

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU CURSO SUPERIOR DE  
TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM TRANSPORTES**

**O AVANÇO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL**

**KARIN CRISTINA LAPERUTA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a FATEC – Faculdade de  
Tecnologia de Botucatu, para obtenção  
do título de Tecnóloga em Curso de  
Logística: Ênfase em Transportes.

Botucatu – SP

Junho de 2006

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU CURSO SUPERIOR DE  
TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM TRANSPORTES**

**O AVANÇO DO BIODIESEL NA MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL**

**KARIN CRISTINA LAPERUTA**

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Nicolosi Bravin

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a FATEC – Faculdade de  
Tecnologia de Botucatu, para obtenção  
do título de Tecnóloga em Curso de  
Logística: Ênfase em Transportes.

Botucatu – SP

Junho de 2006

*“A descoberta do petróleo no sítio de Dona Benta abalou o país inteiro. Até ali ninguém cuidara de petróleo porque ninguém acreditava na existência de petróleo nesta enorme área de oito e meio milhões de quilômetros quadrados (...).”*

M. Lobato, **O poço do Visconde**, 1937.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha grande amiga Cristiane da Cunha Salata, por dar suporte durante todo o curso, em todos os momentos e de todas as formas.

A todos os meus colegas de classe, pela paciência, amizade e convívio, pois cada um deles acrescentou parte de suas vidas na minha.

Aos professores, amigos inesquecíveis, os melhores.

À minha tia (Vera) pela preocupação, pela solidariedade, cuidado e por todo o amor.

Aos meus pais, sempre presentes, por se orgulharem de mim.

Ao meu grande motivo de prosseguir, Vinicius Madi Ribeiro, por ser meu apoio, minha luz, meu amigo, meu amor, tudo pra mim.

A Deus, por tornar todas as coisas possíveis.

## SUMÁRIO

	página
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	01
1. INTRODUÇÃO.....	02
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. História do Petróleo no Brasil.....	04
2.2. O que é biodiesel.....	07
2.3. Aspectos técnicos: .....	07
2.4. Tecnologias de Produção.....	07
2.4.1. Processo de Transesterificação.....	08
2.4.2 – Processo de Craqueamento Térmico.....	08
2.5. A História do biodiesel.....	08
2.6. A História do biodiesel no Brasil .....	10
2.7. Impacto Econômico.....	11
2.7.1. Subsídios Governamentais .....	13
2.8. Impacto Social.....	16
2.9. Impacto Ambiental.....	17
2.9.1. Ricina.....	19
2.9.2. Ricinina.....	19
2.10. Créditos de Carbono.....	21
2.11. Projeção.....	22
2.12. Matriz Energética.....	24
3. DESENVOLVIMENTO.....	27
3.1. Obstáculos para a Produção.....	27
3.2. Fontes Renováveis.....	28
3.3. Fontes Não Renováveis.....	28
3.4. Petróleo: Fonte de Energia.....	28
3.4.1. O Papel da Petrobras.....	30
3.5. O Custo do Petróleo.....	30
3.6. O Preço do Petróleo.....	33
3.7. Alternativas.....	34
3.7.1. Biomassa.....	35

3.8. Futuro.....	35
4. CONCLUSÃO .....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	46
ANEXO 1: “Protocolo de Kyoto”.....	46
ANEXO 2: Lei 11.097/05.....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura	página
Figura 01: Refinaria de Petróleo.....	05
Figura 02: Biodiesel.....	08
Figura 03: Cadeia Produtiva do biodiesel.....	12
Figura 04: Extração de petróleo .....	
Figura 05: Produção mundial de biodiesel até 2005 (BIODIESELECOOLEO, 2005).....	13
Figura 06: Usina de biodiesel da Agropalma. (AGROPALMA, 2006).....	15
Figura 07: Mamona.....	18
Figura 08: Girassol: matéria-prima para a produção de biodiesel.....	19
Figura 09: Plataforma P-50 da Petrobras. (PETROBRAS, 2006).....	22
Figura 10: Preço do Brent. (BIODIESELECOOLEO, 2005).....	31
Figura 11: Preços Internacionais de Petróleo em Dólar Corrente e em Dólar de 2003. (BIODIESELECOOLEO, 2005).....	32
Figura 12: Participação do biodiesel na matriz energética mundial. (BIODIESELECOOLEO, 2005).....	35
Figura 13: Projeção 01, MARCHETTI, 1984. Comparação com a evolução real da participação das fontes energéticas (IEA).....	37
Figura 14: Projeção 02, MARCHETTI, 1984. Comparação com a evolução real da participação das fontes energéticas (IEA).....	38

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta uma reflexão sobre a tendência mundial de substituição de combustíveis fósseis por outros de origem renovável, com destaque para o biodiesel e sua introdução na matriz energética brasileira. Avaliou-se sua viabilidade econômica, social e ambiental, com ênfase na questão da inclusão social, geração de renda e empregos. Permitiu estabelecer um cenário futuro a partir do levantamento histórico do envolvimento do petróleo e seus derivados na evolução econômica mundial e as conseqüências para o Brasil. Estudou quais as alternativas e incentivos oferecidos pelo governo brasileiro, para que o “Programa Nacional do Biodiesel” seja bem-sucedido, fazendo uma comparação com o “Pró-álcool”, referência mundial em energia alternativa, abandonado por falta de planejamento e investimentos adequados no setor.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata de um tema atual, muito discutido entre agentes do setor energético mundialmente. O biodiesel é um combustível alternativo, originado a partir de um processo químico que utiliza gorduras vegetais ou animais e pode ser utilizado como substituto parcial do óleo diesel convencional, porém possui características bem diferentes das do combustível mineral.

O biodiesel possui um forte apelo social, por se tratar de uma fonte de energia renovável, limpa, originada na agricultura. É capaz de gerar emprego e renda no campo, assim como diminuir a dependência brasileira dos mercados internacionais de energia.

A produção desta monografia tem como finalidade levantar quais as vantagens e desvantagens da substituição do óleo diesel pelo biodiesel, ou seja, se este combustível pode ser inserido de forma auto-sustentável na matriz energética brasileira. Para que a resposta seja positiva, a teoria diz que os benefícios gerados pela utilização do biodiesel são quantitativamente maiores do que os subsídios oferecidos para que sua utilização torne-se realidade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A astrofísica não sabe qual o futuro do cosmos: pode ficar como sempre esteve, desde o “Big Bang”, sem se expandir ou se contrair. Pode se expandir continuamente e esfriar. Acabaremos assim como a suave fumaça branca que se desprende dos pedaços de gelo. A terceira alternativa é dramática: o mundo se contrai, esquenta muito e acaba em fogo, que nos reduzirá a um pequeno meteorito, uma bolinha composta de diferentes metais. Não sabemos raciocinar sobre coisas que acabam. As perguntas são tão incompreensíveis quanto as respostas. Sabemos que o petróleo vai acabar.

A "produção" de reservas de petróleo leva muito tempo: dinossauros, florestas, peixes e corais precisam ser soterrados e fermentados como vinho por milhões de anos até se transformar em petróleo. O "consumo" de grande parte das reservas, queimadas como gasolina, diesel e gás, é muito rápido, leva apenas séculos.

Se precisamos de milhões de anos para produzir o petróleo que consumimos em alguns séculos, é fácil concluir que, um dia, as reservas acabarão. Acabarão tanto mais cedo quanto mais rápido o mundo crescer, quanto mais depressa a China e outros países emergentes e populosos ficarem ricos e quiserem ter tantos automóveis "per capita" ou tanta energia "per capita" quanto os Estados Unidos e a Europa. Durarão tanto mais tempo quanto mais aumentar a produtividade do petróleo utilizado, quanto mais econômicos forem os automóveis (carrões americanos substituídos pelos econômicos japoneses), quanto mais substituímos automóveis por transportes públicos, quanto mais substituímos transportes públicos por caminhadas, energia derivada do petróleo por outras fontes de energia.

O petróleo está caro? Como se calcula o preço de um produto que vai acabar? O preço deveria estar constantemente subindo. O preço de cada dia deveria crescer de acordo com o ritmo dado pelas taxas de juros.

Se a taxa de juros está muito alta, os donos das reservas preferem vender o petróleo e aplicar em depósitos com juros maiores do que a taxa de crescimento dos preços do petróleo. Se a taxa de juros está baixa, preferem deixar o petróleo embaixo da terra e esperar que o preço cresça mais rápido do que a taxa de juros. O ritmo de exploração depende da taxa de juros.

O preço deve ser alto e crescente para indicar aos produtores, consumidores, fábricas de automóveis, aos chineses, brasileiros e americanos que o petróleo vai acabar. Desliguem o ar-condicionado, comprem sapatos novos, apaguem a luz.

Depois das crises do petróleo de 1974 e de 1979, o mundo "resolveu" a questão do petróleo de duas formas: aumentando a produtividade da energia e aumentando as taxas de juros a níveis inéditos. Como resultado, os donos das reservas aumentaram a taxa de extração de petróleo.

Além disso, a maioria dos países consumidores criou impostos sobre o petróleo, transformando-se em sócios na valorização do produto, o que antes pertencia apenas aos países da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo).

A partir de 1986, o preço do petróleo caiu muito. Os preços deixaram de criar pressão para economizar energia e aumentar a produtividade. Passamos a nos distrair com sucessos tecnológicos, como a Internet, telefones celulares, a biotecnologia, e esquecemos o mais importante: o petróleo vai acabar. (SAYAD, 2006).

A Engenharia precisa construir um futuro ambiental correto, e não pode perder as melhores chances do nosso Brasil neste campo, pois somos a mais ensolarada das regiões da Terra. Com “bioengenharia” e uma “biopolítica”, seremos auto-suficientes em energia, enquanto brilhar o Sol. (MACEDO, 2005).

## 2.1. História do petróleo no Brasil



Figura 01: Refinaria de petróleo.

As primeiras tentativas de encontrar petróleo no Brasil, datam de 1864, mas foi em 1897, que o fazendeiro Eugênio Ferreira de Camargo perfurou o que foi considerado o primeiro poço petrolífero do país, situado na região de Bofete, SP, foram extraídos nada mais do que dois barris dele. (COMCIENCIA, 2006).

Durante a década de 30, o país já se preocupava com a nacionalização dos bens do subsolo.

O petróleo influencia o andamento da sociedade brasileira como um todo, desde a metade do século vinte, até os dias de hoje, devido ao seu alto valor estratégico para a economia dos países, para seu desenvolvimento. Em 1947, com a campanha: “O petróleo é nosso”, com o fim da Segunda Guerra e a queda do Estado Novo e da ditadura de Getúlio Vargas, o Brasil dividia-se em dois grupos: o que defendia a abertura total do país ao capital estrangeiro para a exploração do petróleo em território nacional, e o que preferia defender a criação de uma Estatal, que monopolizaria a exploração do “ouro negro”, no país.

Foi então, em 1953, que o Presidente Getúlio Vargas eleito pelo voto, promulga no dia 03 de outubro, a criação da Petrobras, dando a vitória aos “nacionalistas”, e consolidando o triunfo da campanha de mobilização da opinião pública: “o petróleo é nosso”.

A partir de 1968, os profissionais estrangeiros eram gradativamente substituídos por técnicos brasileiros que até então, eram enviados para o exterior, com o intuito de se especializar e trazer novas tecnologias para o país. Neste ano, o Brasil produzia mais de 160 mil barris por dia. Em 1972, a criação da Braspetro, foi necessária devido à escassez de reservas terrestres e a baixa produção no mar, pois permitia buscar alternativas em outros países, para o abastecimento de petróleo do Brasil.

Em 1973, ano em que ocorreu a primeira crise mundial do petróleo, a Petrobras descobria na bacia de Potiguar, o campo marítimo de Ubarana, onde se inicia uma nova fase, o trabalho onde hoje se destaca a Petrobras: o de escavação em águas profundas e ultra-profundas. A produção diária passou então para 182 mil barris. Em 1981 a produção marítima superou a terrestre, e em 1984 a produção do país, se igualava à importada, sendo ela de 500 mil de barris diários.

Em 1997, é criada a ANP, Agência Nacional do Petróleo, substituindo a Petrobrás nas responsabilidades de órgão executor do gerenciamento do petróleo do país, e visando a internacionalização do petróleo brasileiro.

Hoje o Brasil ocupa o 16º lugar no entre os maiores produtores de petróleo do mundo, ultrapassando a marca de 1,5 milhões de barris diariamente. A Petrobras detém o recorde mundial de perfuração exploratória no mar, com um poço em lâmina d'água (profundidade) de 2.777 metros e exporta a tecnologia de exploração nesses ambientes para vários países.

Atualmente a participação do petróleo na matriz energética brasileira, segundo a ANP (Agência Nacional de Petróleo), é de aproximadamente 30% da produção de energia primária (combustíveis utilizados para gerar outros produtos). O crescimento médio anual das reservas de petróleo do país, nos últimos dez anos, foi de 5,3%. Dentro deste percentual de participação na matriz energética, o diesel é o elemento de maior participação no consumo: em torno de 43%. Um grande colaborador para que este índice ocorra, é a opção pelo transporte rodoviário num país de dimensões continentais como o Brasil, além de toda a frota e maquinário agrícola movidos a diesel. Da mesma forma, a participação do álcool na matriz energética brasileira é de aproximadamente 9%, devido ao acréscimo de 22% de álcool em cada litro de gasolina utilizada em toda a frota brasileira. Apesar de ser considerada uma excelente alternativa para superar problemas futuros como a extinção do petróleo, a produção de álcool combustível ainda não se traduz em confiabilidade para o mercado interno. A paralisação do programa Pró-Álcool no final

da década de 80, resultou na queda brutal na fabricação dos carros totalmente movidos a álcool. Com a chegada dos veículos “flex” (veículos movidos a álcool ou a gasolina) no início do terceiro milênio, o consumo de álcool combustível aumentou, porém ainda sem muita confiabilidade por parte do consumidor.

Com o fim dos incentivos do governo para a produção de álcool combustível, aliado ao excelente mercado internacional de açúcar, a produção nacional de cana-de-açúcar migrou para este segmento. (MACEDO, 2005).

## **2.2. O que é biodiesel**

O biodiesel é um combustível renovável, substituto natural do óleo diesel, que pode ser produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais e óleos utilizados para a fritura de alimentos. É biodegradável e menos poluente, pois contém índices muito baixos de enxofre.

Os principais tipos de biodiesel são:

B2 – 2% de biodiesel em diesel de petróleo

B5 – 5 % de biodiesel em diesel de petróleo

B20 - 20% de biodiesel em diesel de petróleo

B100 – 100% biodiesel

Estéreis de ácidos graxos podem ser produzidos a partir de qualquer tipo de óleo vegetal, mas nem todo óleo vegetal pode ou deve ser utilizado como matéria-prima para ser utilizada na produção de biodiesel. A viabilidade de cada produção dependerá de suas respectivas competitividades técnicas, econômicas e ambientais. (FANGRUI, 1999)

## **2.3. Aspectos técnicos:**

O biodiesel é obtido através da reação de óleos vegetais, com um intermediário ativo formado pela reação de um álcool com um catalisador, processo conhecido como transesterificação. Os produtos da reação química são: um éster (derivado da reação entre um ácido carboxílico e um álcool, na qual o hidrogênio do grupamento carboxila é substituído pela cadeia carbônica do álcool, formando o éster), o biodiesel e

glicerol (produto que pode ser utilizado como matéria-prima para aplicação em diferentes áreas).

## 2.4. Tecnologias de produção



Figura 02: Biodiesel. (REGALLAND, 2006)

Para a obtenção de biodiesel, há dois processos químicos distintos: “transesterificação” e “craqueamento térmico”.

### 2.4.1. Processo de transesterificação

Um reator realiza a reação química do óleo vegetal ou gordura animal com etanol (etílico) ou com o metanol (metílico) na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou de potássio), para remoção da glicerina, que aparece como um subproduto. São necessários volumes de 10% a 15% de etanol ou metanol para a retirada da glicerina. A glicerina, por sua vez, pode ser utilizada como matéria-prima na produção de tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis, etc, aumentando a competitividade do produto.

### 2.4.2. Processo de craqueamento térmico

Um reator trabalhando a altas temperaturas promove quebra das moléculas e um catalisador remove os compostos oxigenados corrosivos.

## 2.5. A História do biodiesel

O Professor Expedito Parente, da Universidade Federal do Ceará, foi responsável pelo desenvolvimento da primeira patente mundial do biodiesel, em 1980. O número desta Patente é: PI-8007957, requerida no INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. (PENTEADO, 2005).

A História do biodiesel se confunde com a História do próprio diesel. Rudolf Diesel, inventou o motor de ignição por compressão, mais tarde denominado Motor Diesel, em sua homenagem Diesel já conhecia diversas variedades de combustíveis com propriedades adequadas para mover os motores que inventava, incluindo óleo de baleia, óleo de cânhamo e pó de carvão, mas optou no início, pelo derivado de petróleo “kerosene”, para mover a máquina, pois se tratava de uma substância relativamente barata no décimo nono século. No início do vigésimo século, com a popularização desses motores, a indústria do petróleo, desenvolvia o combustível chamado óleo diesel.

A criação do primeiro modelo do motor a diesel a funcionar de forma eficiente data do dia 10 de agosto de 1893. Alguns anos depois, o motor foi apresentado oficialmente na Feira Mundial de Paris, França, em 1898. O combustível então utilizado era o óleo de amendoim, um tipo de biocombustível obtido pelo processo de transesterificação. (LUCENA, 2004).

O processo de transesterificação de óleos vegetais foi conduzido pela primeira vez em 1853, pelos cientistas E. Duffy e J. Patrick, muitos anos antes do motor de ciclo diesel entrar em funcionamento.

Entre 1911 e 1912, Rudolf Diesel fez a seguinte afirmação: “O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo (...) o uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia, mas com o tempo irá se tornar tão importante quanto o uso do petróleo e do carvão é atualmente.” (WIKIPEDIA, 2004, citado por LUCENA, 2004)

Para a utilização deste novo combustível, os motores de Rudolf Diesel, sofreram algumas adaptações, e quanto mais alterações este motor sofreu para queimar este combustível mais sujo (o “petrodiesel”), mais estas mudanças colaboraram para que o projeto inicial de seu inventor se tornasse cada vez mais distante: o de utilizar a

flexibilidade do biocombustível, a qual ele mesmo promoveu durante seus últimos anos de vida, (faleceu em 1912). (PAHL, 2005).

Os primeiros motores movidos a óleo diesel eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e óleos de peixe. Até o final dos anos 40, esses motores consumiam o chamado: “óleo cru”, uma espécie de petróleo filtrado, utilizado nos primeiros motores diesel, com injeção indireta através de pré-câmaras, substituídos posteriormente pelos motores de injeção direta, sem pré-câmara, movidos pelo então conhecido óleo diesel.

Nos dias de hoje, os EUA, pressionados pelas nações do mundo, comprometidas com a diminuição de emissão de gases poluentes na atmosfera, investem em biotecnologia, e pretendem até 2030, substituir toda sua matriz energética por biomassa. As universidades canadenses e norte-americanas estão mudando as engenharias e aumentando as cadeiras e especializações, formando técnicos para fazer uso de: “biomassas”, “biolubrificantes”, “bioplásticos”, “bioadesivos”, “biofitas”, “bioemulsionantes”, e biodiesel. Na Europa, com 340 milhões de consumidores ricos, está a maior força para a utilização dos “biocombustíveis” e o controle da demanda do petróleo. Na União Européia, a legislação prevê para o ano de 2010, a adoção de combustíveis renováveis em 20% de seu consumo. (MACEDO, 2005).

## **2.6. A História do biodiesel no Brasil**

No Brasil, o pioneiro do uso de “biocombustíveis” foi o Conde Francisco de Matarazzo. Nos anos 60, as Indústrias Matarazzo buscavam produzir óleo através dos grãos de café. Para lavar o café de forma a retirar suas impurezas, impróprias para o consumo humano, foi usado o álcool da cana de açúcar. A reação entre o álcool e o óleo de café resultou na liberação de glicerina, resultando em éster etílico, produto que hoje é chamado de biodiesel. (LUCENA, 2004).

Em 2003 foi instituído o Grupo Interministerial do biodiesel, encarregado de propor medidas para o desenvolvimento do programa de biodiesel no país; os estudos apresentam a viabilidade de utilização do óleo vegetal biodiesel como fonte alternativa de energia. Na suposição de uma mistura de 5% de álcool combustível ao diesel que o país utiliza atualmente, abre-se um novo mercado de aproximadamente 200 milhões de litros de álcool. (UNICA, 2003).

As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país elaboraram um projeto para garantir 50% da produção do biodiesel, que além do álcool, o óleo de mamona seria a principal fonte de mistura ao diesel. (SCANDIFFIO, 2005). Após a crise do petróleo em 1973, o mundo passou a valorizar mais a energia oriunda de fontes renováveis. No Brasil, esta consciência se acentuou após a crise energética de 2001. Foi criado então, o PROINFA, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

O Brasil explora menos de um terço da sua área agriculturável, segundo Vieira, 2004, sendo que seu potencial é de 150 milhões de hectares, onde 90 milhões são referentes a novas fronteiras e 60 milhões são referentes a terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola em curto prazo. O “Programa Nacional do Biodiesel” visa à utilização apenas de terras inadequadas para o plantio de gêneros alimentícios.

Em 14 de setembro de 2004, o Presidente Lula criou a Agência Nacional de Petróleo e Biodiesel, substituindo a Agência Nacional de Petróleo, segundo Macedo, 2005, foi só isso que fez: “A mudança de nome já é um progresso. Custa caro ser pobre, mas a pior pobreza é a das idéias. Devemos temer pela engenharia do futuro do Brasil. (...) É preciso desconfiar quando os Norte-americanos elogiam o Brasil: é sinal que estamos a cada dia mais servis. O Brasil tem 240 milhões de hectares de terras agriculturáveis. Hoje, só ocupa 70 milhões. O Brasil é a grande fronteira agrícola do mundo. O volume de matéria-prima para a produção de biodiesel, disponível na sua uniformidade e quantidade nos sinaliza como uma das soluções e geraria milhares de empregos no interior. Limparia esgotos e rios, preveniria enchentes, reciclaria detritos normalmente lançados nas tubulações, entre outras vantagens. Se considerarmos que é preciso um milhão de litros de água para decompor um litro de óleo usado de cozinha, podemos dimensionar o impacto ambiental causado pela utilização de combustível renovável em todos os sentidos”.

## **2.7. Impacto econômico**

A existência de uma diferença grande entre preço do biocombustível e do combustível mineral representa a necessidade de incentivos por parte dos agentes públicos, para dar viabilidade econômica ao projeto de implementação do biodiesel na matriz energética brasileira.

O custo de produção envolve custos com matéria-prima (óleo vegetal e álcool), catalisador, mão-de-obra, energia, custos administrativos e financeiros (custos de capital), além da margem do produtor. Para facilitar o entendimento do custo total do biodiesel, pode-se separar a etapa agrícola, composta pela plantação e esmagamento, da industrial. Deduzindo o custo da etapa agrícola do custo de produção, obtêm-se dois custos distintos: o custo do óleo e o custo de conversão. Já o custo de distribuição envolve custos de pós-produção, tais como transporte, mistura com óleo diesel, estocagem e revenda. A tributação pode-se tornar definitiva para a implementação do projeto, como principal mecanismo de atratividade, capaz de tornar o custo final do biodiesel inferior ao do diesel mineral.



Figura 03: Cadeia produtiva do biodiesel (BIODIESELECOOLEO, 2005)

Os impostos que incidem no preço do óleo diesel representam cerca de 27% do seu custo total. As estimativas de preço para biodiesel podem variar bastante. Pelas estimativas do International Energy Agency (IEA), a escala pode afetar em 25% o custo final do biodiesel, enquanto que o preço da matéria prima pode representar diferenças de até 50% do custo final.

Para aumentar sua competitividade, os custos de produção do biodiesel podem ser minimizados através da venda dos co-produtos gerados durante o processo de transesterificação, tais como a glicerina, adubo e ração protéica vegetal. No caso da glicerina, a receita gerada pode reduzir o custo final do biodiesel em 5 a 10 centavos de dólar por litro. Porém, o excesso de oferta gerado pela produção em grande escala do biodiesel pode causar queda em sua cotação internacional, atualmente em torno de US\$ 500 (quinhentos dólares) a US\$ 1000 (mil dólares) por tonelada. A utilização de metanol ou álcool etílico como matéria-prima também representa alterações no custo final do biodiesel. Estudos feitos por Bender, (1999), indicam que o custo de produtos químicos (metanol e catalisador) é de cerca de US\$0,02 por litro de biodiesel produzido, caso seja utilizado um grau de recuperação de 100%. Se o grau de recuperação do álcool for de apenas 60%, esse custo seria elevado para US\$0,03/litro. Caso fosse utilizado álcool etílico ao invés de metanol, o custo seria acrescido de US\$0,01 por litro. (LUCENA, 2004).

### 2.7.1. Subsídios Governamentais



Figura 4: Extração de petróleo

As premissas adotadas anteriormente conferem uma produção média anual de 800 milhões de litros de biodiesel a serem adicionados, na proporção de 2%, ao diesel mineral consumido no Brasil. Outra premissa adotada é de que 50% deste total será proveniente da agricultura familiar, e o restante da industrial. Apenas a familiar é elegível para o benefício fiscal, segundo legislação existente. O que o governo propõe, é a isenção total de tributos federais, através da adoção de um “Selo Combustível Social”, que comprova que o biodiesel produzido é proveniente de projetos de inclusão social.

A Lei 11.097/05 prevê a obrigatoriedade da adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em todo o país a partir de 2008, sendo assim, o “Programa Nacional de Biodiesel”, viabiliza esta alteração e contempla quatro fases:

Primeira fase: compreende o período entre 2005, desde a Lei 11.097/05, até janeiro de 2008, tempo necessário para a cadeia produtiva se organizar, onde há a utilização voluntária do B2, como é conhecido o diesel acrescido de 2% de biodiesel.

A segunda e terceira fases compreendem o período de janeiro de 2008 a janeiro de 2013.

Segunda fase: estruturadora de mercado, esta fase apresenta o B2, como medida compulsória.

Terceira fase: reguladora de mercado, onde há a mistura facultativa do B5, o diesel acrescido de 5% de biodiesel, mistura que não exige nenhuma alteração nos motores movidos a diesel, para sua utilização.

Quarta fase: mercado definitivo: apresenta a mistura compulsória de 5% de biodiesel, no diesel utilizado em todo o país.

Os impostos sobre o preço final do diesel, no Brasil, chegam a 13%, o que evidencia a necessidade de uma política que congregue todo o potencial renovável do Brasil e delineie o futuro do país como referência mundial no desenvolvimento e uso de fontes alternativas. (SCANDIFFIO, 2005).

O governo promove leilões para incentivar a criação de um mercado consumidor e gerar aumento na produção, para a implantação do biodiesel na matriz energética brasileira. Substituir a importação de diesel de petróleo pela produção nacional de biodiesel é uma das metas do “Programa Nacional do Biodiesel”, criado em 2005. Hoje, mais de oitenta postos de abastecimento, já oferecem o B2, e até o final deste semestre serão mais de mil estabelecimentos. Muitos são os incentivos fiscais do governo. Os produtores de biodiesel que trabalharem com agricultura familiar no Norte e Nordeste por exemplo, serão isentos de impostos. (BIODIESELBR, 2006).

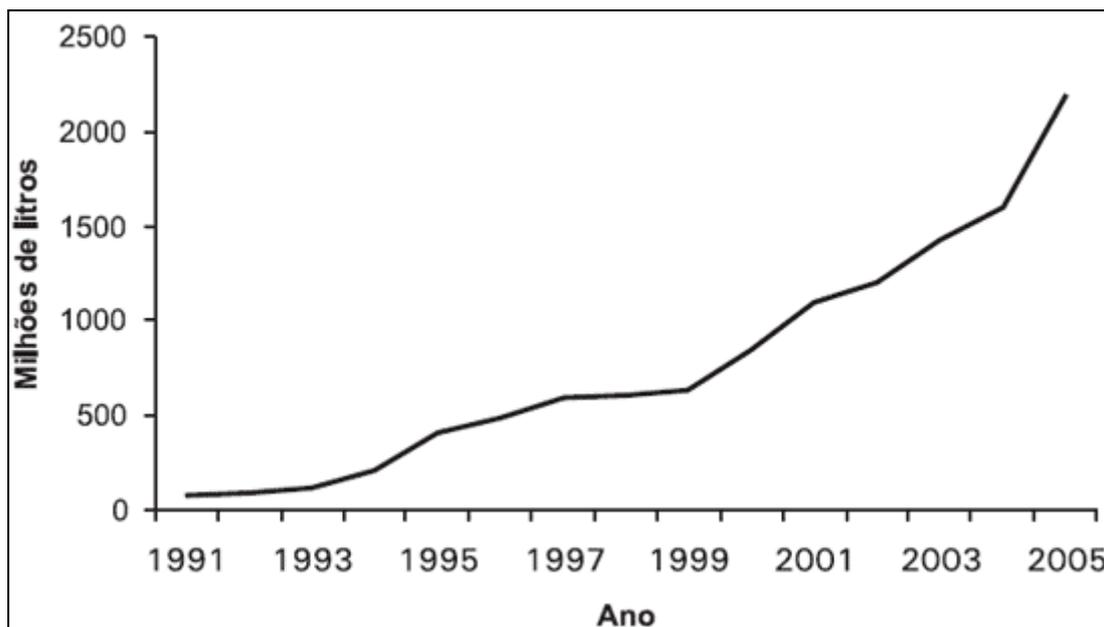


Figura 05: Produção mundial de biodiesel até 2005. (BIODIESELECOOLEO, 2005)

O governo adquiriu em 30 de março de 2006, 170 milhões de litros de biodiesel, a serem entregues durante o período de um ano, até junho de 2007.

Após o leilão de 04/04, adquirirá mais 500 milhões. O que representará  $\frac{1}{4}$  da produção da Alemanha em 2005, maior produtor de biodiesel do mundo, o que vale dizer que até 2008, o Brasil estará entre os maiores produtores de biodiesel do mundo. (BIODIESELBR, 2006).

Segundo Macedo, 2005, é falsa a idéia de auto-suficiência. O petróleo do Brasil, diz, é de alta densidade, por isso, importamos ainda quantidades significativas de petróleo leve para preparar os “blends” de refino (petróleo estrangeiro), e exportamos petróleo brasileiro que é pesado. Acrescenta ainda que fazer refinarias de petróleo agora, não é um bom investimento, pois não haverá tempo para pagá-las, e sim é o momento de ampliar as já existentes, e planejar e construir as “biorefinarias”, já que a energia dita a posição das nações no mundo.

Cerca de 20% do óleo diesel consumido no Brasil é importado diretamente como derivado. (PENTEADO, 2005).

O diesel é o principal combustível utilizado hoje no Brasil. O biodiesel vai permitir também a economia das nossas reservas. Se não importarmos e produzirmos o biodiesel aqui, teremos mais petróleo por mais tempo. Haverá uma economia de 348,3 milhões de dólares por ano, quando todo o mercado estiver abastecido

com B2 em 2008. Em oito anos, a economia vai chegar a U\$870,9 milhões com o uso do B5. O Brasil consome 40,4 bilhões de litros de diesel por ano, o que representa quase 40% do consumo de combustível do país. (BIODIESELBR, 2006).

As maiores dificuldades se referem às limitações de tempo inerentes às culturas permanentes, pois é requerida a realização de investimentos que somente começam a retornar após 5 anos, contados a partir do plantio. A contrapartida deste ponto crítico, no entanto, é garantido o retorno. Um dos ganhos ambientais e sociais, é o reflorestamento de áreas devastadas da Amazônia. (PENTEADO, 2005).

Considerando a imensidão da floresta de babaçu, com um potencial de produção de coco superior a 40 milhões de toneladas anuais, equivalendo a 17 mil toneladas anuais de óleo, ter-se-ia uma capacidade de se produzirem 20 bilhões de litros anuais de biodiesel. Porém, o fato da exploração do coco do babaçu não ter saído do processo artesanal (1 kg por hora) e no seu elevado preço, na faixa de 700 dólares por tonelada, tornaram como a alternativa mais viável a ser adotada, para fins de produção do biodiesel, a soja, cujas características serão descritas, através de seu emprego, também para as regiões Sudeste e Sul. (PENTEADO, 2005).

## **2.8. Impacto Social**

O governo criou o “Programa Selo Combustível Social”., como forma de incentivo aos produtores de matéria-prima para a produção de biodiesel e para adquiri-lo, o produtor tem que comprar uma quantidade mínima de matérias-primas de agricultores familiares e dar assistência técnica a eles, além de garantir a participação de representantes desses trabalhadores nas negociações dos contratos e preços. Cumprindo as regras, o produtor recebe além do selo combustível social, direitos como benefícios fiscais, participação dos leilões da ANP e linhas de financiamento. Por exemplo: o biodiesel tem uma alíquota de PIS/Cofins de R\$218 por metro cúbico, e o produtor de biodiesel que trabalhar na agricultura familiar em qualquer parte do país vai pagar R\$70,00. Se trabalhar nas regiões Norte e Nordeste, com o cultivo de mamona e dendê, ele não vai pagar imposto algum. (BIODIESELBR, 2006).

O grande potencial do mercado energético poderá constituir a sustentação de um programa de assentamentos familiares com foco na cultura da mamona. A região semi-árida nordestina possui mais de 2 milhões de famílias de miseráveis que,

habitualmente, convivem com a fome e que se tornam, periodicamente, flagelados das secas. (PENTEADO, 2005).

Uma das motivações para a implementação do “Projeto biodiesel”, além da inclusão social, é o desenvolvimento regional sustentável de áreas carentes em energia. A maior preocupação do projeto é com que ele ocorra de forma descentralizada e não excludente.

O Brasil possui inúmeros sistemas isolados, também chamados de “ilhas energéticas”. São áreas isoladas, localizadas principalmente nas regiões norte e nordeste. Ocorre nessas áreas a dificuldade de eletrificação das comunidades, que possuem energia proveniente de geradores térmicos (movidos a diesel ou óleo combustível). O meio de transporte mais comum dessas regiões são barcos movidos a motor diesel. O custo do combustível é alto, devido à dificuldade de acesso que geram altos custos de frete. O preço final do óleo diesel pode chegar a três vezes o preço das grandes capitais.

A criação de mini destilarias e pequenas unidades produtivas de biodiesel, movidas a óleo vegetal produzido dentro das ilhas energéticas, viria como solução para tal carência tornando-o auto-sustentável. Esse é o caso da comunidade de Serrinha de Santa Maria, composta por 27 famílias, que hoje conta com energia elétrica. O biodiesel é produzido em uma usina experimental localizada na Fazenda Normal, em Quixeramobim, a 224 quilômetros de Fortaleza, Ceará. Pela primeira vez, alguns eletrodomésticos como: geladeiras e televisões fazem parte do cotidiano das famílias. Cada 12 litros de biodiesel de mamona garantem três horas e meia de luz para as famílias. O gerador é ligado às 17h30min, e desligado às 21 horas. O projeto desenvolvido no semi-árido cearense funciona em caráter experimental, em uma área de 70 hectares, e gera 60 empregos diretos. (LUCENA, 2004).

## **2.9. Impacto Ambiental**

A combustão de cada litro de biodiesel libera uma quantidade significativamente menor de CO<sub>2</sub> na atmosfera em relação ao litro de diesel. Todavia, o CO<sub>2</sub> liberado na queima de biodiesel é reciclado pelas oleaginosas durante a produção agrícola. Para cada kg de diesel não usados, um equivalente a 3,11 kg de CO<sub>2</sub> mais 15 a 20% referente a sua energia de produção. Dessa forma, o uso globalizado do biodiesel

poderá gerar uma redução global na produção de CO<sub>2</sub> de 113-136 bilhões de kg por ano. (HUSTRULID, 1998).



Figura 06: Usina de biodiesel da Agropalma. (AGROPALMA, 2006)

Petróleo causa danos ao meio ambiente de diversas formas. Desde o processo de extração, transporte, refino até o consumo, com a produção de gases poluentes. A opinião do Greenpeace a esse respeito é a de que a utilização dos combustíveis fósseis não renováveis, sempre oferecerá riscos à natureza, portanto defende a substituição e a eliminação gradativa dos combustíveis fósseis, por fontes renováveis alternativas como a energia eólica e solar na matriz energética dos países.

Segundo Macedo, 2005, “O biodiesel previsto na norma técnica da Europa, é um metil éster, o biodiesel previsto na norma técnica dos EUA, é de metil éster e etil éster. O biodiesel no Brasil é uma mistura das duas. Uma norma híbrida que é péssima para o país”. O mundo adotou a norma europeia para o biodiesel, o Brasil, que é cotado entre as nações de maior chance para desenvolver o programa, tem uma norma híbrida. A especificação brasileira, segundo ele, está errada. Transportar biodiesel dentro da especificação atual de 0,5% de metanol seria transportar “coquetéis molotov”. Mas não é só isso, o governo brasileiro, no seu programa de produção de biodiesel, adotou duas soluções que não atendem aos objetivos propostos: a mamona e o óleo de palma. A mamona, planta de baixa produtividade, não atende às normas europeias e cria um passivo de saúde. Seu aproveitamento gera ricina e ricinina e existe a questão dos alérgenos capazes de levar a morte. Quem tem contato com o alérgeno da mamona, fica alérgico para

sempre. Em inglês, o biodiesel da mamona é chamado “castor oil”. A literatura norte-americana já diz que o pólen do “castor oil” dá problemas pulmonares. Além de tudo isso, a mamona ainda faz mal aos motores, mas este trabalho não pretende estender-se a aspectos mecânicos.

Ainda segundo a visão pessimista de Macedo, 2005, a exploração do “palmdiesel”, o biodiesel feito de óleo de palma, é outro erro, pois o Brasil importa óleo de palma da Malásia, para suprir a demanda interna de ácidos graxos, usados na indústria de alimentação. Fazer biodiesel de mamona e óleo de palma, segundo ele, é uma opção pelo pior.



Figura 07: Mamona.

### **2.9.1. Ricina**

A ricina é uma proteína encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona, não sendo detectada em nenhuma outra parte da planta. A concentração dessa proteína na semente pode variar entre diferentes genótipos, tendo sido detectados teores de 1,5 a 9,7 mg/g em 18 acessos de um banco de germoplasma dos Estados.

Ela é a principal responsável pela toxidez da torta de mamona e está entre as proteínas de maior toxidez conhecida pelo homem. A ricina se classifica como uma lectina, ou seja, uma proteína que tem um sítio receptor específico para um açúcar ou uma unidade de oligossacarídeo; pertence à família das lectinas A-B, isto é, composta por duas subunidades, uma delas com atividade enzimática e a outra com um sítio de ligação

específica ao açúcar galactose, exercendo seu mecanismo de toxidez através da inativação dos ribossomos.

A unidade A da ricina pertence a uma classe de enzimas conhecida como proteínas inativadoras do ribossomo (RIC, em inglês). Normalmente essas proteínas não apresentam toxidez, pela incapacidade de penetrarem na célula e atingir os ribossomos; estão presentes em produtos largamente ingeridos na alimentação humana, como gérmen de trigo e cevada. No caso da ricina, esta subunidade A se encontra ligada à subunidade B, que se liga à parede celular e permite a entrada da sub-unidade A por endocitose para o citossol e promove a morte da célula por inibição da síntese protéica. Na área médica a ricina tem se destacado entre um grupo de proteínas tóxicas que vêm sendo usadas com o objetivo de matar células indesejadas (células cancerígenas). Para chegar ao alvo, a toxina é ligada a um anticorpo que reconhece especificamente a célula que se deseja eliminar, possibilitando que a ricina penetre a célula e provoque a toxidez. Esta toxina também chamou a atenção ao ser usada criminosamente para o assassinato do jornalista búlgaro Georgi Markov, em 1978, na cidade de Londres. Há relatos de que a substância também foi usada na Guerra Irã-Iraque, durante os anos 80.

O óleo de mamona não possui ricina, pois toda a proteína da semente permanece na torta após o processo de extração, até mesmo porque essa proteína é insolúvel em óleo.

### **2.9.2. Ricinina**

A ricinina é um alcalóide que pode ser encontrado em todas as partes da planta, podendo ser detectado desde as fases iniciais de desenvolvimento. Foi isolada a primeira vez por Tuson, em 1864, e teve sua estrutura determinada por Henry, em 1949. A contribuição da ricinina à toxicidade da torta é muito pequena por apresentar baixa atividade tóxica e estar presente em baixa concentração. (HOLFELDER, 1998).

O teor de ricinina varia muito entre partes da planta: 1,3% nas folhas (matéria seca), 2,5% em plântulas estioladas, 0,03% no endosperma da semente e 0,15% na casca da semente. O teor do alcalóide nas sementes é influenciado tanto por características genéticas como por estresses ambientais e se correlaciona negativamente com o teor de ricina nas sementes. No fruto, o teor de ricinina é alto na cápsula externa, médio na casca da semente e pequeno no endosperma. (BIODIESELBR, 2006)

## 2.10. Créditos de Carbono

O mercado de créditos de carbono foi criado em dezembro de 1997 com a assinatura do “Protocolo de Kyoto”. Nele foram estabelecidas metas de redução de gases poluentes pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento, que se comprometeram em reduzir as emissões, em média, 5% abaixo dos níveis registrados em 1990, para o período entre 2008 e 2012. Esse período é também conhecido como primeiro período de compromisso.

Para não comprometer as economias desses países, o protocolo estabeleceu que, caso seja impossível atingir as metas estabelecidas por meio da redução das emissões dos gases, os países poderão comprar créditos de outras nações que possuam projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL é um instrumento de flexibilização que permite a participação no mercado dos países em desenvolvimento, ou nações sem compromissos de redução, como o Brasil. Os países que não conseguirem atingir suas metas terão liberdade para investir em projetos MDL de países em desenvolvimento.

O Brasil deve se beneficiar deste cenário como vendedor de créditos de carbono, e também como alvo de investimentos em projetos engajados com a redução da emissão de gases poluentes, como é o caso do biodiesel. Segundo estimativas do Banco Mundial, o país poderá ter uma participação de 10% no mercado de MDL, equivalente a US\$ 1,3 bilhões. (POINTCARBON, 2005).

Portanto, os benefícios gerados pela produção de biodiesel no Brasil podem ser convertidos em vantagens econômicas, pelo acordo estabelecido no “Protocolo de Kyoto” e nas diretrizes do MDL. O ganho decorrente da redução da emissão de CO<sub>2</sub>, por queimar um combustível mais limpo, pode ser estimado em cerca de 2,5 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de biodiesel. No mercado europeu, os créditos de carbono são negociados por volta de US\$ 9,25 por tonelada. Portanto, 348 mil toneladas de biodiesel de mamona geram uma economia de 870 mil toneladas de CO<sub>2</sub>, podendo ser comercializada por US\$ 8 milhões.

Outra vantagem que está sendo estudada é a absorção de carbono na atmosfera pela própria plantação de mamona. Uma lavoura de 1 hectare de mamona pode absorver até 8 toneladas de gás carbônico da atmosfera. Como para a substituição de

1% de diesel mineral são necessários 348 mil toneladas de mamona, são ocupados 740 mil hectares. Ou seja, anualmente poderiam ser absorvidas mais 6 milhões de toneladas de carbono pela lavoura de mamona, o que poderia garantir para o Brasil mais US\$ 55,5 milhões pela substituição ao diesel mineral. Porém, esse cálculo não pode ser considerado, pois não existem garantias de que esse tipo de seqüestro seja comercializável, dado ao curto ciclo de vida da planta de mamona. (LUCENA, 2004).

### 2.11. Projeção



Figura 08: Girassol: matéria-prima para a produção de biodiesel.

Os investimentos em tecnologia e a diversificação permitiram à Petrobras alcançar a independência na produção de petróleo e derivados em 2006. As condições geográficas, climáticas e de recursos naturais do Brasil, e a necessidade de diversificar a matriz energética, por motivos econômicos e ambientais, faz deste país o de maior potencial em todo o mundo no que diz respeito à produção de combustíveis renováveis.

O Pró-Álcool, cuja produção vem de origem agrícola, e que por isso depende das condições climáticas, não foi levado à diante por que a demanda não acompanharia a oferta já que não houve planejamento na época de sua criação. Já o "Pró-biodiesel" depende apenas de óleo vegetal, que pode ser resultante de produções diversas, e inclusive animal, permitindo assim, infinita fonte de matéria-prima e possibilidade nula de escassez da mesma. Sendo assim, a viabilidade do uso de biodiesel é imediata, destacando-se com isso o impacto ambiental, que com o acréscimo de apenas 2% do biocombustível no diesel convencional, a emissão de poluentes já é 5% menor em relação ao diesel totalmente convencional.

O Brasil se apresenta atualmente no cenário internacional, como um país que investe em alternativas para se tornar independente do petróleo. Investindo em tecnologia e explorando seu potencial, visando principalmente à escassez e o preço do petróleo, como espelho para no futuro, estar vendendo esta tecnologia e quem sabe, exportando biocombustível em proporções a se tornar um país entre os mais importantes do Mundo.

Antecipando-se à Lei 11.097/05, a Petrobras fez acordos para que até 31 de dezembro de 2006, todos os postos BR estejam comercializando diesel composto por 2% de biodiesel.

Para atender à demanda nacional, com 5% de biodiesel adicionados ao diesel, será necessário que a produção nacional de óleos vegetais, seja 50% superior à de hoje, o que depende de um plano de governo e investimentos.

De acordo com Nogueira, 2004, o estudo das perspectivas de oferta e demanda de petróleo aponta para uma redução da dependência externa, o suprimento de derivados indica uma situação diferente e merece ser analisada a parte. Ainda segundo Nogueira, 2004, as reservas de combustíveis fósseis são necessariamente exauríveis e devem ser utilizadas com a clara noção de sua inerente e irreversível exaustão. (...) é importante que se considerem as possibilidades de transição para fontes energéticas mais brandas. No caso do Brasil, algumas destas alternativas já estão identificadas e devem ser reforçadas, especialmente aquelas associadas ao uso das “bioenergias”, cujo potencial brasileiro é reconhecido.

Segundo Oliveira, 2005, os esforços do governo em relação à necessidade de aumento da oferta de energia elétrica para se atender às perspectivas de aumento da demanda, poderiam ser canalizados, em parte, para o uso de óleos vegetais na geração elétrica, estimulando-se soluções regionais.

Torna-se cada vez mais clara a necessidade de uma política de planejamento, para que as energias não-renováveis deixem de configurar a formação da matriz energética do país em longo prazo. Torna-se emergencial a implantação de uma política que explore todo o potencial renovável do Brasil e o estabeleça definitivamente como referência mundial no desenvolvimento e uso de fontes alternativas.

Discordando um pouco dessa projeção otimista, destaca-se Fangrui, 2004, afirmando que na crise atual na qual se encontra a população humana mundial, será necessária mais terra para a produção de alimento para o consumo humano, (indiretamente

alimento animal também). O problema já existe na Ásia, onde o preço de óleos vegetais é relativamente alto. O mesmo poderá acontecer com o restante do mundo. Este é o grande desafio do biodiesel. Deste ponto de vista, o biodiesel pode ser utilizado mais efetivamente como um suplemento para outras formas de energia, e não como matéria prima.

È necessário reconhecer que os preços dos óleos vegetais, têm a tendência de sofrer aumento de preço, se a demanda pelo mesmo não acompanhar a produção, para o abastecimento do mercado do biodiesel, que terá o seu acréscimo em 2%, obrigatório até 2008 em todo o país.

Muito mais entusiasmado com a questão, porém não menos realista, Pahl, 2005, afirma que na Europa, o biodiesel começou a ser produzido em escala industrial desde 1992 e com um apoio governamental forte da União Européia, substituíram 2% do diesel comum utilizado pelos países membros, pelo biodiesel. A meta é atingir a porcentagem de 5,75% em 2010, no intuito de reduzir a dependência de petróleo e também a emissão de poluentes. Exemplo a ser seguido pelos países preocupados com o preço do petróleo, comprometidos com a questão ambiental, e que desejam ter uma fonte alternativa de produção de energia, para quando houver escassez de petróleo.

Michael Klare, titular da cadeira de Paz e Segurança Mundial no Hampshire College e na Amherst University, nos Estados Unidos, constata que “O controle pelo controle dos recursos naturais voltou ao palco principal da geografia”. Klare argumenta que guerras como a do Golfo, a do Afeganistão e a ocupação do Iraque, pelos Estados Unidos, situam-se entre as disputas pelo controle de um recurso natural estratégico e fundamental: o petróleo. Segundo ele, uma boa parte das guerras de conquista e de posicionamento, ficará marcada pelo controle "geo-estratégico" de recursos como energéticos, os sistemas aquíferos, minerais e florestais.

## **2.12. Matriz energética**

O Brasil foi pioneiro no desenvolvimento de tecnologia para automóveis movidos á álcool hidratado com o “Programa Nacional de Álcool” (Pro-álcool), e conta com 44% de energia renovável em sua matriz energética, vantagem três vezes maior do que a média mundial, de 14%. Com a descoberta da Bacia de Campos, no Rio de Janeiro e a diminuição da dependência do petróleo importado, a viabilidade do álcool em substituição à gasolina, passava a depender de subsídios públicos. Houve cortes

nos subsídios para investimento e os reajustes aos preços do álcool a partir de 1985, e ficaram abaixo da inflação, o que se traduziu em diminuição da rentabilidade do setor, mesmo contando com uma redução dos seus custos de produção em torno de 4% ao ano. (ANNICCHINO, 1989).

A intensificação da emissão de gases poluentes, causadores do efeito estufa (GEE) foi responsável pelo aumento da temperatura da Terra no vigésimo século, sendo que este século teve a maior temperatura dos últimos 1000 anos e ainda: a última década foi a mais quente deste século.

Uma das alternativas para diminuir a emissão destes gases, é a utilização de combustíveis renováveis. A frota brasileira de automóveis é de vinte milhões de veículos (13ª do mundo), e sua participação na emissão de CO<sub>2</sub> proveniente da queima de combustíveis, é de apenas 1%. O país que mais contribui com a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, são os EUA, com uma frota de 221 milhões de veículos, é responsável por 24% da emissão de CO<sub>2</sub> em todo o mundo, seguido pela China, responsável por 13%. (ANFAVEA, 2003).

Entre os diversos desafios que as energias renováveis apresentam para o país, pode-se citar a conversão de óleo de soja para mistura de 5% ao diesel; as diversas fontes para aumentar a produção e o uso do biodiesel. A produção de biodiesel está sendo feita em média escala em vários países europeus, como a França, Áustria e Alemanha. No Brasil devem-se considerar as outras fontes, características de cada região: mamona no Nordeste, dendê na Bahia, atraindo investimento e incentivando o desenvolvimento localizado (GOLDEMBERG, 2003).

A energia dita a posição das nações no mundo. A Inglaterra do décimo nono século mandava, era a “Senhora” das minas de carvão, do transporte e do controle total do comércio. No vigésimo século, os EUA assumiram o controle da produção de óleo e comercialização do petróleo, após o fim da Segunda Guerra Mundial, tornando-se uma potência. No vigésimo primeiro século, os Estados Unidos ainda permanecerão na liderança do planeta Terra controlando a produção das biomassas (sinônimo de bio-energias). Seu “Programa de Produção de Biomassa” tem a intenção de produzir um bilhão de toneladas por ano. Quem tiver “bio-combustíveis” terá futuro. O biodiesel será um deles no Brasil, unido a outras fontes renováveis.

Se o Brasil tiver uma política deste nível, poderá ser uma “Arábia Saudita Verde”, com o fim dos combustíveis fósseis. “A extensão continental, os trópicos

inundados de Sol, credenciam o Brasil a ser produtor não só de álcool, mas de biocombustíveis”. (MACEDO, 2005).

### **3. DESENVOLVIMENTO**

Ao conquistar a auto-suficiência na produção de petróleo o Brasil deixou de ser tão dependente do petróleo importado e poderá contemplar a partir deste ano, uma posição mais confortável em relação à energia. No momento em que o mundo vive a expectativa da escassez do petróleo, e que o consumo deste é igual ao seu volume de produção, o Brasil se destaca em tecnologias de geração de energias a partir de fontes renováveis.

O fato da produção e consumo se igualarem, provoca instabilidade no preço do “brent” (barril de petróleo), porém a produção nacional sendo superior a demanda, há mais tranquilidade para administrá-la.

#### **3.1. Obstáculos para a produção de biodiesel**

O Brasil enfrenta os seguintes obstáculos na implantação do “Programa Nacional do Biodiesel”:

Dificuldades no estabelecimento de políticas públicas adequadas para dar elegibilidade, sustentação e viabilidade ao programa; falta de projetos demonstrativos (projetos-piloto e testes de campo) que permitam conquistar em definitivo a confiança da opinião pública e o apoio e interesse do setor produtivo; carência de critérios técnicos e transparência da definição das especificações a serem exigidas para o licenciamento do produto; barreiras econômicas geradas pelo desconhecimento de fatores agrônômicos e tecnológicos que permitam a utilização de matérias graxas mais baratas

para a produção de biodiesel, e ainda a falta de responsabilidade social de produtores artesanais.

A implantação de um programa energético com biodiesel abre oportunidades para grandes benefícios sociais decorrentes do alto índice de geração de emprego por capital investido, culminando com a valorização do campo e a promoção do trabalhador rural, além das demandas por mão-de-obra qualificada para o processo, em muitos casos, beneficiamento de óleos vegetais.

### **3.2. Fontes renováveis**

A maioria das fontes renováveis é vista como alternativa, pois, exceto as hidrelétricas, ainda não produz muita eletricidade no planeta, o que está sendo cada vez mais pesquisado. Menos poluentes, as fontes renováveis preservam o meio ambiente.

### **3.3. Fontes não renováveis**

Mais utilizadas atualmente no planeta, as fontes não renováveis têm seus dias contados. Além disso, poluem mais o meio ambiente.

O petróleo, por exemplo, tem a vantagem de ser transportado com facilidade, mas polui a atmosfera com o dióxido de carbono. O carvão mineral é outra fonte não renovável utilizada no Brasil, através das usinas termelétricas. Libera poluentes na atmosfera que contribuem para a chuva ácida. O país tem investido no gás natural como fonte de energia elétrica, o que faz com que se tenha mais uma alternativa energética. O gás polui em menor escala, mas o custo de instalação dos gasodutos é muito alto. Os reatores nucleares são fontes de energia elétrica, mas também servem à fabricação de bombas atômicas. Além desse perigo, ainda não existe tecnologia para tratar o lixo nuclear: os riscos de contaminação são muito altos.

### **3.4. Petróleo: fonte de energia**

O petróleo é a principal fonte de energia do mundo juntamente com o gás natural, alimentando mais de 60% das necessidades energéticas dos países industrializados.

Apesar de muito esforço científico e tecnológico ter sido desenvolvido nos últimos 30 anos para encontrar fontes alternativas de geração de energia, não foi encontrada neste período, nenhuma forma com custos comparáveis ao petróleo que possa substituí-lo. O mundo industrial continua dependendo do óleo negro para mover a logística de transportes, que permite levar a produção a todos os lugares da Terra. Um corte abrupto no suprimento de petróleo causaria um efeito devastador na economia, como a recente crise elétrica do Brasil ilustrou.

Há cerca de trinta anos, a possibilidade do esgotamento dos recursos petrolíferos foi identificada como uma ameaça para o terceiro milênio. Estimava-se àquela época que no início do vigésimo primeiro século, as reservas de petróleo estariam em rápido declínio e, conseqüentemente os preços ficariam muito altos.

O consumo de petróleo permaneceu altamente crescente até meados da década de 80, enquanto a descoberta de novas reservas acontecia lentamente. Nos países árabes, onde se localizam imensas concentrações de reservas fazem do suprimento de petróleo, uma arma política. A perspectiva de escassez provocou forte aumento no preço do petróleo, de certa forma confirmando as previsões pessimistas de décadas atrás.

O preço elevado da principal fonte de energia do mundo industrial provocou uma recessão econômica reduzindo seu consumo. Além disso, induziu a exploração de novas bacias sedimentares em busca de novas fontes de suprimento desse combustível fóssil, assim como a busca de tecnologias mais eficientes para o uso da energia e a substituição do petróleo por fontes alternativas. Graças a essa busca, as expectativas em relação à escassez do petróleo, se reverteram, sendo que em meados da década de 80, o preço estava muito próximo do praticado antes da crise dos anos 70.

Após cerca de duas décadas de relativa estabilidade, o mundo vive um período de forte instabilidade no preço do petróleo. Nos dias atuais, a questão do esgotamento físico das reservas não está no centro das preocupações dos países industriais, como ocorreu na Crise do Petróleo da segunda metade do século passado. Uma análise, limitada estritamente ao aspecto da disponibilidade de recursos, indica que as reservas

conhecidas e a expectativa de novas descobertas permitem manter o consumo atual por pelo menos outros 50 anos.

A crise política no Golfo Pérsico, onde se concentra a maioria das reservas conhecidas de petróleo do mundo, é a situação mais grave envolvendo o petróleo atualmente em curto prazo. No longo prazo, a maior preocupação é a perspectiva de um aumento do consumo de combustíveis nos países em desenvolvimento, pois irá exercer forte impacto sobre as reservas mundiais e o meio ambiente.

#### **3.4.1. Importação e exportação**

A construção de uma nova plataforma da Petrobras, a FPSO Capixaba, poderá oferecer ao Brasil, a redução da importação de petróleo leve (próprio para a produção de óleo diesel). Sua capacidade total de produção é de 100 mil barris de petróleo por dia.. Quando dois de seus poços produtores estiverem operando, o estado do Espírito Santo se tornará o segundo maior produtor brasileiro de petróleo.

#### **3.4.2. O papel da Petrobras**

A ativa participação da empresa no Governo Lula, como uma estatal demonstra características estratégicas muito distintas das usadas no governo Fernando Henrique, quando a Petrobras passou por processos de internacionalização e profissionalização da gestão, com maior autonomia para agir como agente privado. Muitos agentes econômicos envolvidos no mercado energético criticam a empresa que, ao priorizar demandas do governo em detrimento de decisões empresariais, acaba comprometendo investimentos futuros.

Devido ao grande montante de investimentos exigidos no processo de implementação de um novo produto na matriz energética brasileira, como é o caso do biodiesel, a forte participação da Petrobras como agente econômico é necessária para viabilizar o projeto e abrir o novo mercado. O Presidente Lula afirmou que o programa de incentivo à produção do biodiesel no país contará com apoio logístico da Petrobras, para garantir a distribuição do produto em todo o território nacional. Apenas em julho de 2005, foram investidos R\$ 20 milhões na adequação das bases para receber e armazenar 18

milhões de litros de biocombustíveis. Sete das bases estão localizadas na região Nordeste, uma em Belém, no Pará, uma em Cuiabá, Mato Grosso e uma em Rolândia, no Paraná.

### 3.4.3. Plataforma P-50 da Petrobras



Figura 09: Plataforma P-50 da Petrobras. (PETROBRAS, 2006)

Investimentos em tecnologias, no descobrimento de novas reservas, em construções de novas plataformas e refinarias e principalmente, muito investimento em fontes de energia renováveis, serão necessários para sustentar a auto-suficiência na produção de petróleo no Brasil.

A P-50, grande estrela da conquista da auto-suficiência, é a plataforma com maior capacidade de produção do Brasil, com 180 mil barris diários, o que representa 11% do volume médio produzido no país em 2005. Ela tem capacidade para comprimir seis milhões de metros cúbicos de gás natural e de estocar 1,6 milhão de barris de petróleo. A plataforma é o resultado da conversão do casco do navio Felipe Camarão, da frota da Petrobras, em unidade de produção do tipo FPSO, que produz, processa, armazena e escoo o óleo e o gás. Esta conversão foi realizada em Cingapura pelo estaleiro Jurong, em 2003.

O custo total foi de US\$ 634 milhões. Foram construídos no Brasil os módulos que ficam sobre o casco e a integração de todos os componentes da plataforma. Essas obras geraram 4 mil empregos diretos e 12 mil indiretos no país. Instalada no campo Albacora Leste (Bacia de Campos), a P-50 tem a participação da empresa espanhola Repsol, com 10%. O campo de Albacora Leste está localizado a 120 quilômetros a partir

do Cabo de São Tomé, ocupando uma área de 141 quilômetros quadrados onde a profundidade varia de 800 a 2 mil metros. A plataforma P-50 tem 337 metros de comprimento, área submersa de 21 metros e 55 metros de altura, equivalente a um prédio de 18 andares.

### 3.5. O custo do petróleo

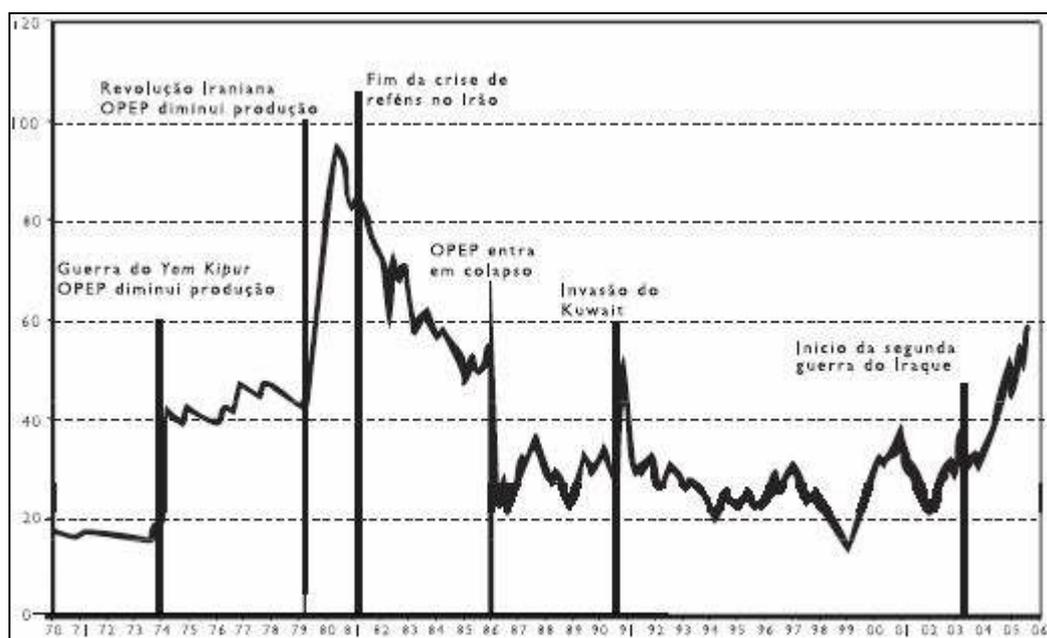


Figura 10: Preço do Brent. (BIODIESELECOOLEO, 2005).

O petróleo é um insumo com características peculiares. Seu custo técnico de produção varia muito em função das características geo-econômicas e geológicas da região produtora. Nos dias atuais, o custo técnico do barril oscila entre pouco menos de US\$ 1,00 (um dólar) em alguns campos da Arábia Saudita e pouco mais de US\$ 12,00 (doze dólares) em boa parte dos campos terrestres da costa leste dos Estados Unidos. No caso brasileiro, temos campos produtores com custo técnico do barril inferior a US\$ 6,00 (seis dólares) na bacia de Campos e outros com custo técnico superior a US\$ 18,00 (dezoito dólares) nas bacias terrestres da Bahia.

Mas não é apenas o custo técnico do petróleo que determina seu custo final. Existem vários outros tributos acrescentados a ele, como por exemplo os “royalties” e o “Imposto sobre lucros excepcionais” que são particularmente relevantes no caso dos petróleos de baixo custo técnico de produção. Estes impostos são a mais

importante fonte de receita fiscal nos países em desenvolvimento que têm no petróleo seu principal produto de exportação. Nesses países, as empresas petrolíferas são induzidas a programar sua produção em função das necessidades fiscais do governo. Quando o preço no mercado internacional está elevado e a situação fiscal é confortável, as empresas são induzidas a restringir sua produção. O inverso ocorre quando o preço está baixo e a situação fiscal é frágil. Os países membros da “OPEP” (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) têm programas de produção organizados pela mesma, o que mantém o preço do petróleo relativamente alto (entre US\$ 24 e US\$ 28 por barril) em relação aos custos técnicos de produção desses países.

O petróleo é um insumo caracterizado principalmente pela acentuada variação de preço em curto prazo devido à alta demanda. Em contrapartida, possui significativa elasticidade no preço em longo prazo, o que significa dizer que, a elevação no preço do petróleo provoca pequena alteração no consumo deste insumo no curto prazo, mas implica em alterações de forma importante no consumo em longo prazo. Em outras palavras, quando os produtores têm um ganho muito grande no curto prazo, o risco de perda de mercado significativa no longo prazo, é evidente. Esse risco é, na verdade, o principal elemento inibidor da elevação significativa do preço desse insumo, percebida pelos produtores de petróleo, que exploram a forte dependência deste suprimento no mundo industrial, como uma oportunidade para aumentar seu preço.

Grande parte do petróleo consumido em todo o Planeta Terra está restrita a poucos países. Somente os Estados Unidos consomem cerca de 25% do petróleo produzido no mundo. Os países europeus e o Japão são responsáveis por cerca de outros 40%. A perspectiva de relativa tranqüilidade na disponibilidade de petróleo, depende entre outras coisas, do equilíbrio no consumo desse precioso combustível, pois pouco menos de 15% da população mundial ficam com aproximadamente dois terços dos benefícios econômicos da maior riqueza mineral do Planeta. Vale ressaltar que a tranqüilidade em relação ao suprimento de petróleo, no longo prazo, depende das condições políticas vigentes no Golfo Pérsico, principalmente na Arábia Saudita, de onde sai pouco mais de 15% do abastecimento de petróleo do mundo nos dias atuais.

Após a crise do petróleo da década de 70, o mundo viveu um período de relativa tranqüilidade neste mercado nas duas décadas seguintes. Dois fatores principais contribuíram com essa estabilidade: a estagnação no consumo mundial de petróleo e a perspectiva de uma Solução para a questão da Palestina. A existência garantida

das reservas conhecidas no Golfo Pérsico e a esperança de que a região colaborasse em regime cooperativo com os países consumidores, aproximaram o preço do petróleo para o custo técnico de produção dos produtores marginais dos Estados Unidos, que passou a ser em média US\$ 16 (dezesesseis dólares) por barril.

Mais recentemente, os dois fatores apontados acima foram revertidos. Os Estados Unidos deixaram de lado a preocupação com os problemas ambientais provocados pelo uso intensivo de combustíveis fósseis e o caminho negociado para o problema palestino foi abandonado voltando-se a utilizar a força como mecanismo de Solução.

Os conflitos naquela região geram enorme incerteza quanto ao fluxo de petróleo no curto prazo, com óbvios impactos no seu preço. O preço do petróleo tende a ficar elevado enquanto persistir o clima de tensão militar no Golfo Pérsico.

A decisão da administração norte-americana atual de minimizar os impactos ambientais da aceleração do consumo de combustíveis fósseis, e a política utilizada para garantir o controle das reservas do Golfo Pérsico, podem de certa forma postergar o esforço necessário da busca por fontes alternativas de energia. Uma vez mais, o mundo se vê diante da elevação monumental do preço do petróleo, e este se tornou um dos principais desafios a enfrentar atualmente, especialmente para os países que não dispuserem de fontes próprias de suprimento desse precioso recurso natural.

### **3.6. O preço do petróleo**

Nos últimos trinta anos o mundo enfrentou dois “choques” no preço do petróleo: O primeiro em 1973, desencadeado após a Guerra do “Yom Kippur”, quando os produtores árabes suspenderam as exportações para os Estados Unidos como uma punição pelo apoio do Ocidente a Israel naquela guerra. O segundo “choque” foi resultado de uma ação liderada pela Arábia Saudita, devido ao agravamento da conjuntura internacional pela ocorrência da revolução fundamentalista ocorrida no Iran naquele ano.

O preço do barril de petróleo, expresso em dólar de 2003, atingiu US\$ 42 (quarenta e dois dólares) em 1973 e chegou a US\$ 80 (oitenta dólares) o barril em 1979. Em Outubro de 2004 o petróleo atingira US\$ 48 (quarenta e oito dólares) o barril, retomando níveis próximos aos do primeiro choque.

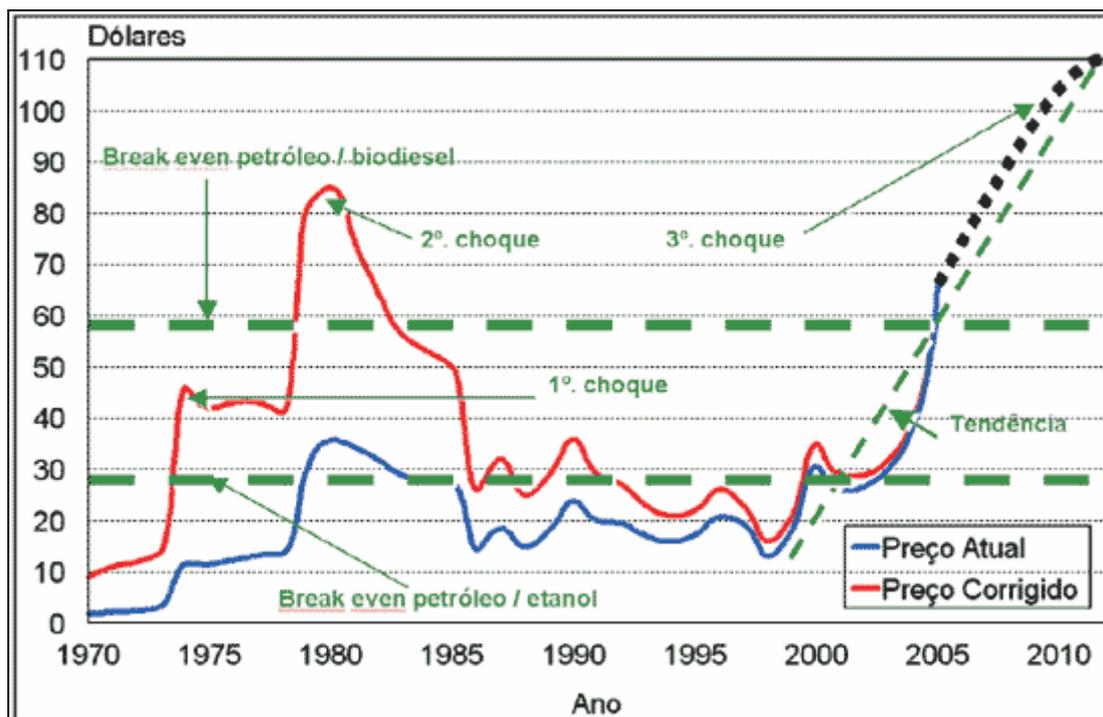


Figura 11: Preços Internacionais de Petróleo em Dólar Corrente e em Dólar de 2003. (BIODIESELECOOLEO, 2005)

Uma justificativa para a elevação nos preços do petróleo, pode ser a retomada de sua participação na matriz energética mundial, que passou a ser igual à observada antes dos “choques” de 1973 e 1979, e também mesmo se as tensões políticas causadoras da elevação atual do preço do petróleo se extinguirem, não se deve esperar que ele retorne ao nível de US\$ 20 (vinte dólares) o barril, praticado em boa parte da década de noventa.

Há muita controvérsia a respeito do preço final efetivo do biodiesel para o consumidor. A diferença entre as matérias-primas utilizadas na produção, assim como a escala da planta de transesterificação e a incidência tributária no produto, podem resultar em grandes distinções de custo. Essas distinções podem inclusive gerar resultados contraditórios na comparação com o preço do diesel mineral, tornando a análise inviável atualmente.

### 3.7. Alternativas

Desde o início do vigésimo século, o mundo tem sofrido com a exploração de seus recursos naturais, com a poluição da atmosfera e com a degradação do

solo, por isso as chamadas “fontes alternativas de energia” ganham um espaço cada vez maior. Essas fontes alternativas, além de não prejudicarem a natureza, são renováveis, e por isso, perenes.

Muitos ainda vêem a geração de energia por fontes renováveis como uma iniciativa isolada, incapaz de atender à grande demanda de um país continental. A utilização de energias alternativas não pressupõe o abandono imediato dos recursos tradicionais, mas sua capacidade não deve ser subestimada.

A Alemanha, por exemplo, provou como o uso das fontes renováveis pode ser útil ao Estado, à população e ao meio-ambiente. O país é responsável por cerca de um terço de toda a energia eólica instalada no mundo, representando metade da potência gerada em toda a Europa. O investimento em tecnologia também permitiu aos germânicos se destacarem na utilização de combustíveis de origem vegetal, pois é hoje o maior produtor mundial de biodiesel.

### **3.7.1. Biomassa**

Há três classes de biomassa: a biomassa sólida, a líquida e a gasosa. A biomassa sólida tem como fonte os produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), os resíduos das florestas e a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos.

A biomassa líquida existe em uma série de “biocombustíveis” líquidos com potencial de utilização, todos com origem nas chamadas “culturas energéticas”. São exemplos o biodiesel, o etanol e o metanol.

Já a biomassa gasosa é encontrada nos efluentes agropecuários provenientes da agroindústria e do meio urbano. É achada também nos aterros de RSU (resíduos sólidos urbanos). Estes resíduos são resultados da degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica, e são constituídos por uma mistura de metano e gás carbônico. Esses materiais são submetidos à combustão para a geração de energia.

Os maiores desafios aos quais enfrentam atualmente os setores de planejamento das empresas energéticas e dos órgãos governamentais, no Brasil e no Mundo são: a evolução da demanda e da oferta de energia, e a preocupação com o aquecimento global. A existência de estudos e pesquisas visando o trabalho integrado de explorar as diferentes formas de energia, torna-se fundamental para o funcionamento

destes próprios agentes e dos órgãos reguladores neste momento, devido ao aumento da competitividade no setor.

### 3.8. Futuro

O Brasil apresenta hoje, a marca de 41% de energia renovável na sua matriz energética, percentual três vezes superior à média Mundial de 14%.

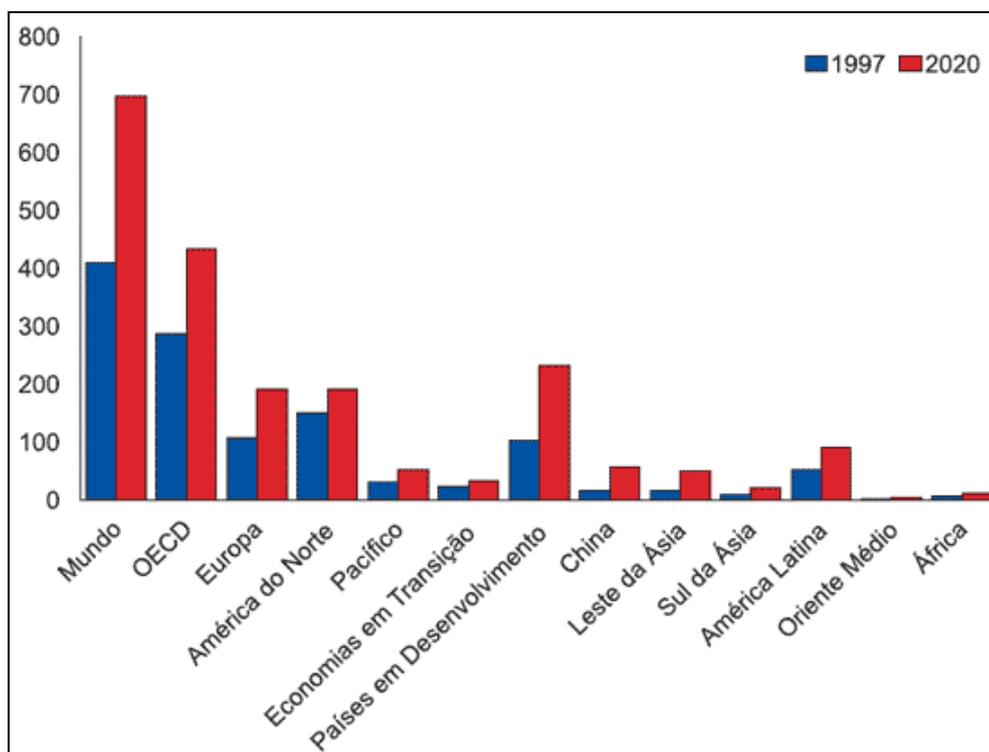


Figura 12: Participação do biodiesel na matriz energética mundial. (BIODIESELECOOLEO, 2005)

Este é o século da escassez do petróleo, do urânio e do gás natural. O petróleo deverá acabar em 2040, o gás natural em 2060, o urânio em 2070, os níveis atuais de consumo se mantiverem e se não houver mais descobertas de novas reservas. A maior parte da produção (85,5%) do petróleo consumido em todo o mundo, vem do Oriente Médio.

As vantagens da introdução do biodiesel na matriz energética do Brasil, implicam na evolução em vários setores: econômico, social, ambiental e tecnológico, por exemplo. Exemplificando regionalmente, no Nordeste, o biodiesel e a mamona fazem o contraponto das agriculturas mecanizadas, com enfoque na agricultura

familiar. Há condições de se gerar ocupação para cerca de dois milhões de famílias, plantando quatro milhões de hectares de mamona e produzindo dois bilhões de litros de biodiesel por ano, reduzindo os índices de pobreza na região semi-árida do Nordeste.

O Brasil investe na tecnologia para a obtenção de "biocombustíveis", em um momento importante, tendo em vista o prazo do cumprimento do "Protocolo de Kyoto". Os países signatários procuram hoje uma nova matriz energética, com qualidades menos poluentes e neste sentido, o presente estudo pretende mostrar as possibilidades reais que o Brasil possui para se desenvolver a partir de investimentos em fontes alternativas de geração de energia.

A poluição atmosférica e o aumento do aquecimento global fazem deste trabalho, uma importante projeção do impacto ambiental decorrente da utilização de 5% de biodiesel no diesel de petróleo utilizado em território nacional a partir de 2013.

A utilização de combustíveis de origem fóssil acarreta mal estar e inúmeras doenças respiratórias na população, o que pode ser amenizado com a utilização de biocombustível, pois possibilita um transporte rodoviário de passageiros e de carga, mais limpos, oferecendo como resultado, uma significativamente melhor qualidade do ar. Projeção realizada por Marchetti, 1984, da participação relativa das diversas fontes primárias de energia no mercado (Figura 13).

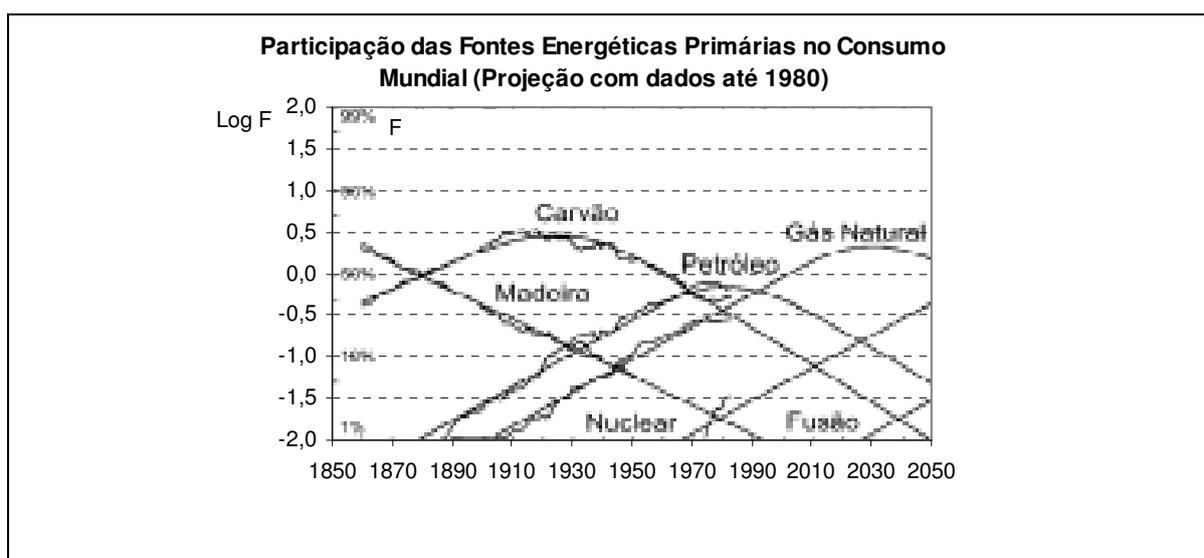


Figura 13: Projeção 01, MARCHETTI, 1984. Comparação com a evolução real da participação das fontes energéticas (acima) (IEA).

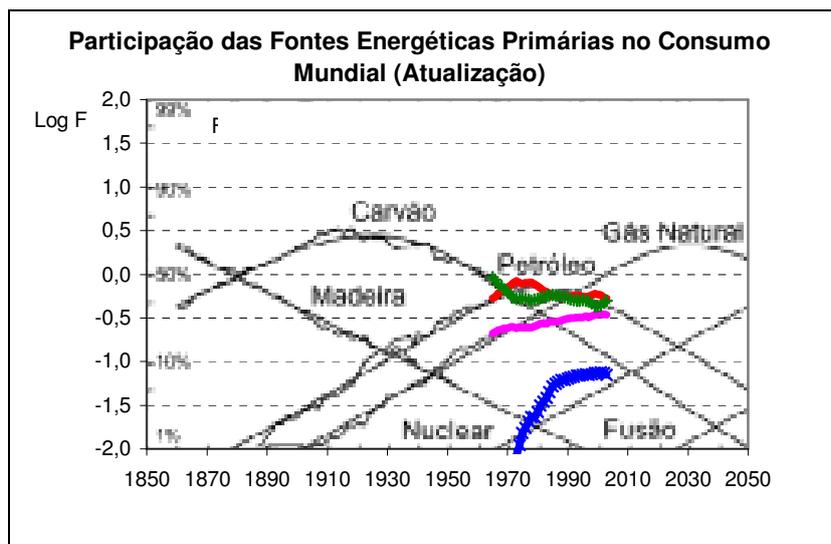


Figura 14: Projeção 02, MARCHETTI, 1984. Comparação com a evolução real da participação das fontes energéticas (acima) (IEA).

A participação do petróleo que havia sido deprimida com os choques de preços de 1973 e 1979 voltou à trajetória prevista depois do “choque” nos preços de petróleo de 1986.

Pode-se também compreender a resistência corrente dos EUA aos dispositivos do “Protocolo de Kyoto”, em face das dificuldades da economia americana para abastecer-se de gás natural que proporciona sensíveis ganhos na emissão de CO<sub>2</sub>, quando substituindo o carvão mineral (Figura 14).

### 3.8.1. Novos investimentos

O Brasil é o único país que proíbe o diesel para carros de passeio. Desde o fim da década de 70, durante a crise do petróleo, sua utilização é proibida, mas os carros brasileiros podem voltar a rodar com diesel. As montadoras já testam a mistura de 30% de biodiesel ao diesel, o que diminuiria a dependência da importação, e abriria espaço para o abastecimento de veículos leves. Com a crise atual da Bolívia, o abastecimento de gás natural poderá ser prejudicado, o que poderia ser compensado com a utilização de biodiesel nas frotas de táxi, por exemplo, configurando outra vantagem na liberação da utilização do diesel em veículos leves no Brasil.

Dois modelos fabricados pela PSA Peugeot Citroen, o 206 e Xsara Picasso já rodaram mais de 160 mil quilômetros com 30% de biodiesel brasileiro. Os testes

foram feitos no país em conjunto com o Ladatel, laboratório ligado à Universidade de São Paulo (USP).

Dos 40 bilhões de litros de diesel consumidos anualmente no Brasil, 5% são importados. O biodiesel pode acabar com essa dependência, além de ser renovável e de reduzir a emissão de poluentes em até 15%. A PSA é a maior fabricante mundial de motores a diesel de baixa cilindrada. Na Europa, metade dos carros vendidos hoje é movida a diesel, embora custem em média 20% mais caros que versões a gasolina. Na Europa, o uso do diesel vem crescendo nos últimos dez anos. Nos Estados Unidos, começa a ser adotado agora em utilitários esportivos. Na Argentina o uso é intenso principalmente por taxistas. Problemas como barulho e emissão de fumaça preta já foram superados com novas tecnologias.

#### 4. CONCLUSÃO

Nos próximos cinco anos a Petrobras investirá mais de R\$ 110 bilhões no Brasil, sendo 54% deste valor em projetos para sustentar a auto-suficiência. Numa comparação com os números de 2004, em seis anos, a produção aumentará 54%, as exportações crescerão 190% e as importações serão reduzidas em 65%. Tudo isso como resultado dos investimentos previstos no Plano de Negócios 2006-2010 da Petrobras. Estes investimentos proporcionarão a abertura de cerca de 419 mil empregos no Brasil até 2010, sendo 160 mil deles diretos.

A introdução do biodiesel na matriz energética do Brasil, trará benefícios também para o setor de álcool combustível, devido à sua utilização no processo de transesterificação por rota etílica, gerando aumento imediato na demanda do produto. A Alemanha é um país historicamente dependente de suprimento externo de petróleo. Além disso, as metas de substituição do diesel na União Européia são superiores ao incremento da capacidade produtiva do país. Um dos cálculos do potencial de exportação brasileiro analisou o déficit alemão baseado na capacidade de produção atual, de cerca de 1,109 milhões de toneladas por ano. Através desse cálculo, o Ministério das Minas e Energia espera que o Brasil comece a exportar, a partir de 2008, cerca de 221 mil toneladas de biodiesel, a um preço estimado de R\$ 1,10 por litro. Isso significaria uma receita adicional de cerca de US\$ 100 milhões. Outros mercados possíveis para exportação do biodiesel nacional seriam Japão, Espanha, e Itália. Além disso, ainda existe a possibilidade de exportar os co-produtos do processo de produção do biodiesel, tais como a glicerina e o farelo vegetal.

A estimativa feita pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Integração Regional e Ministério das Cidades é de que, a cada 1% de substituição do óleo diesel pelo biodiesel de mamona, sejam gerados 45 mil empregos diretos no campo, com renda média anual de R\$ 4.900,00 por emprego. Considerando uma taxa de câmbio de R\$ 2,80/US\$, isso representa um incremento de US\$ 78,75 milhões na renda nacional, sem considerar os empregos indiretos.

A adição de 10% do diesel vegetal ao óleo diesel mineral levariam o país a reduzir as importações em 250 milhões de litros de óleo diesel, estima a Petrobras. O valor foi calculado sobre o total de diesel importado em 2005, de 2,7 bilhões de litros, volume necessário para complementar o demanda interna do produto.

Haverá uma economia de US\$ 348,3 milhões (números de 2005) por ano quando todo o mercado estiver abastecido com o B2 em 2008. Em oito anos, a economia vai chegar a US\$ 870,9 milhões com o uso da mistura B5 (5% de biodiesel e 95% de óleo diesel). É uma economia importante visto que o Brasil consome 40,4 bilhões de litros de diesel por ano, o que representa quase 40% do consumo de combustível no país. O diesel é o principal combustível usado hoje no Brasil. O biodiesel vai permitir também a economia das nossas reservas. Se não importarmos e produzirmos o biodiesel aqui, teremos mais petróleo por mais tempo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROPALMA. Disponível em: <[http:// www.agropalma.com.br](http://www.agropalma.com.br)>. Acesso em 31 jan. 2006.

BADANHAN, L. F., **Energia no Brasil: os próximos dez anos**. Disponível em: <[http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper\\_Bajay.pdf](http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Bajay.pdf)>. Acesso em 15 abr. 2006.

BIODIESEL. **Biodiesel Myths and Facts**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.org>>. Acesso em 15 mai. 2006.

BIODIESELBR. Disponível em: <<http://www.Biodieselbr.com.br>>. Acesso em 17 abr. 2006.

BOCCARDO, R.C.; **Panorama atual do Biodiesel**, Curitiba, CEFET-PR, Monografia de especialização, 2004.

CEPESQ. **Centro de Pesquisa em Química Aplicada**, Departamento de Química, UFPR, Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <[http:// www.ufpr.br](http://www.ufpr.br)>. Acesso em 30 jan. 2006.

CREA. Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura. **O Futuro Chama-se Bioenergia**. Palestra preparada por: Rafael Greca de Macedo e apresentada no Instituto de Engenharia do Paraná em 28 de Setembro de 2005, na cidade de Curitiba. Disponível em: <<http://www.crea-pr.org.br>>. Acesso em 30 jan. 2006.

FANGRUI, M.; HANNA, M. A. **Biodiesel production: a review** Lincoln, Nebraska, EUA, p.5-16. (Departamento de Alimento e Tecnologia) Universidade de Nebraska. Elsevier Science B. V. 1999.

FOLHAONLINE. Entrevista concedida pelo economista, professor da Faculdade de Economia e Administração da USP e ex-ministro do Planejamento do Governo José Sarney, João Sayad. Disponível em:

<[http://www.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/petroleo\\_sayad.shtml](http://www.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/petroleo_sayad.shtml)>. Acesso em 05 mar. 2006.

HUSTRULID, P. **Biomass & bioenergy.** (1998). Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/energiasrenov.h>>. Acesso em: 25 abr. 2006.

JOURNEYTOFOREVER. **Food or Fuel?** Disponível em: <<http://www.journeytoforever.com>>. Acesso em 21 jan. 2006.

LUCENA, T. K. **O Biodiesel na Matriz Energética Brasileira.** Monografia (Bacharelado em Economia) Instituto de Economia, Univesridade Federal do Rio de Janeiro. 2004.

MACEDO, R. G. Palestra proferida para o Instituto de Engenharia do Paraná, em 28 de setembro de 2005, na cidade de Curitiba. Disponível em: <[http://www.crea-pr.org.br/crea/html/assessoria\\_comunicacao/o\\_futuro\\_chama-se%20\\_bioenergia%20.htm](http://www.crea-pr.org.br/crea/html/assessoria_comunicacao/o_futuro_chama-se%20_bioenergia%20.htm)>. Acesso em 12 fev. 2006.

MARTINS, L., LATORRE, M. CARDOSO, M., GONÇALVES, F., SALDIVA, P. E BRAGA, A. **Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo**, Brasil. Rev. de Saúde Pública, São Paulo, v. 36, n. 1, set. 2002. Disponível em: <<http://www.scielosp.org.br>>. Acesso em: 19 nov. 2005.

MENEZES, T. J. B. **Etanol, o combustível do Brasil.** São Paulo: Agronômica Ceres, 223 p. 1980.

MCT. **O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.** Brasília, jul. 2005. Disponível em: <<http://www.Biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 11 jul. 2005.

NOGUEIRA, L. A. H. **Produção e Processamento de Petróleo e Gás Natural no Brasil: perspectivas e sustentabilidade nos próximos 20 anos.** Agência Nacional do Petróleo. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?view=18.>>. Acesso em: 30 jan. 2006.

PAHL, G. **Biodiesel: Growing a New Energy Economy.** Chelsea Green Pub. Co., 2005.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel. Uma aventura tecnológica num país engraçado.** Tecbio, Fortaleza, 2003.

PENTEADO, M. C. P. S. Identificação dos gargalos e estabelecimento de um plano de ação para o sucesso do programa brasileiro do biodiesel. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) Universidade de São Paulo, São Paulo.

POINTCARBON. Disponível em: <<http://www.pointcarbon.com>>. Acesso em: 25 mai. 2006.

PRONAF. Biodiesel: o novo combustível do Brasil. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Brasília, dez. 2004. Disponível em:

<[http://www.pronaf.gov.br/Biodiesel/Lancamento Biodiesel.pdf](http://www.pronaf.gov.br/Biodiesel/Lancamento_Biodiesel.pdf)>. Acesso em 12 mar. 2006.

SCANDIFFIO, M. I. G. A liderança do Brasil em Fontes Energéticas Renováveis: uma visão de longo prazo. 2004. Dissertação (Doutorado em Engenharia Mecânica/ Instituto de Geociências) Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.

SECCO. Disponível em: <<http://www.secco.com.br>>. Acesso em 24 mai. 2006.

SOUZA-LIMA, J. E. **Economia Ambiental, Ecológica e Marxista versus Recursos Naturais**. Revista FAE. Curitiba, v.7, n.1, p. 119-127, jan./jun. 2004.

TECPAR. **Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 30 jan. 2006.

VOGT, C. **Petróleo: fonte renovável de guerras**. Disponível em: <<http://www.comciencia.com.br>>. Acesso em 15 fev. 2006.

WIKIPEDIA. Disponível em: <http://www.wikipedia.com.br>. Acesso em 21 jan. 2006.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### LEI 11.097/05

Lei n.º 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.

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 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 a 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;

II - 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;

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

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

V - 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;

VI - 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;

VII - 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:

Art. 49.

I 25% (vinte e cinco por cento) ao Ministério da Ciência e Tecnologia, para financiar programas de amparo à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico aplicados à indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis;

II- 25% (vinte e cinco por cento) ao Ministério da Ciência e Tecnologia, para financiar programas de amparo à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico aplicados à indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis, (NR).

Art. 8o O § 1o do art. 1o da Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 1º. § 1o O abastecimento nacional de combustíveis é considerado de utilidade pública e abrange as seguintes atividades:

I - produção, importação, exportação, refino, beneficiamento, tratamento, processamento, transporte, transferência, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, comercialização, avaliação de conformidade e certificação do petróleo, gás natural e seus derivados;

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.

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Luiz Paulo Teles Ferreira Barreto

Dilma Vana Rousseff

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 14.1.2005

## Anexo 2

## PROTOCOLO DE KYOTO

Protocolo de Kyoto à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. as partes deste protocolo doravante denominada "convenção", procurando atingir o objetivo final da convenção, conforme expresso no artigo 2, lembrando as disposições da convenção, seguindo as orientações do artigo 3 da convenção, em conformidade com o mandato de berlim adotado pela decisão 1/cp.1 da conferência das partes da convenção em sua primeira sessão, convieram no seguinte:

## ARTIGO 1

Para os fins deste Protocolo, aplicam-se as definições contidas no Artigo 1 da Convenção. Adicionalmente:

1. "Conferência das Partes" significa a Conferência das Partes da Convenção.
- "Convenção" significa a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em Nova York em 9 de maio de 1992.
2. "Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima" significa o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima estabelecido conjuntamente pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 1988.
3. "Protocolo de Montreal" significa o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, adotado em Montreal em 16 de setembro de 1987 e com os ajustes e emendas adotados posteriormente.
4. "Partes presentes e votantes" significa as Partes presentes e que emitam voto afirmativo ou negativo.
5. "Parte" significa uma Parte deste Protocolo, a menos que de outra forma indicado pelo contexto.
6. "Parte incluída no Anexo I" significa uma Parte incluída no Anexo I da Convenção, com as emendas de que possa ser objeto, ou uma Parte que tenha feito uma notificação conforme previsto no Artigo 4, parágrafo 2(g), da Convenção.

## ARTIGO 2

1. Cada Parte incluída no Anexo I, ao cumprir seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões assumidos sob o Artigo 3, a fim de promover o desenvolvimento sustentável, deve:

(a) Implementar e/ou aprimorar políticas e medidas de acordo com suas circunstâncias nacionais, tais como:

O aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia nacional;

A proteção e o aumento de sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, levando em conta seus compromissos assumidos em acordos internacionais relevantes sobre o meio ambiente, a promoção de práticas sustentáveis de manejo florestal, florestamento e reflorestamento;

A promoção de formas sustentáveis de agricultura à luz das considerações sobre a mudança do clima;

A pesquisa, a promoção, o desenvolvimento e o aumento do uso de formas novas e renováveis de energia, de tecnologias de seqüestro de dióxido de carbono e de tecnologias ambientalmente seguras, que sejam avançadas e inovadoras;

A redução gradual ou eliminação de imperfeições de mercado, de incentivos fiscais, de isenções tributárias e tarifárias e de subsídios para todos os setores emissores de gases de efeito estufa que sejam contrários ao objetivo da Convenção e aplicação de instrumentos de mercado;

O estímulo a reformas adequadas em setores relevantes, visando a promoção de políticas e medidas que limitem ou reduzam emissões de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal;

Medidas para limitar e/ou reduzir as emissões de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal no setor de transportes;

A limitação e/ou redução de emissões de metano por meio de sua recuperação e utilização no tratamento de resíduos, bem como na produção, no transporte e na distribuição de energia;

(b) Cooperar com outras Partes incluídas no Anexo I no aumento da eficácia individual e combinada de suas políticas e medidas adotadas segundo este Artigo, conforme o Artigo 4, parágrafo 2(e)(i), da Convenção. Para esse fim, essas Partes devem adotar medidas para compartilhar experiências e trocar informações sobre tais políticas e medidas, inclusive desenvolvendo formas de melhorar sua comparabilidade, transparência e eficácia. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão ou tão logo seja praticável a partir de então, considerar maneiras de facilitar tal cooperação, levando em conta toda a informação relevante.

2. As Partes incluídas no Anexo I devem procurar limitar ou reduzir as emissões de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal originárias de combustíveis do transporte aéreo e marítimo internacional, conduzindo o trabalho pela Organização de Aviação Civil Internacional e pela Organização Marítima Internacional, respectivamente.

3. As Partes incluídas no Anexo I devem empenhar-se em implementar políticas e medidas a que se refere este Artigo de forma a minimizar efeitos adversos, incluindo os efeitos adversos da mudança do clima, os efeitos sobre o comércio internacional e os impactos sociais, ambientais e econômicos sobre outras Partes, especialmente as Partes países em desenvolvimento e em particular as identificadas no Artigo 4, parágrafos 8 e 9, da Convenção, levando em conta o Artigo 3 da Convenção. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo pode realizar ações adicionais, conforme o caso, para promover a implementação das disposições deste parágrafo.

4. Caso a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo considere proveitoso coordenar qualquer uma das políticas e medidas do parágrafo 1(a) acima, levando em conta as diferentes circunstâncias nacionais e os possíveis efeitos, deve considerar modos e meios de definir a coordenação de tais políticas e medidas.

### ARTIGO 3

1. As Partes incluídas no Anexo I devem, individual ou conjuntamente, assegurar que suas emissões antrópicas agregadas, expressas em dióxido de carbono equivalente, dos gases de efeito estufa listados no Anexo A não excedam suas quantidades atribuídas, calculadas em conformidade com seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões descritos no Anexo B e de acordo com as disposições deste Artigo, com vistas a reduzir suas emissões totais desses gases em pelo menos 5 por cento abaixo dos níveis de 1990 no período de compromisso de 2008 a 2012.

2. Cada Parte incluída no Anexo I deve, até 2005, ter realizado um progresso comprovado para alcançar os compromissos assumidos sob este Protocolo.

3. As variações líquidas nas emissões por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa resultantes de mudança direta, induzida pelo homem, no uso da terra e nas atividades florestais, limitadas ao florestamento, reflorestamento e desflorestamento desde 1990, medidas como variações verificáveis nos estoques de carbono em cada período de compromisso, deverão ser utilizadas para atender os compromissos assumidos sob este Artigo por cada Parte incluída no Anexo I. As emissões por fontes e remoções por

sumidouros de gases de efeito estufa associadas a essas atividades devem ser relatadas de maneira transparente e comprovável e revistas em conformidade com os Artigos 7 e 8.

4. Antes da primeira sessão da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, cada Parte incluída no Anexo I deve submeter à consideração do Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico dados para o estabelecimento do seu nível de estoques de carbono em 1990 e possibilitar a estimativa das suas mudanças nos estoques de carbono nos anos subseqüentes. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão ou assim que seja praticável a partir de então, decidir sobre as modalidades, regras e diretrizes sobre como e quais são as atividades adicionais induzidas pelo homem relacionadas com mudanças nas emissões por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa nas categorias de solos agrícolas e de mudança no uso da terra e florestas, que devem ser acrescentadas ou subtraídas da quantidade atribuída para as Partes incluídas no Anexo I, levando em conta as incertezas, a transparência na elaboração de relatório, a comprovação, o trabalho metodológico do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, o assessoramento fornecido pelo Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico em conformidade com o Artigo 5 e as decisões da Conferência das Partes. Tal decisão será aplicada a partir do segundo período de compromisso. A Parte poderá optar por aplicar essa decisão sobre as atividades adicionais induzidas pelo homem no seu primeiro período de compromisso, desde que essas atividades tenham se realizado a partir de 1990.

5. As Partes em processo de transição para uma economia de mercado incluídas no Anexo I, cujo ano ou período de base foi estabelecido em conformidade com a decisão 9/CP.2 da Conferência das Partes em sua segunda sessão, devem usar esse ano ou período de base para a implementação dos seus compromissos previstos neste Artigo. Qualquer outra Parte em processo de transição para uma economia de mercado incluída no Anexo I que ainda não tenha submetido a sua primeira comunicação nacional, conforme o Artigo 12 da Convenção, também pode notificar a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo da sua intenção de utilizar um ano ou período históricos de base que não 1990 para a implementação de seus compromissos previstos neste Artigo. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve decidir sobre a aceitação de tal notificação.

6. Levando em conta o Artigo 4, parágrafo 6, da Convenção, na implementação dos compromissos assumidos sob este Protocolo que não os deste Artigo, a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo concederá um certo grau de flexibilidade às Partes em processo de transição para uma economia de mercado incluídas no Anexo I.

7. No primeiro período de compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, de 2008 a 2012, a quantidade atribuída para cada Parte incluída no Anexo I deve ser igual à porcentagem descrita no Anexo B de suas emissões antrópicas agregadas, expressas em dióxido de carbono equivalente, dos gases de efeito estufa listados no Anexo A em 1990, ou o ano ou período de base determinado em conformidade com o parágrafo 5 acima, multiplicado por cinco. As Partes incluídas no Anexo I para as quais a mudança no uso da terra e florestas constituíram uma fonte líquida de emissões de gases de efeito estufa em 1990 devem fazer constar, no seu ano ou período de base de emissões de 1990, as emissões antrópicas agregadas por fontes menos as remoções antrópicas por sumidouros em 1990, expressas em dióxido de carbono equivalente, devidas à mudança no uso da terra, com a finalidade de calcular sua quantidade atribuída.

8. Qualquer Parte incluída no Anexo I pode utilizar 1995 como o ano base para os hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e hexafluoreto de enxofre, na realização dos cálculos mencionados no parágrafo 7 acima.

9. Os compromissos das Partes incluídas no Anexo I para os períodos subsequentes devem ser estabelecidos em emendas ao Anexo B deste Protocolo, que devem ser adotadas em conformidade com as disposições do Artigo 21, parágrafo 7. A Conferenciadas Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve dar início à consideração de tais compromissos pelo menos sete anos antes do término do primeiro período de compromisso ao qual se refere o parágrafo 1 acima.

10. Qualquer unidade de redução de emissões, ou qualquer parte de uma quantidade atribuída, que uma Parte adquira de outra Parte em conformidade com as disposições do Artigo 6 ou do Artigo 17 deve ser acrescentada à quantidade atribuída à Parte adquirente.

11. Qualquer unidade de redução de emissões, ou qualquer parte de uma quantidade atribuída, que uma Parte transfira para outra Parte em conformidade com as disposições do Artigo 6 ou do Artigo 17 deve ser subtraída da quantidade atribuída à Parte transferidora.

12. Qualquer redução certificada de emissões que uma Parte adquira de outra Parte em conformidade com as disposições do Artigo 12 deve ser acrescentada à quantidade atribuída à Parte adquirente.

13. Se as emissões de uma Parte incluída no Anexo I em um período de compromisso forem inferiores a sua quantidade atribuída prevista neste Artigo, essa diferença, mediante solicitação dessa Parte, deve ser acrescentada à quantidade atribuída a essa Parte para períodos de compromisso subsequentes.

14. Cada Parte incluída no Anexo I deve empenhar-se para implementar os compromissos mencionados no parágrafo 1 acima de forma que sejam minimizados os efeitos adversos, tanto sociais como ambientais e econômicos, sobre as Partes países em desenvolvimento, particularmente as identificadas no Artigo 4, parágrafos 8 e 9, da Convenção. Em consonância com as decisões pertinentes da Conferência das Partes sobre a implementação desses parágrafos, a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, em sua primeira sessão, considerar quais as ações se fazem necessárias para minimizar os efeitos adversos da mudança do clima e/ou os impactos de medidas de resposta sobre as Partes mencionadas nesses parágrafos. Entre as questões a serem consideradas devem estar a obtenção de fundos, seguro e transferência de tecnologia.

#### ARTIGO 4

1. Qualquer Parte incluída no Anexo I que tenha acordado em cumprir conjuntamente seus compromissos assumidos sob o Artigo 3 será considerada como tendo cumprido esses compromissos se o total combinado de suas emissões antrópicas agregadas, expressas em dióxido de carbono equivalente, dos gases de efeito estufa listados no Anexo A não exceder suas quantidades atribuídas, calculadas de acordo com seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, descritos no Anexo B, e em conformidade com as disposições do Artigo 3. O respectivo nível de emissão determinado para cada uma das Partes do acordo deve ser nele especificado.

2. As Partes de qualquer um desses acordos devem notificar o Secretariado sobre os termos do acordo na data de depósito de seus instrumentos de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão a este Protocolo. O Secretariado, por sua vez, deve informar os termos do acordo às Partes e aos signatários da Convenção.

3. Qualquer desses acordos deve permanecer em vigor durante o período de compromisso especificado no Artigo 3, parágrafo 7.

4. Se as Partes atuando conjuntamente assim o fizerem no âmbito de uma organização regional de integração econômica e junto com ela, qualquer alteração na composição da

organização após a adoção deste Protocolo não deverá afetar compromissos existentes no âmbito deste Protocolo. Qualquer alteração na composição da organização só será válida para fins dos compromissos previstos no Artigo 3 que sejam adotados em período subsequente ao dessa alteração.

5. Caso as Partes desses acordos não atinjam seu nível total combinado de redução de emissões, cada Parte desses acordos deve se responsabilizar pelo seu próprio nível de emissões determinado no acordo.

6. Se as Partes atuando conjuntamente assim o fizerem no âmbito de uma organização regional de integração econômica que seja Parte deste Protocolo e junto com ela, cada Estado-Membro dessa organização regional de integração econômica individual e conjuntamente com a organização regional de integração econômica, atuando em conformidade com o Artigo 24, no caso de não ser atingido o nível total combinado de redução de emissões, deve se responsabilizar por seu nível de emissões como notificado em conformidade com este Artigo.

#### ARTIGO 5

1. Cada Parte incluída no Anexo I deve estabelecer, dentro do período máximo de um ano antes do início do primeiro período de compromisso, um sistema nacional para a estimativa das emissões antrópicas por fontes e das remoções antrópicas por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal. As diretrizes para tais sistemas nacionais, que devem incorporar as metodologias especificadas no parágrafo 2 abaixo, devem ser decididas pela

Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo em sua primeira sessão.

2. As metodologias para a estimativa das emissões antrópicas por fontes e das remoções antrópicas por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal devem ser as aceitas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima e acordadas pela Conferência das Partes em sua terceira sessão. Onde não forem utilizadas tais metodologias, ajustes adequados devem ser feitos de acordo com as metodologias acordadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo em sua primeira sessão. Com base no trabalho, inter alia, do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima e no assessoramento prestado pelo Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico, a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve rever periodicamente e, conforme o caso, revisar tais metodologias e ajustes, levando plenamente em conta qualquer decisão pertinente da Conferência das Partes. Qualquer revisão das metodologias ou ajustes deve ser utilizada somente com o propósito de garantir o cumprimento dos compromissos previstos no Artigo 3 com relação a qualquer período de compromisso adotado posteriormente a essa revisão.

3. Os potenciais de aquecimento global utilizados para calcular a equivalência em dióxido de carbono das emissões antrópicas por fontes e das remoções antrópicas por sumidouros dos gases de efeito estufa listados no Anexo A devem ser os aceitos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima e acordados pela Conferência das Partes em sua terceira sessão. Com base no trabalho, inter alia, do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima e no assessoramento prestado pelo Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico, a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve rever periodicamente e, conforme o caso, revisar o potencial de aquecimento global de cada um dos gases de efeito estufa, levando plenamente em conta qualquer decisão pertinente da Conferência das Partes. Qualquer revisão de um potencial de aquecimento global deve ser aplicada somente aos

compromissos assumidos sob o Artigo 3 com relação a qualquer período de compromisso adotado posteriormente a essa revisão.

#### ARTIGO 6

1. A fim de cumprir os compromissos assumidos sob o Artigo 3, qualquer Parte incluída no Anexo I pode transferir para ou adquirir de qualquer outra dessas Partes unidades de redução de emissões resultantes de projetos visando a redução das emissões antrópicas por fontes ou o aumento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa em qualquer setor da economia, desde que:

- (a) O projeto tenha a aprovação das Partes envolvidas;
- (b) O projeto promova uma redução das emissões por fontes ou um aumento das remoções por sumidouros que sejam adicionais aos que ocorreriam na sua ausência;
- (c) A Parte não adquira nenhuma unidade de redução de emissões se não estiver em conformidade com suas obrigações assumidas sob os Artigos 5 e 7; e
- (d) A aquisição de unidades de redução de emissões seja complementar às ações domésticas realizadas com o fim de cumprir os compromissos previstos no Artigo 3.

2. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo pode, em sua primeira sessão ou assim que seja viável a partir de então, aprimorar diretrizes para a implementação deste Artigo, incluindo para verificação e elaboração de relatórios.

3. Uma Parte incluída no Anexo I pode autorizar entidades jurídicas a participarem, sob sua responsabilidade, de ações que promovam a geração, a transferência ou a aquisição, sob este Artigo, de unidades de redução de emissões.

4. Se uma questão de implementação por uma Parte incluída no Anexo I das exigências mencionadas neste parágrafo é identificada de acordo com as disposições pertinentes do Artigo 8, as transferências e aquisições de unidades de redução de emissões podem continuar a ser feitas depois de ter sido identificada a questão, desde que quaisquer dessas unidades não sejam usadas pela Parte para atender os seus compromissos assumidos sob o Artigo 3 até que seja resolvida qualquer questão de cumprimento.

#### ARTIGO 7

1. Cada Parte incluída no Anexo I deve incorporar ao seu inventário anual de emissões antrópicas por fontes e remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, submetido de acordo com as decisões pertinentes da Conferência das Partes, as informações suplementares necessárias com o propósito de assegurar o cumprimento do Artigo 3, a serem determinadas em conformidade com o parágrafo 4 abaixo.

2. Cada Parte incluída no Anexo I deve incorporar à sua comunicação nacional, submetida de acordo com o Artigo 12 da Convenção, as informações suplementares necessárias para demonstrar o cumprimento dos compromissos assumidos sob este Protocolo, a serem determinadas em conformidade com o parágrafo 4 abaixo.

3. Cada Parte incluída no Anexo I deve submeter as informações solicitadas no parágrafo 1 acima anualmente, começando com o primeiro inventário que deve ser entregue, segundo a Convenção, no primeiro ano do período de compromisso após a entrada em vigor deste Protocolo para essa Parte. Cada uma dessas Partes deve submeter as informações solicitadas no parágrafo 2 acima como parte da primeira comunicação nacional que deve ser entregue, segundo a Convenção, após a entrada em vigor deste Protocolo para a Parte e após a adoção de diretrizes como previsto no parágrafo 4 abaixo. A frequência das submissões subsequentes das informações solicitadas sob este Artigo deve ser determinada pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, levando em conta qualquer prazo para a submissão de comunicações nacionais conforme decidido pela Conferência das Partes.

4. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve adotar em sua primeira sessão, e rever periodicamente a partir de então, diretrizes para a preparação das informações solicitadas sob este Artigo, levando em conta as diretrizes para a preparação de comunicações nacionais das Partes incluídas no Anexo I, adotadas pela Conferência das Partes. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve também, antes do primeiro período de compromisso, decidir sobre as modalidades de contabilização das quantidades atribuídas.

#### ARTIGO 8

1. As informações submetidas de acordo com o Artigo 7 por cada Parte incluída no Anexo I devem ser revistas por equipes revisoras de especialistas em conformidade com as decisões pertinentes da Conferência das Partes e em consonância com as diretrizes adotadas com esse propósito pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, conforme o parágrafo 4 abaixo. As informações submetidas segundo o Artigo 7, parágrafo 1, por cada Parte incluída no Anexo I devem ser revistas como parte da compilação anual e contabilização dos inventários de emissões e das quantidades atribuídas. Adicionalmente, as informações submetidas de acordo com o Artigo 7, parágrafo 2, por cada Parte incluída no Anexo I devem ser revistas como parte da revisão das comunicações.

2. As equipes revisoras de especialistas devem ser coordenadas pelo Secretariado e compostas por especialistas selecionados a partir de indicações das Partes da Convenção e, conforme o caso, de organizações intergovernamentais, em conformidade com a orientação dada para esse fim pela Conferência das Partes.

3. O processo de revisão deve produzir uma avaliação técnica completa e abrangente de todos os aspectos da implementação deste Protocolo por uma Parte. As equipes revisoras de especialistas devem preparar um relatório para a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, avaliando a implementação dos compromissos da Parte e identificando possíveis problemas e fatores que possam estar influenciando a efetivação dos compromissos. Esses relatórios devem ser distribuídos pelo Secretariado a todas as Partes da Convenção. O Secretariado deve listar as questões de implementação indicadas em tais relatórios para posterior consideração pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo.

4. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve adotar em sua primeira sessão, e rever periodicamente a partir de então, as diretrizes para a revisão da implementação deste Protocolo por equipes revisoras de especialistas, levando em conta as decisões pertinentes da Conferência das Partes.

5. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve, com a assistência do Órgão Subsidiário de Implementação e, conforme o caso, do Órgão de Assessoramento Científico e Tecnológico, considerar:

(a) As informações submetidas pelas Partes segundo o Artigo 7 e os relatórios das revisões dos especialistas sobre essas informações, elaborados de acordo com este Artigo; e

(b) As questões de implementação listadas pelo Secretariado em conformidade com o parágrafo 3 acima, bem como qualquer questão levantada pelas Partes.

6. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve tomar decisões sobre qualquer assunto necessário para a implementação deste Protocolo de acordo com as considerações feitas sobre as informações a que se refere o parágrafo 5 acima.