de preservação do meio ambiente;

XI - organizar e manter o acervo das informações e dados técnicos relativos às atividades reguladas da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis;

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

XVII - exigir dos agentes regulados o envio de informações relativas às operações de produção, importação, exportação, refino, beneficiamento, tratamento, processamento, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, destinação e comercialização de produtos sujeitos à sua regulação;

XVIII - especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e dos biocombustíveis." (NR)

Art. 7o A alínea d do inciso I e a alínea f do inciso II do art. 49 da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997,

passam a vigorar com a seguinte redação:

56(às9operw[(56 Tw[(565.4 paroe ppes biocoquisarieto,í Twlíne de se)-7.8s rolv004 Tw[9r doc0cnológ)-8(m)7.7)

II - produção, importação, exportação, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, comercialização, avaliação de conformidade e certificação do biodiesel;

III - comercialização, distribuição, revenda e controle de qualidade de álcool etílico combustível.

... (NR)

Art. 9º Os incisos II, VI, VII, XI e XVIII do art. 3º da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passam a

vigorar com a seguinte redação:

"Art. 3º ...

II - importar, exportar ou comercializar petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis em quantidade ou especificação diversa da autorizada, bem como dar ao produto destinação não permitida ou diversa da autorizada, na forma prevista na legislação aplicável:

Multa - de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) a R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais);

VI - não apresentar, na forma e no prazo estabelecidos na legislação aplicável ou, na sua ausência, no prazo de 48 (quarenta e oito) horas, os documentos comprobatórios de produção, importação, exportação, refino, beneficiamento, tratamento, processamento, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, destinação e comercialização de petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis:

Multa - de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais);

VII - prestar declarações ou informações inverídicas, falsificar, adulterar, inutilizar, simular ou alterar registros e escrituração de livros e outros documentos exigidos na legislação aplicável, para o fim de receber indevidamente valores a título de benefício fiscal ou tributário, subsídio, ressarcimento de frete, despesas de transferência, estocagem e comercialização:

Multa - de R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais) a R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais);

XI - importar, exportar e comercializar petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis fora de especificações técnicas, com vícios de qualidade ou quantidade, inclusive aqueles decorrentes da disparidade com as indicações constantes do recipiente, da embalagem ou rotulagem, que os tornem impróprios ou inadequados ao consumo a que se destinam ou lhes diminuam o valor:

Multa - de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) a R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais);

XVIII - não dispor de equipamentos necessários à verificação da qualidade, quantidade estocada e comercializada dos produtos derivados de petróleo, do gás natural e seus derivados, e dos biocombustíveis:

Multa - de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais)." (NR)

Art. 10. O art. 3º da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passa a vigorar acrescido do seguinte inciso

XIX:

"Art. 3º ...

XIX - não enviar, na forma e no prazo estabelecidos na legislação aplicável, as informações mensais sobre suas atividades:

Multa - de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais)." (NR)

Art. 11. O art. 5º da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 5º Sem prejuízo da aplicação de outras sanções administrativas, a fiscalização poderá, como medida cautelar:

I - interditar, total ou parcialmente, as instalações e equipamentos utilizados se ocorrer exercício de atividade relativa à indústria do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis sem a autorização exigida na legislação aplicável;

II - interditar, total ou parcialmente, as instalações e equipamentos utilizados diretamente no exercício da atividade se o titular, depois de outorgada a autorização, concessão ou registro, por qualquer razão deixar de atender a alguma das condições requeridas para a outorga, pelo tempo em que perdurarem os motivos que deram ensejo à interdição;

III - interditar, total ou parcialmente, nos casos previstos nos incisos II, VI, VII, VIII, IX, XI

e XIII do art. 3º desta Lei, as instalações e equipamentos utilizados diretamente no exercício da atividade outorgada;

IV - apreender bens e produtos, nos casos previstos nos incisos I, II, VI, VII, VIII, IX, XI e XIII do art. 3º desta Lei.

..." (NR)

Art. 12. O art. 11 da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passa a vigorar acrescido do seguinte inciso V:

"Art. 11. A penalidade de perdimento de produtos apreendidos na forma do art. 5º, inciso IV, desta Lei, será aplicada quando:

V - o produto apreendido não tiver comprovação de origem por meio de nota fiscal.

..." (NR)

Art. 13. O caput do art. 18 da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 18. Os fornecedores e transportadores de petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis respondem solidariamente pelos vícios de qualidade ou quantidade, inclusive aqueles decorrentes da disparidade com as indicações constantes do recipiente, da embalagem ou rotulagem, que os tornem impróprios ou inadequados ao consumo a que se destinam ou lhes diminuam o valor.

..." (NR)

Art. 14. O art. 19 da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 19. Para os efeitos do disposto nesta Lei, poderá ser exigida a documentação comprobatória de produção, importação, exportação, refino, beneficiamento, tratamento, processamento, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, destinação e comercialização dos produtos sujeitos à regulação pela ANP."

(NR)

Art. 15. O art. 4º da Lei no 10.636, de 30 de dezembro de 2002, passa a vigorar acrescido do seguinte inciso VII:

"Art. 4º ...

VII - o fomento a projetos voltados à produção de biocombustíveis, com foco na redução dos poluentes relacionados com a indústria de petróleo, gás natural e seus derivados.

..." (NR)

Art. 16. (VETADO)

Art. 17. (VETADO)

Art. 18. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 13 de janeiro de 2005; 184º da Independência e 117º da República.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)