

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

BIODIESEL NO BRASIL

LUÍS FERNANDO VALSÉSIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo em Curso de Logística: ênfase em
transportes

Botucatu – SP
Dezembro 2005

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

BIODIESEL NO BRASIL

LUÍS FERNANDO VALSÉSIA

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Nicolosi Bravin

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo em Curso de Logística: ênfase em transportes.

Botucatu - SP
Dezembro 2005

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Luiz e Maria Helena que desde o início da minha vida sempre me apoiaram, fazendo mais que o impossível para que fosse um vencedor na vida, e que sem eles nunca conseguiria atingir meus objetivos.

Obrigado aos meus irmãos Julio e Marco pela amizade e respeito e a grande união, que sempre deu força nos momentos ruins e risos nos momentos felizes, também agradeço a minha namorada Iara que com respeito, força e confiança ajudaram para concluir os objetivos deste projeto, além também de sua mãe Terezinha e sua irmã Janaina.

Agradeço especialmente a meu Orientador PROF. MSC Luís Fernando pela grande ajuda, assim como todos os professores que sempre me ajudaram. E a todos os amigos da Fatec.

Deus agradeço pelas suas bênçãos, e por guiar meus caminhos e por estar sempre me carregando nos seus braços nos momentos mais difíceis da minha vida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Frota de Veículos por Região em Unidades.....	12
Figura 2 Frotas Veiculares- 2003.....	12
Figura 3 Distribuição Intermodal de Cargas.....	13
Figura 4 Porcentagem de Grãos Movimentados por Modal em 2000.....	15
Figura 5 Concentração do Transporte de Soja por Modalidade.....	15
Figura 6 Matriz Energética Brasileira.....	17
Figura 7 Consumo de Combustível Veiculares.....	18
Figura 8 Consumo de diesel no estado de São Paulo.....	19
Figura 9 Preço do Diesel por Litro.....	19
Figura 10 Processo de Produção do Biodiesel.....	23
Figura 11 Principais Países Produtores de Soja – Safra 2003-04	29
Figura 12 Principais Países Exportadores de Soja – 2002.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Equação Química da reação de Transesterificação.....	24
Tabela 2: Comparação da rotas metílicas e etílicas.....	25
Tabela 3: Grupos, Origens e Obtenções das Matérias primas para a Produção de Biodiesel.....	27
Tabela 4: Ácidos Graxos Predominantes em Óleos e Gorduras.....	27
Tabela 5: Custo do Biodiesel feito de Soja.....	34
Tabela 6: Redução da Emissão de Gases Poluentes.....	36
Tabela 7: Consumo de Biodiesel em 1998 e 2000.....	36
Tabela 8: Tributação sobre o Biodiesel.....	37

SUMÁRIO

Resumo.....	VII
I. INTRODUÇÃO.....	9
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1-Transporte rodoviário de Cargas no Brasil.....	11
2.2-Transporte Rodoviário Agrícola.....	14
2.3-Concentração de Soja Transportada por Modal.....	15
2.4-Mercado de Derivado de Petróleo no Brasil.....	16
2.4.1-Fracionamento do Petróleo.....	16
2.4.2-Matriz Energética Brasileira.....	17
3-Diesel.....	17
3.1-Consumo de Combustíveis Veiculares.....	18
3.2-Consumo de Diesel no Estado de São Paulo.....	19
3.3-Preço do Óleo Diesel ao Consumidor.....	19
3.4-Impostos Incidentes sobre o Óleo Diesel.....	20
3.5-Crise Energética de 1973.....	20
4-Biodiesel.....	21
4.1-Biodiesel: Conceito e Características.....	22
4.2-Processo de Produção do Biodiesel.....	23
4.2.1-Preparação da Matéria prima.....	23
4.2.2-Reação de Transesterificação.....	24
4.2.3-Comparação das Rotas Metélica e Etélica.....	25
4.2.4-Separação de Fases.....	25
4.2.5-Recuperação do Álcool da Glicerina.....	25
4.2.6-Recuperação do Álcool dos Ésteres.....	25
4.2.7-Desidratação do Álcool.....	26
4.2.8-Purificação dos Ésteres.....	26
4.2.9-Destilação da Glicerina.....	26
5-Matérias-primas para a produção de Biodiesel.....	26
5.1-Óleos Vegetais.....	27
5.2-Gorduras Animais.....	27
5.3- Óleos e gorduras residuais de Frituras.....	27
5.4 Óleos e Gorduras Residuais de Esgotos.....	28
6 Produção brasileira de soja e outras oleaginosas.....	28
6.1 Óleo de Soja.....	28
6.2 Óleos de Coco de Dendê.....	30
6.3-Óleo do Coco de Babaçu.....	31
6.4-Óleo de Colza.....	31
6.5-Óleo de Mamona.....	31
7-Aspectos Econômicos do Biodiesel.....	32
7.1-Geração de Empregos e Renda.....	35
7.2-O Biodiesel para a diminuição do efeito estufa.....	35
8-O Uso do Biodiesel no Mundo.....	36
8.1-União Européia.....	37
8.2-Estados Unidos.....	38
8.3-Outros países.....	39
CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMO

O Brasil possui uma matriz de transporte de cargas voltada para o transporte rodoviário, contando com uma frota de 1.863.203 veículos de carga registrados até o ano de 2000, segundo o GEIPOT (2000). Além de possuir uma grande frota de veículos de carga, o país possui uma grande extensão de rodovias (pavimentadas e não pavimentadas), com 1.724.924 km conforme GEIPOT (2000).

Conforme Caixeta (2001) nos últimos anos, a modalidade de transporte rodoviário vem sendo responsável por algo em torno de 60% dos transportes de cargas no Brasil.

Com relação às cargas agrícolas, o GEIPOT (1995), informa que mais de 81% dos grãos movimentados durante o ano de 1995 utilizaram-se do modal rodoviário, consumindo uma grande quantidade de Diesel.

Segundo Lucema (2004) o Brasil não é ainda um país auto suficiente na produção de petróleo. Conforme dados da Petrobras em 2004, foram produzidos 1,49 milhões de barris de petróleo por dia (bpd), e são consumidos 1,70 milhões de bpd.

O consumo nacional de diesel no ano de 2003 ficou em 38 milhões de m³, dos quais 3,8 milhões foram importados, correspondente a 10% do total consumido. Os dispêndios com importação somente de diesel representam 37,2% dos gastos totais com importação de combustíveis.

O consumo de diesel no Brasil, segundo Lucema (2004), pode ser dividido em três grandes setores: o de transportes, representando 75% do total consumido; o agropecuário, representando cerca de 16% do consumo, e o de transformação, que utiliza o produto para geração de energia elétrica e corresponde a 5% do consumo total de diesel.

O preço médio do óleo diesel ao consumidor estava em torno de 1,50 no ano de 2003 no Brasil.

Uma grande parte deste valor é acarretada pelos impostos incidentes sobre os combustíveis. Os impostos incidentes sobre o diesel são a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), o Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS).

A incidência tributária referente aos impostos federais (CIDE+PIS+COFINS) é de R\$218,00 por metro cúbico o que representa 13% do preço final ao consumidor.

Segundo Lucema (2004), na Alemanha, por exemplo, ocorre a isenção total de tributos em toda a cadeia produtiva do Biodiesel, enquanto que o óleo diesel é tributado em US\$ 0,4671 por litro. Nos Estados Unidos há um crédito tributário de US\$ 0,50 por galão para o combustível renovável utilizado no transporte, e de US\$ 1,00 por galão de diesel.

O Biodiesel surgiu mundialmente como uma alternativa promissora aos combustíveis minerais e derivados de petróleo. O caráter renovável torna o produto um fonte importante de energia em longo prazo. Outra contribuição para a melhoria da qualidade do ar, devido à redução na emissão de gases poluentes.

Diversos países como a Alemanha, Estados Unidos, Argentina, Malásia, França e Itália já produzem Biodiesel comercialmente, estimulando o desenvolvimento de escala industrial.

Segundo Parente (2003) Somente a União Européia produz atualmente mais de 1,35 milhões de toneladas de Biodiesel comercialmente, estimulando o desenvolvimento de escala industrial.

Conforme Meirelles (2003), tecnicamente o Biodiesel é definido como um éster alquílico de ácidos graxos, obtidos através do processo de transesterificação de qualquer triglicerídeo, que são óleos e gorduras vegetais ou animais com um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). A transesterificação consiste na reação química de um óleo vegetal com um álcool, que pode ser etanol ou metanol, na presença de um catalisador ácido (HCL-ácido clorídrico) ou básico (NaOH-hidróxido de sódio). Como resultado, obtem-se o ester metílico ou etílico (Biodiesel), conforme o álcool utilizado, e a glicerina.

O Biodiesel surgiu principalmente como uma alternativa a redução do efeito estufa por ser um combustível renovável e com baixo índices de agentes poluentes. Para o Brasil surgiu como uma alternativa para geração de empregos e renda nas regiões mais complicadas, como o semi-árido nordestino, onde o governo programou um projeto de agricultura familiar de mamona, voltada para a produção de óleo vegetal.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho trata-se de um tema atual, muito discutido entre agentes do setor energético mundial. O Biodiesel é um combustível alternativo, originado a partir de um processo químico que utiliza gorduras vegetais, animais ou material graxo de esgoto doméstico, associados a um álcool (metílico ou etílico) denominado transesterificação. Em cada região deste país temos uma produção de algum tipo de cultura oleaginosa, como a mamona no Nordeste, o babaçu no Pará, a soja no Sudeste e Centro-oeste.

Este biocombustível pode ser utilizado como substituto do óleo diesel convencional, porém possui características bem diferentes das do combustível mineral.

O Biodiesel apresenta um forte apelo social, por se tratar de uma fonte de energia renovável, limpa, originada na agricultura. É capaz de gerar empregos e renda no campo, principalmente no semi-árido nordestino, com a implantação da agricultura familiar da mamona.

O Brasil possui uma vocação agrícola muito forte, ser um dos maiores produtores de soja do mundo.

Além desta vocação agrícola o Brasil possui uma matriz de transporte voltada para o transporte rodoviário, o qual é responsável pelo consumo de grande quantidade de Diesel.

Com esta grande demanda o Brasil, mesmo sendo um produtor de petróleo, tem que importar uma parte de petróleo para atender a grande demanda. O Biodiesel vem como uma importante alternativa para a redução das importações, além, principalmente, a diminuição dos agentes poluentes.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Transporte rodoviário de Cargas no Brasil.

Com a intenção de promover a ocupação territorial e a interiorização do Brasil, o investimento em rodovias foi um fator importante no desenvolvimento econômico e social do país a partir da década de 50. Isso favoreceu, e ainda favorece, o modal rodoviário que no Brasil é o maior responsável pelo transporte de cargas, 62%, e o de passageiros, 96% (CNT-2002).

O Brasil conta com uma frota de 1.863.203 veículos de carga registrados até o ano de 2000, transportando 451.370×10^6 toneladas – quilômetro de carga. Segundo a Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes – GEIPOT (2000), a frota está distribuída, por regiões do país, da seguinte forma:

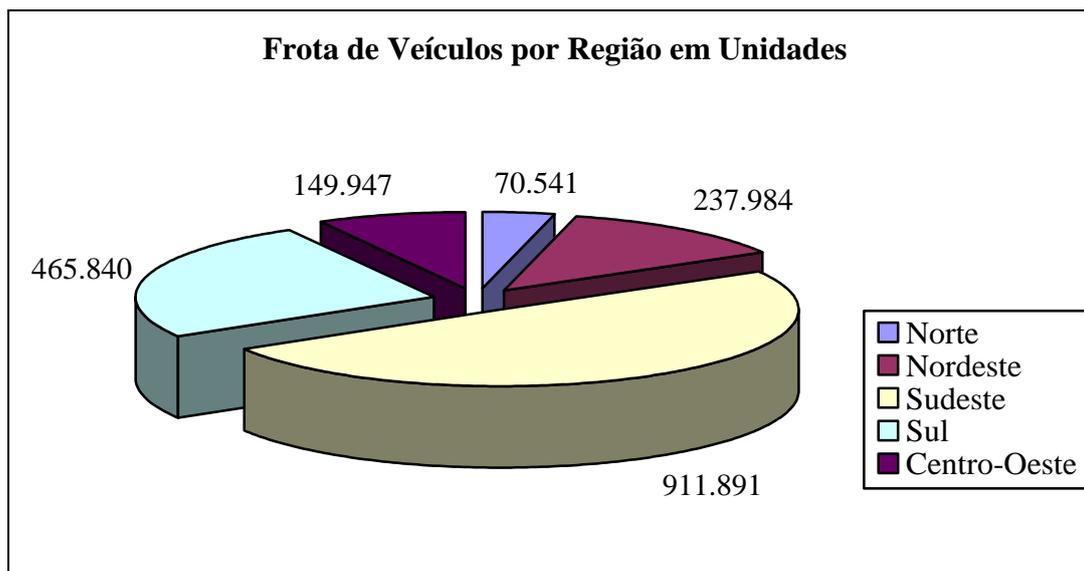


Figura 1: Frota de Veículos por Região em Unidades
GEIPOT (2000)

Além da frota de veículos de carga, o país possui uma grande extensão de rodovias (pavimentadas e não pavimentadas) com 1.724.924 quilômetros – GEIPOT (2000). Em comparação a outros países, o Brasil está atrás apenas dos Estados Unidos, mas na frente, inclusive, de países maiores, como o Canadá e a China. Cabe observar, entretanto, que a extensão de rodovias brasileiras pavimentadas é muito pequena, pouco mais de 150.000 km, de acordo com a Confederação Nacional dos Transportes – CNT (2002).

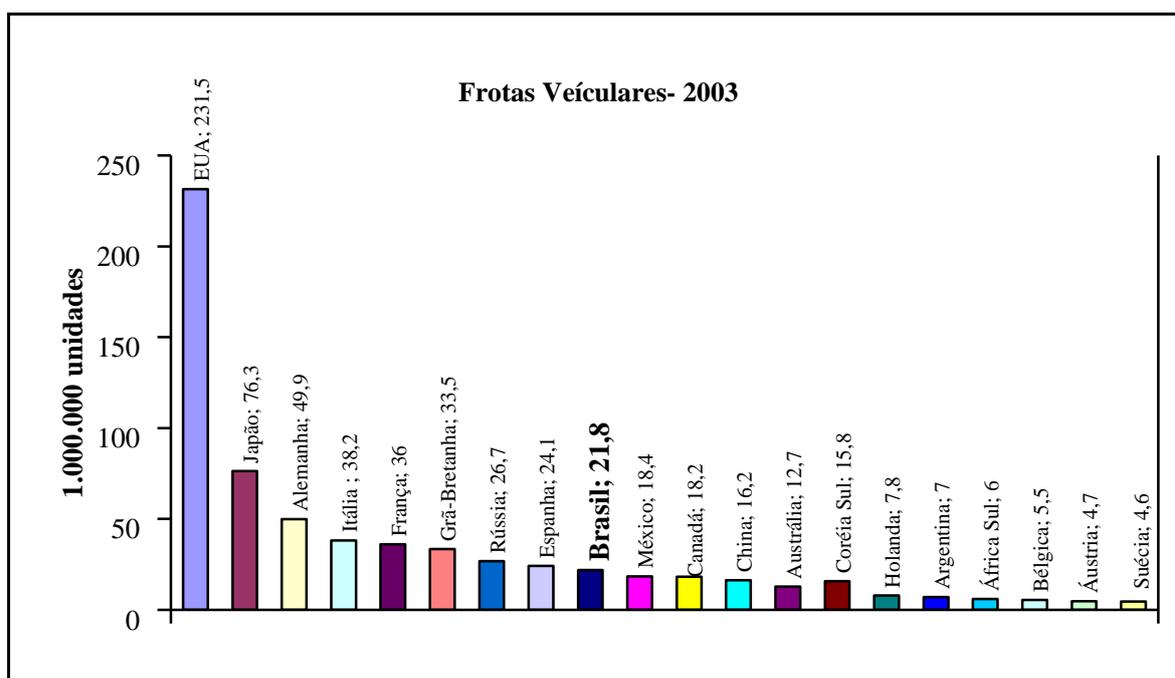


Figura 2: Frotas Veiculares- 2003
Fonte: ANFAVEA

Em 2001, foi feita uma pesquisa pela CNT que avaliou 45.294 quilômetros de rodovias pavimentadas no Brasil. Das 70 ligações rodoviárias avaliadas, 68,8% delas, equivalente a 31.000 quilômetros, foram classificadas como deficientes, ruins ou péssimas.

Apenas 31,2% das estradas foram consideradas como ótimas ou boas. No quesito sinalização, a pesquisa mostrou que 61,6% das rodovias tiveram avaliação positiva. Em contrapartida não se perceberam melhoras, ou grandes investimentos por parte do governo, em 2000 para 2001, nas condições de engenharia ou segurança das rodovias.

Para conseguir atender à grande demanda pelo transporte de cargas no país, foi constatada, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1997), a existência de 5169 empresas transportadoras de carga. Essas empresas variam entre microempresa, pequena, média e grande empresa. Segundo CNT (2002), as empresas transportam mais de um tipo de carga, sendo granéis sólidos a carga mais transportada pelas micro, pequenas e médias empresas. A carga mais transportada pelas grandes empresas são as fracionadas.

No Brasil, ainda existe uma grande diferença entre a quantidade de carga transportada pelo modal rodoviário em relação aos outros modais de transporte.

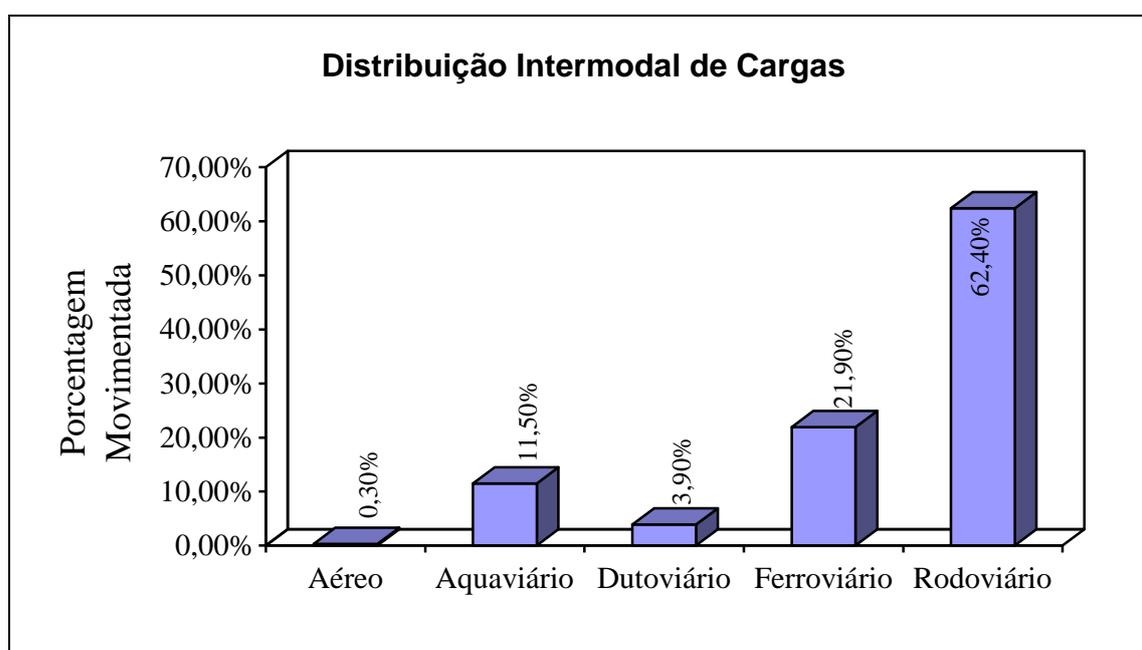


Figura 3. Distribuição Intermodal de Cargas.
Fonte: GEIPOT 2000

É possível acreditar que medidas como a privatização da malha ferroviária, investimentos do Governo Federal no modal hidroviário e arrendamento dos terminais portuários para a iniciativa privada possam provocar um crescimento da participação dos modais ferroviário e hidroviário na matriz de transporte brasileira. No caso das ferrovias, a privatização pode ter contribuído para o aumento da competitividade no setor. Já no modal hidroviário, houve uma melhora nas condições de navegabilidade com investimentos do governo, uma redução dos custos da operação portuária com o arrendamento e a viabilização da navegação de cabotagem com novos investimentos no setor.

2.2 Transporte Rodoviário Agrícola.

Conforme Caixeta (2001) um dos mais marcantes fenômenos observados na economia agrícola brasileira nas últimas décadas, e de forma acelerada nos anos mais recentes, é a verdadeira revolução em seu arranjo espacial. Os negócios agropecuários foram ocupando áreas de fronteiras, como o Norte e o Centro-Oeste, além de vastas áreas do Nordeste, em geral por meio de atividades que incorporam modernas tecnologias de produção. Paralelamente, fornecedores de insumos, armazenadores e indústrias de processamento vão se aglomerando ao redor das zonas de produção, visando principalmente à minimização dos custos de transporte envolvidos, atendendo assim aos princípios de racionalidade econômica.

Ressalta-se que a motivação fundamental para a busca dessa otimização é a necessidade de incrementar a competitividade dos produtos nacionais, em face da concorrência externa resultante da abertura econômica, o que implicará não somente a redução de custos referentes às operações de exportação, mas também a diminuição de espaços para as tentativas de avanço dos produtos importados.

Nesse sentido, é de fundamental importância a análise da chamada "matriz de transporte de cargas" no Brasil. Nos últimos anos, a modalidade de transporte rodoviário vem sendo responsável por algo em torno de 60% dos transportes de carga no Brasil, contra 20% do sistema ferroviário e outros também quase 20% do sistema hidroviário (Caixeta 2001).

Com relação às cargas agrícolas, o Geipot – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes do Ministério dos Transportes – informa que mais de 81% dos grãos movimentados durante o ano de 1995 utilizaram-se do modal rodoviário, ficando as ferrovias com aproximadamente 16% e as hidrovias, com menos 3%.

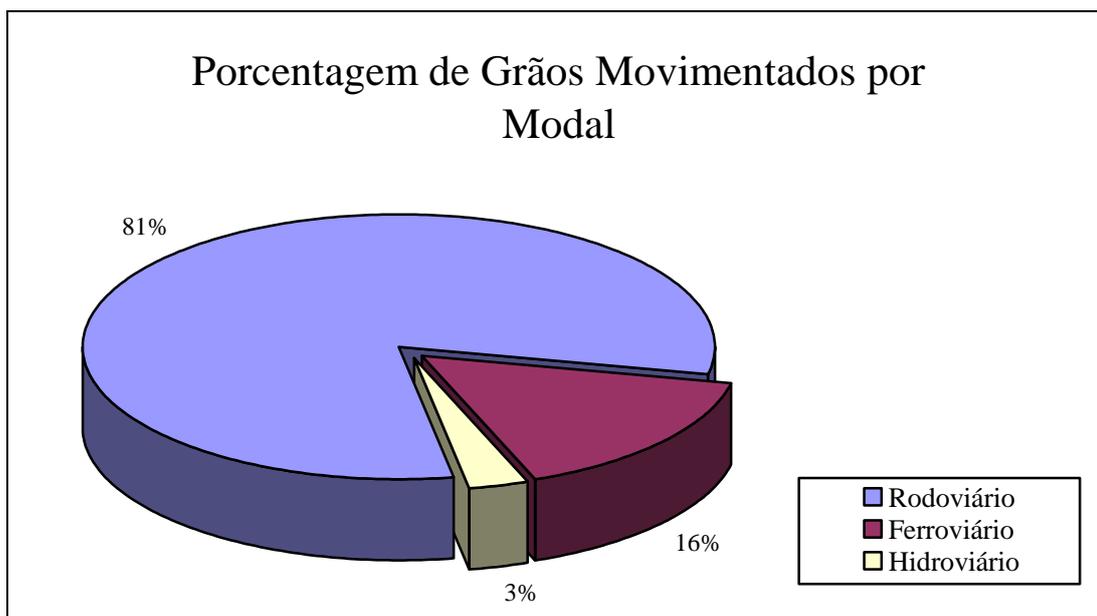
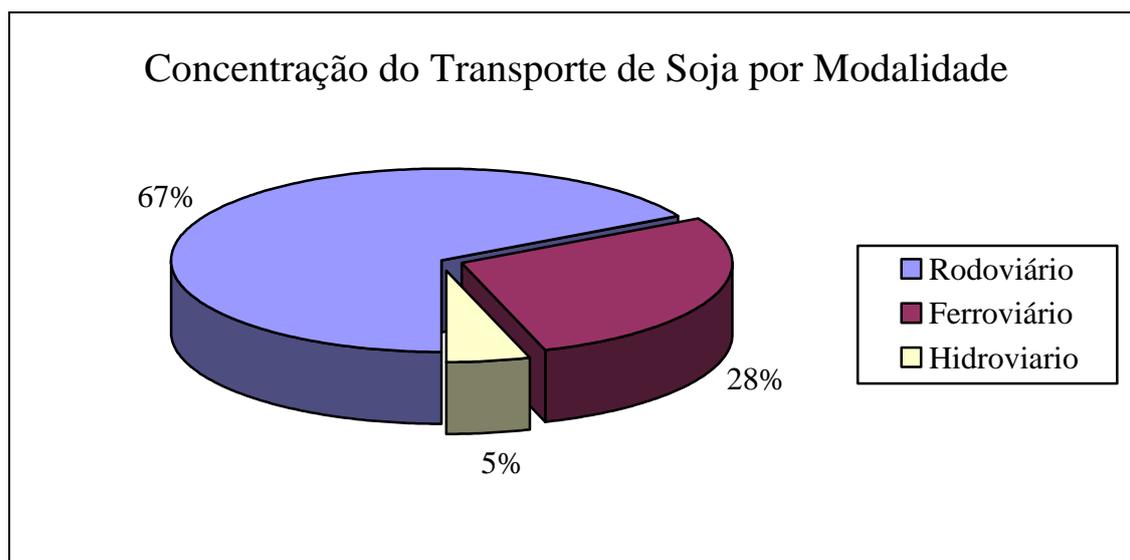


Figura 4 – Porcentagem de Grãos Movimentados por Modal em 2000
GEIPOT 2000

2.3 Concentração de Soja Transportada por Modal.

Segundo Roessing e Santos (1997) citado por Caixeta (2001), no transporte do complexo soja no Brasil, em 1995, observa-se uma concentração maior na utilização da modalidade rodoviária, com 67%, seguida pela ferroviária, com 28%, e pela hidrovia, com apenas 5% do total.



Fonte: Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais.
Figura 5: Concentração do Transporte de Soja por Modalidade.

2.4 Mercado de Derivado de Petróleo no Brasil.

Segundo Lucema (2004) o Brasil ainda não é um país auto-suficiente na produção de petróleo. Conforme dados da Petrobras em 2004, foram produzidos 1,49 milhões de barris de petróleo por dia (bpd), e são consumidos 1,70 milhões de bpd.

O consumo nacional de diesel no ano de 2003 ficou em 38 milhões de m³, dos quais 3,8 milhões foram importados, correspondente a 10% do total consumido. Os dispêndios com importação somente de diesel representam 37,2% dos gastos totais com importação de combustíveis. O montante correspondente foi 792 milhões de dólares (FOB). Esse valor em 2004 representou pouco mais de US\$ 826 milhões, um aumento de 4,4% em relação ao ano anterior. A quantidade de barris, no entanto, caíram 29,4%. A cotação internacional do petróleo contribuiu para aumentar tais dispêndios, devido à alta dos preços apresentadas no ano de 2004 (Lucema 2004).

Grosso modo, o Brasil produz anualmente 60 milhões de metros cúbicos de petróleo (377 milhões de barris), importando 25 milhões de metros cúbicos (157 milhões de barris) para complementar as suas necessidades. Com o petróleo próprio e importado, o país produz 34 milhões de metros cúbicos anuais de óleo diesel. Importando 6 milhões de metros cúbicos anuais, para ajustar o seu perfil de consumo.

2.4.1 Fracionamento do Petróleo.

Numa refinaria o petróleo bruto, através de seu processamento, é desdobrado nas diversas frações que deverão ter as suas aplicações como combustíveis e como matérias primas petroquímicas. Os óleos combustíveis industriais, o óleo diesel, o querosene, a gasolina e o gás de cozinha, são os combustíveis utilizados nas diversas aplicações. O asfalto e as naftas constituem as matérias primas industriais.

Os espectros das diversas frações do petróleo dependem de suas características e composição. Normalmente, a fração obtida de óleo diesel situa-se ao redor dos 30%, no entanto, no Brasil em razão de suas necessidades diferenciadas, os processos conduzidos nas refinarias são ajustados para maximizar a produção de óleo diesel que atinge a marca dos 40% do petróleo processado.

2.4.2 Matriz Energética Brasileira

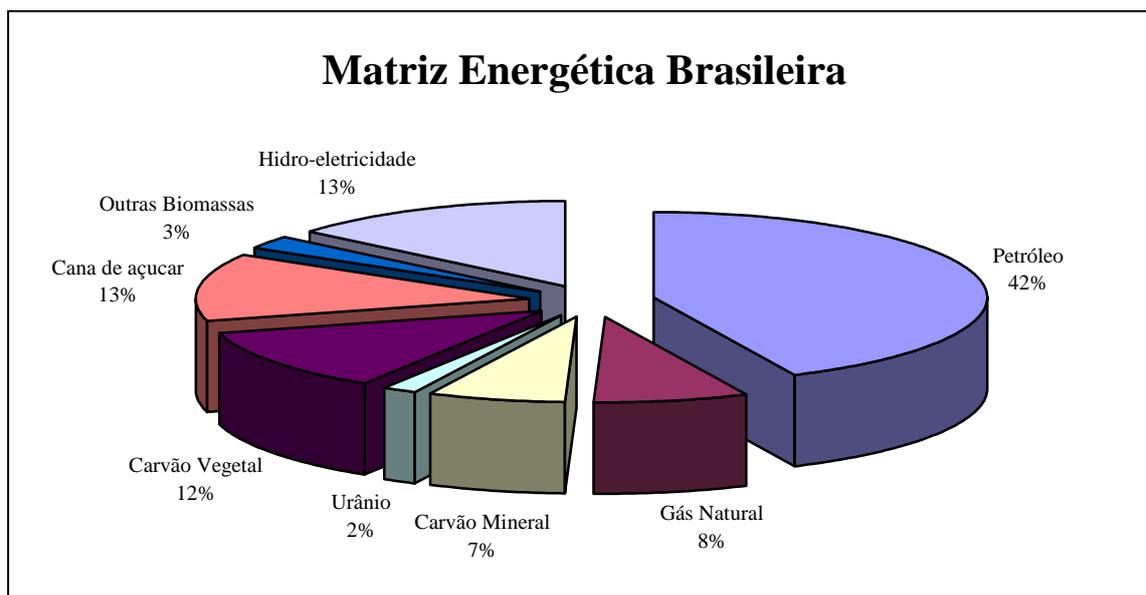


Figura 6: Matriz Energética Brasileira
Fonte: Ministério de Minas e Energia.

3 Óleo Diesel

Em 1885, cerca de 25 anos após a descoberta do petróleo Rudolf Diesel concebeu o motor de ignição por compressão, que mais tarde foi denominado, em sua homenagem, de motor diesel. Durante a exposição mundial de Paris, em 1889, um motor diesel foi apresentado ao público funcionando com óleo de amendoim, Parente (2004).

Os primeiros motores do tipo diesel eram de injeção indireta através de pré-câmaras, o que permitia uma maior versatilidade e tolerância, quanto às características dos combustíveis. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe. Todavia, eram motores de baixos rendimentos e a qualidade das emissões seria hoje inaceitável.

Até o final dos anos 40, os motores diesel consumiam o que era denominado de "óleo cru", o qual era uma espécie de petróleo filtrado e padronizado, com baixo nível de fracionamento. O combustível especificado como óleo diesel somente surgiu como advento dos motores diesel de injeção direta, sem pré-câmara. A disseminação desses motores se deu na década de 50, com a forte motivação de seus maiores rendimentos, resultando em baixos consumos de combustíveis. Além dos baixos níveis de consumos específicos, os motores diesel modernos, produzem emissões, de certa forma aceitáveis, dentro de padrões estabelecidos.

Atualmente, a sociedade tem sido mais exigente quanto às emissões requerendo melhorias não só nos motores, mas principalmente nos combustíveis.

3.1 Consumo de Combustíveis Veiculares.

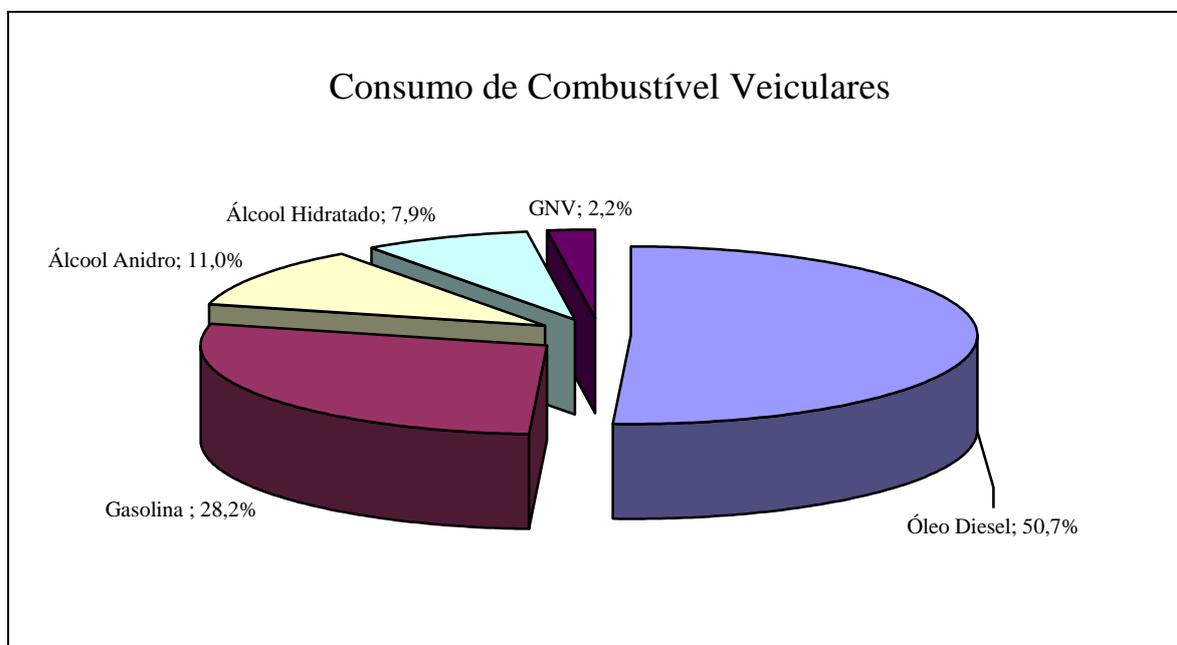


Figura 7: Consumo de Combustível Veiculares

Fonte: Agência Nacional do Petróleo

O consumo de diesel no Brasil, segundo Lucema, pode ser dividido em três grandes setores: o de transportes, representando 75% do total consumido; o agropecuário, representando cerca de 16% do consumo, e o de transformação, que utiliza o produto para geração de energia elétrica e corresponde a 5% do consumo total de diesel.

Em 2004, o Brasil gastou US\$ 827 milhões com a importação de óleo diesel, cerca de 4,4% maior que 2003. A média de 2000 a 2004 foi de US\$ 1,03 bilhões por ano, conforme cita Lucema 2004.

A produção média nacional anual de óleo diesel, de 2000 até 2004, foi de 33,85 bilhões de litros, porém com taxa de crescimento anual de 5,75%. Só em 2004, a produção nacional foi de 38,25 bilhões de litros. (Lucema 2004).

3.2 Consumo de Diesel no Estado de São Paulo.

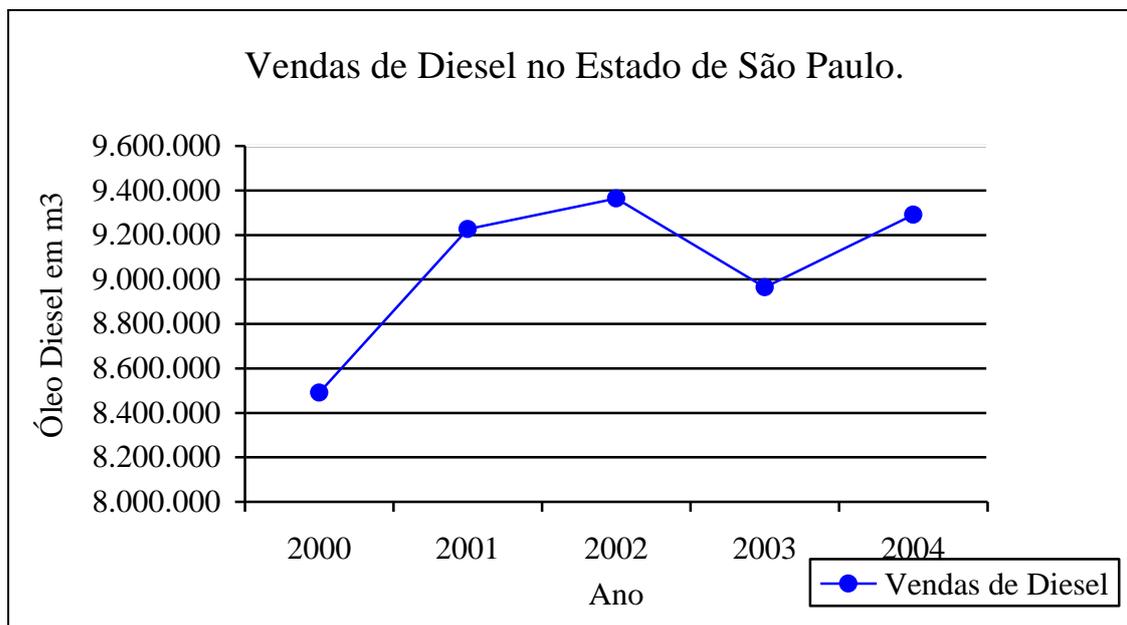


Figura 8: Consumo de diesel no estado de São Paulo.
Fonte: ANP Agência Nacional do Petróleo

3.3 Preço do Óleo Diesel ao Consumidor

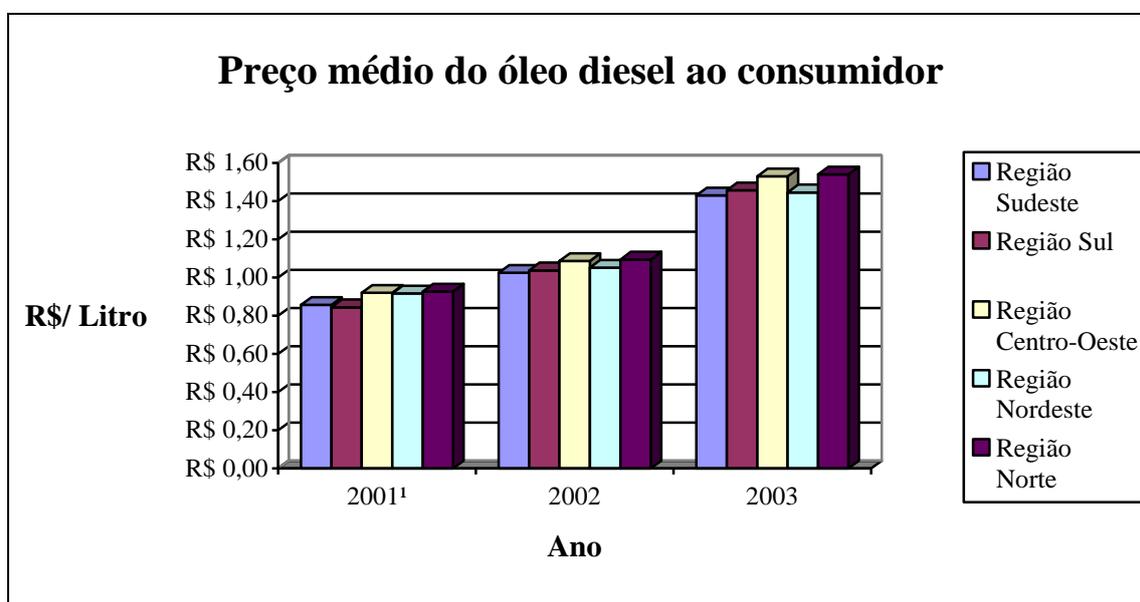


Figura 9: Preço do Diesel por Litro.

Fonte: ANP (Levantamento de Preços).

Nota: Preços em valores correntes.

¹Preços médios de 2001 calculados com base nos preços entre julho e dezembro

3.4 Impostos Incidentes sobre o Óleo Diesel.

No Brasil, conforme informa Lucema, os impostos incidentes sobre combustíveis são a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), o Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS).

A incidência tributária referente aos impostos federais (CIDE+PIS/COFINS) é de R\$ 218,00 por metro cúbico, o que representa 13% do preço final ao consumidor.

Conforme cita Lucema (2004) na Alemanha, por exemplo, ocorre isenção total de tributos e toda a cadeia produtiva do Biodiesel, enquanto que o óleo diesel é tributado em US\$ 0,471 por litro. Nos Estados Unidos há um crédito tributário de US\$ 0,50 por galão para o combustível renovável utilizado no transporte, é de US\$ 1,00 por galão de Diesel.

3.5 A Crise Energética de 1973.

Os acelerados e incontidos aumentos dos preços do petróleo, iniciados em 1973, geraram uma nova consciência mundial a respeito da produção e consumo de energia, especialmente quando originária de fontes não renováveis, como é o caso dos combustíveis fósseis.

O ano de 1973 representou um verdadeiro marco na história energética do planeta, pois o homem passou a valorizar as energias, posicionando-as em destaques com relação aos bens de sua convivência.

No mundo todo, muitos esforços foram dedicados à superação da crise, os quais incidiram, basicamente, em dois grupos de ações:

- Conservação ou economia de energia;
- Usos de fontes alternativas de energia.

O Brasil vem adquirindo interesse pela geração de energia a partir de fontes renováveis, principalmente fontes alternativas (eólica, solar e biomassa), impulsionado pela crise energética e o plano de relacionamento vividos em 2001. Como resultado, mecanismos legais foram criados para regulamentar o uso dessas fontes, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

O país tem em sua geografia grandes vantagens agrônomas, por se situar em uma região tropical, com altas taxas de luminosidade e temperaturas médias anuais. Associada a disponibilidade hídrica e regularidade das chuvas, torna-se o país com maior potencial para produção de energia renovável. As lavouras de ciclos longos, como é o caso do Brasil. Atualmente, cerca de 350 usinas sucroalcooleiras estão em operação.

O padrão tecnológico alto permite um crescimento na produção agrícola, com incrementos apenas marginais na área plantada. O Brasil explora menos de um terço de sua área agricultável, o que constitui a maior fronteira para expansão agrícola do mundo (Vieira 2004). O potencial é de cerca de 150 milhões de hectares, sendo 90 milhões referentes às novas fronteiras, e outros 60 referentes a terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola em curto prazo. O Programa Biodiesel visa à utilização apenas de terras inadequadas para o plantio de gêneros alimentícios.

Há também a grande diversidade de opções, tais como a palma e o babaçu no norte, a soja, o girassol e o amendoim nas regiões sul, sudeste e centro oeste, e a mamona, que além de ser a melhor opção do semi-árido nordestino, apresenta-se também como alternativa às demais regiões do país.

O entrosamento entre o complexo oleaginoso e o setor de álcool combustível traz a necessidade do aumento da produção de álcool. A produção de Biodiesel consome álcool etílico, através da transesterificação por rota etílica, o que gera incremento da demanda pelo produto. Consequentemente, o projeto Biodiesel estimula também o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, gerando novos investimentos, emprego e renda (Lucema 2004).

4 - Biodiesel.

Conforme Lucema (2004) o biodiesel surgiu mundialmente como uma alternativa promissora aos combustíveis minerais, derivados de petróleo. O caráter renovável torna o produto uma fonte importante de energia no longo prazo. Outra contribuição para a melhoria da qualidade do ar, devido à redução na emissão gases poluentes e enxofre.

Os biocombustíveis vêm sendo testados atualmente em várias partes do mundo. Países como Argentina, Estados Unidos, Malásia, Alemanha, França e Itália já produzem Biodiesel comercialmente, estimulando o desenvolvimento de escala industrial conforme Lucema (2004).

A União Européia produz atualmente mais de 1,35 milhões de toneladas de biodiesel, em cerca de 40 unidades de produção. Isso corresponde a 90% da produção mundial de biodiesel, Parente (2003).

4.1 Biodiesel: Conceito e Características

Segundo Meirelles (2003), tecnicamente, o Biodiesel é definido como éster alquílico de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo (óleo e gorduras vegetais ou animais) com álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). A transesterificação consiste na reação química de um óleo vegetal com um álcool, que pode ser etanol ou metanol, na presença de um catalisador ácido (HCL- ácido clorídrico) ou básico (NaOH- hidróxido de sódio). Como resultado, obtém-se o ester metílico ou etílico (Biodiesel), conforme o álcool utilizado, e a glicerina.

Portanto a transesterificação nada mais é do que a separação da glicerina do óleo vegetal. Durante o processo, em que ocorre a transformação do óleo vegetal em Biodiesel, a glicerina, que compõe cerca de 20 % da molécula de óleo vegetal, é removida, deixando o óleo mais fino e reduzindo suas viscosidades, e substituída pelo álcool proveniente do etanol ou metanol. A glicerina, subproduto da produção de Biodiesel, pode ser utilizada como matéria- prima na produção de tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis, aumentando e competitividade do produto. (Parente 2004)

4.2 Processo de Produção do Biodiesel.

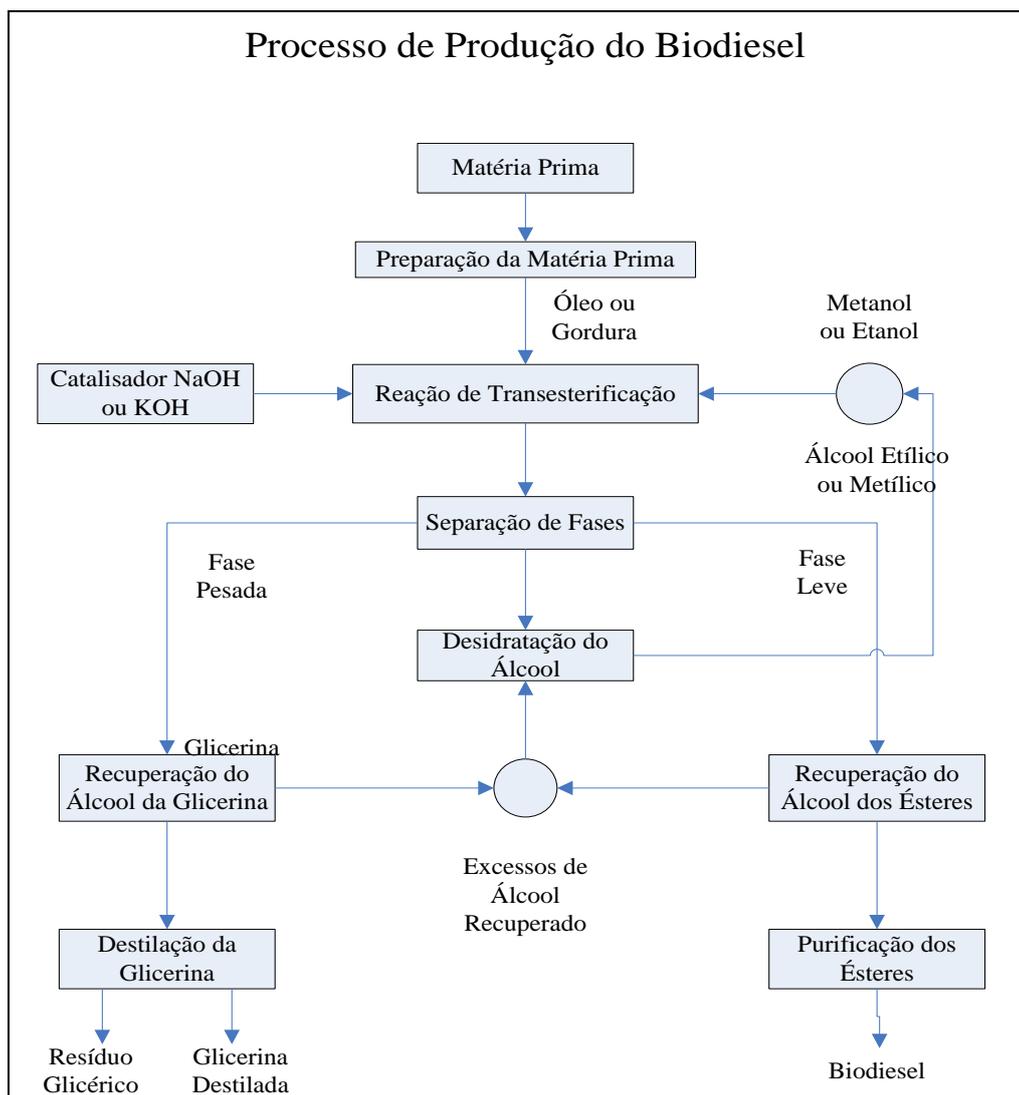


Figura 10: Processo de Produção do Biodiesel

Fonte: Lucema (2004). Biodiesel na Matriz Energética Brasileira.

4.2.1 Preparação da Matéria prima.

Parente (2004), afirma que a preparação da matéria-prima para sua conversão em Biodiesel, visa criar as melhores condições para a efetivação da reação de transesterificação, com a máxima taxa de conversão.

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

4.2.2 Reação de Transesterificação

A reação de transesterificação é a etapa da conversão, propriamente dita, do óleo ou gordura, em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constitui o Biodiesel. A reação pode ser representada pela seguinte equação química:

Tabela 1: Equação Química da reação de Transesterificação

Mistura	Resultado
Óleo ou gordura + Metanol	Ésteres Metílicos + Glicerol
Óleo ou gordura + Etanol	Ésteres Etílicos + Glicerol

Conforme Parente a primeira equação química representa a reação de conversão, quando se utiliza o metanol (álcool metílico) como agente de transesterificação, obtendo-se, portanto, como produtos os ésteres metílicos que constituem o Biodiesel, e o glicerol (glicerina).

A segunda equação envolve o uso do etanol (álcool etílico), como agente de transesterificação, resultando como produto o Biodiesel ora representado por ésteres etílicos, e a glicerina.

Ressalta-se que, sob o ponto de vista objetivo, as reações químicas são equivalentes, uma vez que os ésteres metílicos e os ésteres etílicos tem propriedades equivalentes como combustível, sendo ambos, considerados Biodiesel.

As duas reações acontecem na presença de um catalisador, o qual pode ser empregado, o hidróxido de sódio (NaOH) ou o hidróxido de potássio (KOH), usados em pequenas proporções. A diferença entre eles, com respeito aos resultados na reação, é muito pequena. No Brasil o hidróxido de sódio é muito mais barato que o hidróxido de potássio.

Sob o ponto de vista técnico e econômico, a reação via metanol é muito mais vantajosa que a reação via etanol. O quadro comparativo, apresentado a seguir, evidencia as vantagens da rota metílica sobre a rota etílica.

4.2.3 Comparação das Rotas Metílica e Etílica

Tabela 2: Comparação da rotas metílicas e etílicas.

Quantidades e Condições Usuais Médias Aproximadas	Rota de Processo	
	Metílica	Etílica
Quantidade consumida de álcool por 1000 litros de Biodiesel	90 kg	130 kg
Preço médio do álcool, US\$/kg	190	360
Excesso de álcool, recuperável, por destilação, após reação.	100%	650%
Temperatura recomendada da reação	60°C	85°C
Tempo de reação	45 min.	90 min.

Fonte: Parente 2003

No Brasil, atualmente, uma vantagem da rota etílica pode ser considerada a oferta desse álcool, de forma disseminada em todo o território nacional. Assim, os custos diferenciais de fretes, para o abastecimento do etanol versus abastecimento de metanol, em certas situações podem influenciar numa decisão. Sob o ponto de vista ambiental, o uso do etanol leva vantagem sobre o uso do metanol, quando este álcool é obtido de derivados do petróleo, no entanto, é importante considerar que o metanol pode ser produzido a partir da biomassa, quando essa suposta vantagem ecológica, pode desaparecer. Em todo o mundo o Biodiesel tem sido obtido via metanol.

4.2.4 Separação de Fases

Após a reação de transesterificação que converte a matéria graxa em ésteres (Biodiesel), a massa reacional é constituída de duas fases, separáveis por decantação e por centrifugação.

A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água, e de impurezas inerentes à matéria-prima. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas.

4.2.5 Recuperação do Álcool da Glicerina

A fase pesada, contendo água e álcool, são submetidos a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liquefeitos num condensador.

4.2.6 Recuperação do Álcool dos Ésteres

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

4.2.7 Desidratação do Álcool.

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

No caso da desidratação do metanol, a destilação é bastante simples e fácil de ser conduzida, uma vez que a volatilidade relativa dos constituintes dessa mistura é muito grande.

Diferentemente, a desidratação do etanol, complica-se em razão da azeotropia associada à volatilidade relativa não tão acentuada como é o caso da separação da mistura metanol – água.

4.2.8 Purificação dos Ésteres.

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

4.2.9 Destilação da Glicerina.

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

A purificação da glicerina bruta é feita por destilação a vácuo, resultando um produto limpo e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada.

5 Matérias-primas para a produção de Biodiesel.

Segundo Parente, as matérias primas para a produção de biodiesel podem ter as seguintes origens:

- Óleos Vegetais
- Gorduras de Animais
- Óleos e Gorduras Residuais
- Matérias Graxas de Esgoto.

Tabela 3 – Grupos, Origens e Obtenções das Matérias primas para a Produção de Biodiesel.

Grupo:	Grupo:	Grupo:	Grupo:
Óleos e Gorduras de animais	Óleos e Gorduras vegetais	Óleos residuais de frituras	Matérias graxas de esgotos
Origens:	Origens:	Origens:	Origens:
Matadouros, frigoríficos e curtumes.	Agriculturas temporárias e permanentes	Cocções comerciais e industriais	Águas residuais das cidades e de certas indústrias
Obtenção:	Obtenção:	Obtenção:	Obtenção:
Extração com água e vapor	Extração mecânica, Extração solvente e Extração Mista	Acumulações e coletas	Processos em fase de pesquisa e desenvolvimento

5.1 Óleos Vegetais.

Todos os óleos vegetais, enquadrados na categoria de óleos fixos ou triglicéridicos, podem ser transformados em biodiesel. Dessa forma, poderiam constituir matéria prima para a produção de biodiesel, os óleos das seguintes espécies vegetais: soja, grão de amendoim, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, baga de mamona, semente de colza, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate, entre muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas.

5.2 Gorduras de Animais

Os óleos e gorduras de animais possuem estruturas químicas semelhantes as dos óleos vegetais, sendo moléculas triglicéridicas de ácidos graxos. As diferenças estão nos tipos e distribuições dos ácidos graxos combinados com o glicerol.

Tabela 4: Ácidos Graxos Predominantes em Óleos e Gorduras.

Óleo de Soja	Óleo de Babaçu	Sebo Bovino
Ácido Oléico	Ácido Laurídico	Ácido Esteárico

5.3 Óleos e gorduras residuais de Frituras

Existem alguns problemas técnicos com respeito à transformação dos óleos residuais de frituras, face a heterogeneidade da matéria prima com respeito ao grau de acidez, do teor de umidade e da presença de certos contaminantes. Mesmo com esses problemas, pelo ponto de vista ambiental, o óleo de fritura utilizado na produção de

Biodiesel ainda é vantajoso. Para empresas que precisam obter certificação ISO 14000, que por ser mais rigorosa na questão ambiental, precisam dar destinos adequados aos resíduos, ora por razões econômicas, ora por questões ambientais, na tentativa de reduzir o impacto ambiental causado pelo homem.

5.4 Óleos e Gorduras Residuais de Esgotos

Esta possibilidade reveste de extraordinária importância não somente pela abundância dessa matéria prima, como também um artifício para evitar a transformação dessa matéria graxa em metano, um danoso contribuinte para o efeito estufa.

6 Produção brasileira oleaginosas

O Brasil tem uma grande variedade de oleaginosas, e todas com grande potencial de produção de óleo, para a produção do Biodiesel. Cada região do país tem um potencial para diferentes oleaginosas, com exemplo o semi-árido nordestino tem um grande potencial para produzir óleo a partir da mamona.

6.1 Óleo de soja

A soja considerada a rainha das leguminosas, apesar de ser mais proteína que óleo, constitui um componente importante no esforço de produção de óleo no Brasil provém dessa leguminosa (Parente).

No Brasil a soja chegou com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914. Entretanto a sua expansão se deu efetivamente a partir dos anos 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional (Ojima, 2004). Até 1975, toda a produção brasileira de soja era realizada com cultivares e técnicas importadas dos Estados Unidos, onde as condições climáticas e os solos são diferentes do Brasil. Assim, a soja só produzia bem em escala comercial, nos estados do sul, onde as cultivares americanas encontrava condições semelhantes às de seu país de origem.

A criação do cultivar tropical pelos melhoristas levou a soja para as regiões de clima tropical no Brasil (centro-oeste, nordeste e norte). A partir daí, inúmeros outros cultivares nacionais foram criados para dar estabilidade ao cultivo de soja nas chamadas regiões de fronteira agrícola (Ojima, 2004). Além disso, a soja viabilizou a implantação de indústrias de óleos, fomentou o mercado de sementes e deu estabilidade à exploração econômica das terras onde antes só existiam matas e cerrados.

O complexo soja, isto é o grão, farelo e óleo, constitui-se numa das mais importantes *commodities* nacionais, sendo responsável, nas últimas safras, pela

captação de divisas no mercado internacional da ordem de US\$ 5,0 a US\$ 6,0 milhões (FNP Consultoria). De acordo com os dados do Centro de Estudos Avançados em Economia aplicada (CEPEA), considerando o sistema agroindustrial do Brasil como um todo, a participação do agro negócio no PIB brasileiro vem se destacando; em 2001 a sua participação em relação ao PIB do país ficou próximo a 28,8%, ou seja, R\$ 345 bilhões (considerando o PIB de 2001 de R\$ 1.199 bilhões). Desse total, a cadeia agro-industrial da agricultura, incluindo a soja, participa com cerca de 69%, que significa em montante de R\$ 238 milhões anuais.

Assim como no mercado interno, a soja também vem se destacando na captação de divisas no mercado internacional. Na safra de 2001/02 as exportações totais de US\$ 58 bilhões e 41% das vendas externas do agro negócio que somaram US\$ 24 bilhões (FNP consultoria).

Os principais produtores mundiais de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina e China, que juntos produzem aproximadamente 90% da soja do mundo. A produção mundial de toneladas, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

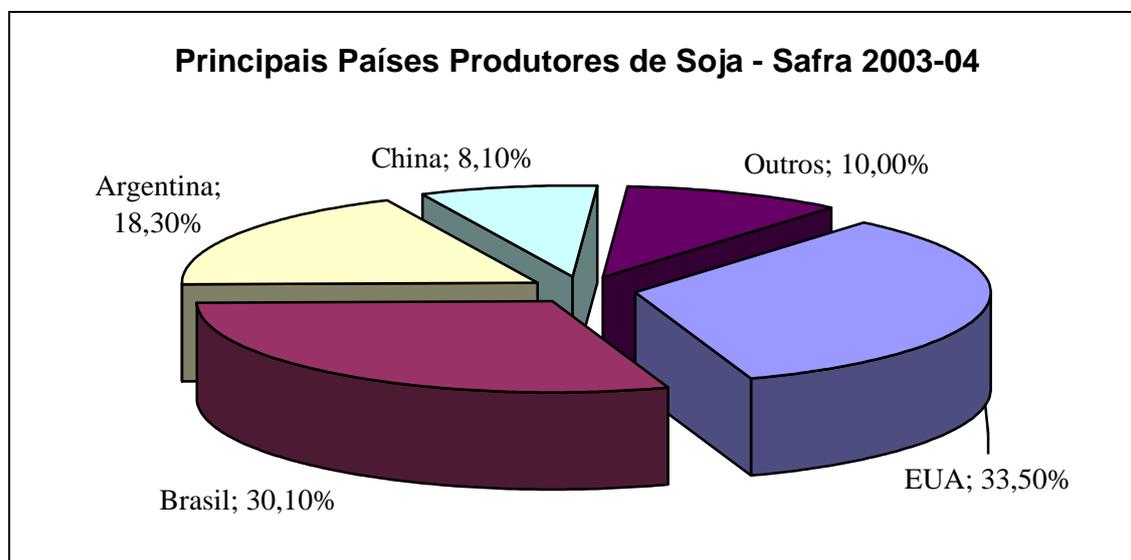


Figura 11: Principais Países Produtores de Soja – Safra 2003-04.
Fonte: USDA, 2003.

O Brasil teve uma produção de 51,6 milhões de toneladas da safra de 2002/03 e a safra 2003/04 ficou em torno de 60,0 milhões de toneladas, tendo um incremento de aproximadamente 16,3 %. A produção brasileira de 2003/04 corresponde a cerca de 30% da produção mundial, já nos Estados Unidos estava previsto uma produção, para safra 2003/04, de 66,7 milhões de toneladas.

Os principais produtores mundiais de soja também são os principais exportadores. O volume mundial comercializado em 2002 ficou em torno de 63,17 milhões de toneladas e o Brasil, que é o segundo maior exportador, foi responsável por aproximadamente 25,3% do total exportado.

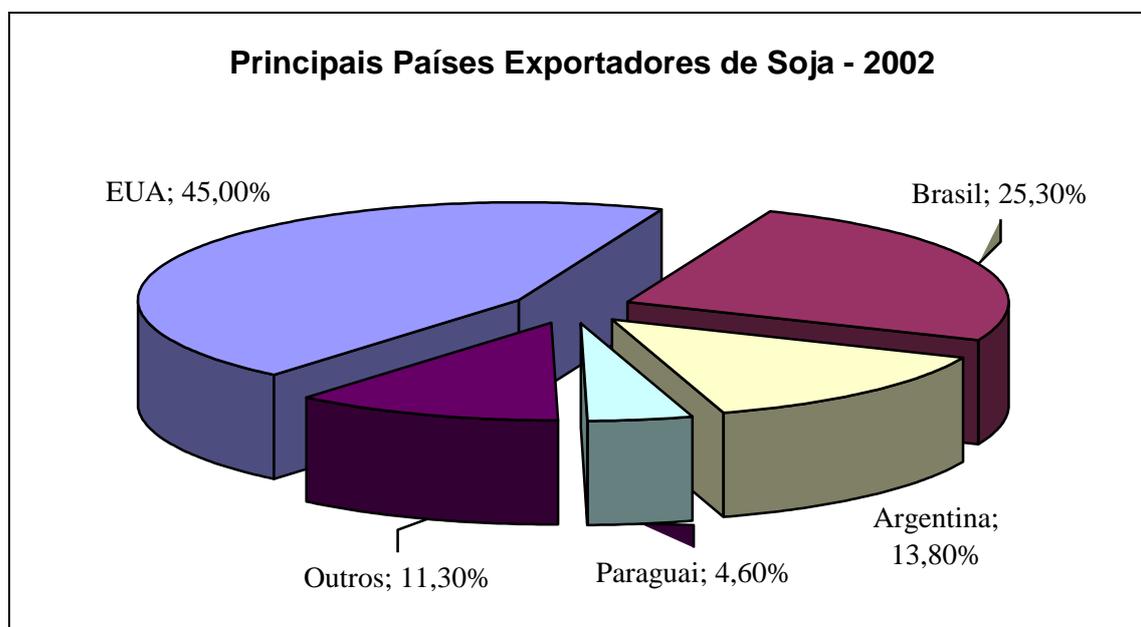


Figura 12: Principais Países Exportadores de Soja – 2002.
Fonte: USDA, 2003.

Com essa capacidade produtiva o Brasil consegue atender facilmente a demanda de Biodiesel de óleo de soja tornam-se o maior produtor mundial de Biodiesel.

6.2 Óleos de Coco de Dendê

Segundo Parente a exemplo do que está ocorrendo na Malásia e na Indonésia, e que começa a acontecer no sul do Pará, a agricultura do dendê se apresenta como a mais importante sob o ponto de vista de produção de óleo, pois atinge extraordinário patamar de 5000 kg de óleo por hectare por ano, índice este, por exemplo, cerca de 25 vezes maior que o rendimento de produção de óleo da soja.

Existem dois tipos bastante distintos de óleos extraídos de coco de dendê, ambos podendo constituir matéria-prima para a produção de biodiesel:

- O óleo da polpa, denominado de óleo de dendê, propriamente dito, sendo comercializado internacionalmente com a designação de palm oil a preços que variam na faixa de 300-

400 dólares a tonelada, adequando-se economicamente para a produção de biodiesel.

- O óleo obtido das amêndoas, denominado de óleo de palmiste, com características químicas e físicas semelhantes as do óleo de babaçu e do óleo de copra (coco de praia), sendo comercializado no mercado internacional com preços superiores à US\$ 500 dólares por tonelada.

6.3 Óleo do Coco de Babaçu.

Segundo Parente (2004) o coco de babaçu, possuindo em média 7% de amêndoas, com 62% de óleo, sob o ponto de vista pragmático, não pode ser considerado uma espécie oleaginosa, pois possui somente 4% de óleo. No entanto, considerando os 17 milhões de hectares de florestas onde predomina a palmeira de babaçu, e as possibilidades de aproveitamento integral do coco de babaçu constitui, potencialmente, uma extraordinária matéria-prima para a produção de óleo, desde que sejam aproveitados os seus constituintes.

6.4 Óleo de colza

Este óleo constitui o único óleo utilizado para a produção de biodiesel na Europa. A produtividade, situada entre 300 – 400 kg por hectare, tem sido considerada satisfatória para as condições européias. O agro negócio da colza envolve a produção e comercialização do farelo, rico em proteínas, que corresponde a mais de 1000 kg por hectares, e ademais, a sua lavoura promove uma excelente adubação natural do solo. A colza pode ser cultivada no Brasil, a exemplo das culturas temporárias, através de uma agricultura totalmente mecanizada Parente (2004).

6.5 Óleo de mamona

Segundo Parente (2004) a mamona se constitui, no momento, a cultura de sequeiro mais rentável entre as grandes culturas, em certas áreas do semi-árido nordestino.

Neste estudo considerou-se as séries históricas das produtividades das áreas tradicionalmente produtoras de mamona, possibilitando estabelecer uma produtividade média de 1000 kg por ano de baga de mamona por hectare. Tal produtividade tem sido considerada bastante conservadora, pois com as modernas cultivares desenvolvidas pelo CNPA/ EMBRAPA, específicas para o Nordeste, chegou-se

a produtividades superiores à marca dos 2000 kg/ha./ano, desde que as melhores condições e recomendações sejam seguidas, Parente (2004).

Parente (2004) considerou um preço mínimo de estabelecido de R\$ 0,50 por quilo (US\$ 140/ton) e um preço máximo admissível de R\$ 0,60 por quilo (US\$ 170/ ton). O preço máximo admissível para o óleo de mamona, balizado pelo mercado energético, qual seja, US\$ 400 por tonelada (R\$ 1400,00/ton).

O Brasil, pela sua extensão territorial e excelentes condições edafoclimáticas é considerado como um dos países mais propícios para a exploração de biomassa para fins alimentícios, químicos e energéticos. Além da extensa área ocupada pelas atividades agropecuárias, o país dispõe, ainda, de cerca de 140 milhões de hectares agricultáveis, o que faz com que seja praticamente o único país do mundo capaz de expandir sua produção, incluindo a de oleaginosas.

Estudos divulgados pela *National Biodiesel Board*, dos Estados Unidos, afirmam que o Brasil tem condições de liderar a produção mundial de Biodiesel, promovendo a substituição de 60% da demanda mundial de óleo diesel mineral.

7 Aspectos Econômicos do Biodiesel.

Lucema (2004), constatou a existência de uma diferença grande entre o 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. Tais incentivos são vantajosos somente quando as externalidades forem maiores que os gastos com subsídios ou renúncia à receita fiscal.

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 muito difícil.

O custo de produção envolve custos de matérias primas (óleo vegetal e álcool) catalisador, mão-de-obra, energia, custos administrativos e financeiros (custo de capital), além da margem do produtor. Conforme Lucema (2004), 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 com o custo

da 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. Conforme análise de Lucema os impostos incidentes no preço do óleo diesel representam cerca de 27% do total. Portanto, a diferença entre os preços do Biodiesel e do diesel convencional pode ser compensada pela renúncia a receita tributária do diesel, garantindo preços competitivos ao biodiesel.

As estimativas de preço para o Biodiesel podem variar bastante. Pelas estimativas do International Energy Agency (IEA) citado por Lucema, 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.

A figura 10 apresenta de forma esquematizada o processo de produção do Biodiesel. Pode-se observar que a transesterificação permite a reutilização de álcool, matéria prima do processo. Essa recuperação permite a redução do custo total do processo. O grau de recuperação é uma porcentagem que representa o reaproveitamento do álcool, residual de processos anteriores, nas proporções subsequentes. Segundo Lucema (2004), dependendo da tecnologia utilizada, essa reutilização pode chegar a 100%.

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 (LUCEMA 2004). Porém o excesso de oferta gerado pela produção em grande escala pode causar queda em sua cotação internacional, atualmente em torno de US\$ 500 a US\$ 1000 por tonelada; segundo Lucema. A utilização do Metanol ou álcool etílico como matéria prima também representa alterações no custo final do Biodiesel. Estudos feitos por Bender (1999), citado por Lucema (2004), 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 em grau de recuperação de 100%. Conforme Lucema, 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.

Um estudo feito pela ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais) estimou o custo do Biodiesel a partir da cotação internacional do óleo de soja. Certa premissas foram adotadas, tais como a quantidade de fatores utilizados, o tamanho da planta de produção, o custo do frete e da tancagem do óleo e a cotação da glicerina bruta no mercado nacional, que entra como crédito no processo. Tais premissas foram baseadas em estudos práticos na produção de Biodiesel. As cotações internacionais adotadas foram adaptadas para a realidade do Brasil, já que muitos dos fatores de produção podem ser encontrados no mercado nacional a preços mais competitivos.

Com isso chega-se a um custo final provável para a produção do Biodiesel, capaz de ser comparado ao custo do diesel. O estudo realizado por Ferres (2003), foi feito dividido em duas partes: uma utilizando metanol e outra utilizando o etanol, durante processo de transesterificação. A comparação é feita com o preço médio do óleo diesel na bomba, em junho de 2004 no estado de São Paulo.

Tabela 5: Custo do Biodiesel feito de Soja

Produção de 1 t de Biodiesel – Matéria Prima – óleo de soja degomado.					
Descrição	Custo Unitário US\$	Metil-ester		Etil-ester	
		Qtde.	Custo (US\$)	Qtde.	Custo (US\$)
Óleo de soja*	509,00 /t	1.015 kg	516,64	965 kg	491,19
Metanol	220,00 /t	115 kg	25,3	-	-
Etanol anidro	321,00 /t	-	-	156 kg	50,08
Hidróxido de sódio	740,00 /t	12,75 kg	9,44	14,98 kg	11,09
Vapor	10,00 /t	706 kg	7,06	706 kg	7,06
Energia elétrica	50,43 / 1000kwh	34,5 kwh	1,74	34,5 kwh	1,74
Mão-de-obra direta	-	-	1,92	-	1,92
Custo fixo de fabricação	-	-	7,00	-	7,00
Custo adm./desp. Gerais	-	-	5,00	-	5,00
Depreciação	-	-	10,00	-	10,00
Subtotal	-	-	584,09	-	585,07
Recuperação de glicerina	330,00 /t	104kg	34,32	104 kg	34,32
Custo por tonelada			549,77	-	550,75
Densidade do Biodiesel		0,87 kg/l		0,87 kg/l	
Custo/litro (s/impostos)			0,48	-	0,48
Câmbio (US\$ 1,00 = R\$ 2,80)					
Custo/litro em R\$** (s/impost.)			R\$ 1,34		R\$ 1,34
Preço estimado na bomba					
Óleo diesel***			R\$ 1,64		

* Preço médio internacional do Óleo de Soja para 2004 (FOB-tancagem-frete).

** Não estão inclusos os impostos, fretes para o pólo de distribuição e margem do produtor.

*** Preço por litro de Óleo Diesel em abril/2005 - Fonte: ANP

Fonte: Lucema 2004

A infra-estrutura existente na distribuição de diesel mineral permite que não haja grandes diferenças no custo de pós-produção para o Biodiesel. Os únicos custos adicionais são compostos pela adequação dos equipamentos de estocagem e

de transporte, que não afetam o preço final do produto comercializado em larga escala. O custo de distribuição e de revenda do Biodiesel pode ser considerado o mesmo que o diesel, ou seja, R\$ 0,22 por litro, conforme Lucema.

Este modelo é baseado puramente no Biodiesel produzido da soja, enquanto que o projeto do governo prevê que 50% do total produzido será proveniente do óleo de mamona (Lucema 2004). Há diferenças entre as cotações dos outros óleos vegetais (como o girassol, o dendê, a palma), que tornam o preço final do produto diferenciado. Além disso, existe também o Biodiesel produzido através de óleos residuais, tais como frituras de lanchonetes e supermercados, que entram na função de promoção como um crédito. O custo final seria extremamente menor do que o do óleo diesel. Porém, as limitações de oferta não tornam este cenário sustentável em escala industrial.

7.1 Geração de Empregos e Renda.

O principal objetivo governamental no projeto de implementação do uso do Biodiesel na matriz energética brasileira é promover a inclusão social das comunidades rurais, através da geração de empregos e renda. O Ministério de Minas e Energia promoveu um estudo de pré-viabilidade técnica e econômica da produção do Biodiesel no semi-árido nordestino, utilizando como premissa a produção de mamona. Este projeto será analisado no final desta seção. Inicialmente será explicado sobre as etapas de produção do biodiesel.

Portanto, conclui-se que o Biodiesel só se torna de fato competitivo economicamente com o diesel mineral se for adotado um regime de desoneração tarifária, ao menos por certo período, até que se tenha uma redução dos custos decorrentes.

Outro fator que pode se beneficiar a competitividade do Biodiesel é a volatilidade da cotação internacional do barril de petróleo. Caso a tendência de alta, observada a partir de julho de 2004, se manter por um período prolongado, o uso de combustíveis alternativos se tornará mais interessante.

7.2 O Biodiesel para a diminuição do efeito estufa.

De acordo com Meirelles (2003) em termos ambientais, uma das mais expressivas vantagens trazidas pelo Biodiesel refere-se à redução da emissão de gases poluentes.

Tabela 6: Redução da Emissão de Gases Poluentes.

Poluente	Redução/ Aumento	Percentual (%)			
		B100	B20	B10	B5
Gases do Efeito Estufa	R	78	15	7,5	3,75
Enxofre	R	19	19	9,5	4,95
Material Particulado	R	10	10	5,0	2,5
NO _x	A	13	2,5	1,3	0,65

Fonte: OLIVEIRA, 2001

O mercado de créditos de carbono nasceu em dezembro de 1997 com a assinatura do Protocolo de Kioto. Nele foram estabelecidas metas de redução de gases poluentes pelos países desenvolvidos, que se comprometeram em reduzir as emissões, em média, 5 % abaixo dos níveis registrados em 1990, para o período entre 2008 e 2012 conforme cita Lucema 2004.

O ganho decorrente da redução da emissão de CO₂, por queimar um combustível mais limpo, pode ser estimado em cerca de 2,5 toneladas de CO₂ por tonelada de biodiesel.

8 O Uso do Biodiesel no Mundo.

Já existe na Alemanha uma frota significativa de veículos leves, coletivos e de cargas utilizando o biodiesel puro, obtido de plantações específicas para fins energéticos, oferecidos em cerca de mil postos. O consumo europeu (atendido principalmente pela produção interna), de 200.0000 t em 1998 mais que dobrou em 2000. O principal produtora mundial (empresa Malaia) produziu 250.000t em 2000 (OLIVEIRA 2001).

Tabela 7: Consumo de Biodiesel em 1998 e 2000.

País	Consumo de Biodiesel (t/ano)	
	1998	2000 (ate outubro)
Alemanha	72.000	315.000
França	70.000	50.000
Bélgica	15.000	-
Itália	-	40.000
Grã – Bretanha	1.000	-
Austrália	17.000	15.000
Suécia	8.000	7.000
Republica Tcheca	12.000	-
TOTAL	195.000	427.000

Fonte: Meirelles 2003.

8.1 União Européia

Em 2002, foram produzidos na União Européia mais de um milhão de toneladas de Biodiesel sendo a Alemanha, a França e a Itália os maiores produtores do bloco. Entre 1998 e 2002, a produção européia de Biodiesel quase triplicou.

Na União Européia, o Biodiesel recebe incentivos a produção por meio de desgravação tributária e alteração na legislação de meio ambiente, que estabeleceu que, em 2005, 2% dos combustíveis consumidos deverão ser renováveis e, em 2010, 5%. Além disso, existe, em alguns países, a prática de tributação específica sobre o diesel de petróleo. De acordo com dados da Fundação Getulio Vargas, a tributação sobre estes combustíveis na Alemanha, Itália, França e Áustria é, respectivamente, 760%, 695%, 650%, 500% maior que a brasileira.

Tabela 8: Tributação sobre o Biodiesel.

País	Tributos sobre o diesel (US\$/L)
Alemanha	0,471
Itália	0,431
França	0,402
Áustria	0,310
EUA	0,116
Brasil	0,062

FONTE: Fundação Getulio Vargas

Atualmente, a Alemanha é o maior produtor e consumidor mundial de Biodiesel. O sistema de produção praticado no país baseia-se na produção de colza, utilizada, principalmente para fornecer nitrogênio ao solo. A extração do óleo de colza gera farelo protéico, direcionado a ração animal, e Biodiesel que é distribuído de forma pura isento de qualquer mistura e aditivação, através de uma grande rede de abastecimento de combustíveis, composta por aproximadamente 1000 postos.

A introdução do Biodiesel no mercado alemão deu-se por meio da frota de táxis nas principais cidades. Estes veículos foram utilizados para promover o Biodiesel no país, através da distribuição de folhetos explicativos sobre as características e vantagens do novo combustível. Outra estratégia foi a disponibilização de duas saídas numa mesma bomba de combustível sendo uma óleo diesel de petróleo e outra, com selo verde, para o Biodiesel. Inicialmente grande parte dos usuários misturavam, nas diversas proporções, o Biodiesel com o diesel comum até ganhar confiança no novo produto, 12% mais barato e com várias vantagens ambientais. O preço médio do diesel mineral na

Alemanha, em abril de 2002 era de € 0,84/litro, enquanto o do Biodiesel era de € 0,73/litro. A prática de um menor preço para o Biodiesel explica-se pela completa isenção dos tributos em toda a cadeia produtiva.

Na França segundo maior produtor mundial de Biodiesel, o desenvolvimento do Biodiesel para o uso urbano deu-se através da criação do "*Partenaires Diester*" ("Parceiros do Biodiesel"). Trata-se de uma associação de entidades francesas que congregaram grandes produtores e consumidores do combustível e que tem como finalidade disseminar e avaliar os efeitos positivos da mistura de Biodiesel e diesel de petróleo nos centros urbanos, especialmente nos transportes coletivos.

Os sistemas produtivos adotados no país assemelham-se aos utilizados na Alemanha. No entanto, o combustível apresenta-se, para a distribuição, mistura a óleo diesel mineral, em proporção inferior a 10%. Em razão das melhorias de qualidade das emissões veiculares, atualmente todos os ônibus urbanos franceses consomem Biodiesel, numa proporção de até 30% na mistura com o diesel mineral. A cadeia produtiva do Biodiesel recebe incentivos tributários para a produção do combustível.

8.2 Estados Unidos

Conforme Meirelles, o país tem demonstrado grande interesse em relação à utilização de Biodiesel em mistura ao óleo diesel do petróleo, visando a melhoria das emissões dos motores de ciclo diesel. Tal interesse confirma-se pelos diversos estudos que estão sendo desenvolvidos no país, os quais se referem aos usos do Biodiesel em suas diversas configurações, sendo que a proporção mais aceita para a mistura Biodiesel/ diesel mineral tem sido 20%. Atualmente, o Biodiesel está sendo utilizado em frotas de ônibus urbanos, serviços postais e órgãos do governo.

O programa de Biodiesel norte-americano foi criado pela Lei do Senado S-517, de 25/04/2002, que apresenta como meta a produção de 5 bilhões de galões anuais (20 bilhões de litros por ano). Além da lei federal, existem leis estaduais de apoio à utilização de Biodiesel. Em Minnesota, por exemplo, existe uma lei, desde março de 2002, que obriga que seja adicionado pelo menos 2% de Biodiesel no óleo diesel mineral. No intuito de dar vazão aos estoques adicionais de óleo de soja, vários outros estados norte-americanos estão incentivando a transformação dos excedentes em Biodiesel.

8.3 Outros Países

Na Argentina, o estímulo à produção de Biodiesel foi dado pelo decreto 1.396 de novembro de 2001, que cria o "Plan de competitividad para el Combustible Biodiesel" e propicia a desoneração tributária de toda a cadeia produtiva do Biodiesel por um período de 10 anos. Os padrões para o combustível foram estipulados através da Resolução 129/2001.

Na Malásia foi implementado um programa para a produção de Biodiesel a partir do óleo de palma (dendê). O país é o maior produtor mundial deste óleo, com uma produtividade de 5000 kg óleo/hectare/ano. A primeira fábrica entrou em funcionamento em 2004, com a capacidade de produção equivalente a 500 mil toneladas/ano. A perspectiva de extração de vitaminas A e E permitirá a redução dos custos de produção do Biodiesel.

País como o Japão a Espanha, Itália e países do norte e leste europeu têm demonstrado interesse em produzir e importar Biodiesel. Este interesse tem sido motivado pela questão ambiental, especialmente no que se refere à qualidade das emissões dos motores, das alterações climáticas e da necessidade de redução do efeito estufa.

III. CONCLUSÕES

A matriz de transportes brasileira voltada quase que totalmente para o transporte rodoviário, e a grande parte das cargas transportadas pelo país é feita pelo modal rodoviário. O Brasil tem uma grande quantidade de veículos, e uma malha rodoviária muito grande superior a países maiores.

Com a grande quantidade de veículos, o Brasil consome grandes quantidades de combustíveis minerais derivados do petróleo, como exemplo principal o diesel. Esse consumo é superior ao produzido no país, havendo necessidade de importação para complementar as reservas e atender o consumo.

Essas importações acabam acarretando grandes custos para o governo e a Petrobrás.

Com o grande consumo deste combustível fóssil, a emissão de gases na atmosfera, como o monóxido de carbono e o enxofre, geram efeito estufa, a diminuição da qualidade do ar e da vida das pessoas.

Com intuito de diminuir a quantidade de agentes poluentes e ter um combustível renovável e limpo temos como alternativa o Biodiesel, que em comparação com Diesel mineral tem as quantidades de agentes poluentes muito baixos, chegando quase que a zero.

O Biodiesel é uma excelente alternativa para veículos movidos a diesel, pois com a mistura de Biodiesel e Diesel pode tornar o Brasil auto suficiente, não

havendo necessidade de importar mais petróleo.

O Brasil tem grandes possibilidades de se tornar o maior exportador de Biodiesel do mundo, pois possui grande facilidade de expandir suas fronteiras agrícolas. Em especial o Brasil, com o projeto do governo de agricultura familiar em diversas regiões o Brasil irá se destacar mundialmente com um combustível ecologicamente correto gerando empregos, rendas e divisas para o país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE - Associação Brasileira de Indústrias de Óleos Vegetais. Estatísticas do Complexo Soja, Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso: Setembro de 2005.

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário Estatístico, Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/Index.html>>. Acesso: Setembro de 2005.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário Estatístico 2001, 2002, 2003, 2004, Disponível em: <http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_estat.asp>. Acesso: Outubro de 2005.

BENDER, M. (1999). *Economic feasibility review for community-scale farmer cooperatives for biodiesel*. Texas. Bioresource Technology, 1999.

BENDER , M. (1999). *Feasibility Study for Farmers*. Texas. Bioresource Technology, 1999.

CAIXETA FILHO, J.V. “Transporte e logística no sistema agroindustrial”, in **Movimentação Rodoviária de Produtos Agrícolas Selecionados: ATLAS**, 2001.

CEPEA - Centro de Estudos Avançado em Economia Aplicada. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br>>. Acesso: Agosto, 2005.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. Disponível em <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso: Fevereiro, 2003.

FNP Consultoria & Comércio. *Agriannual 2003 – Anuário da Agricultura Brasileira*. São Paulo-SP, outubro 2002.

GEIPOT - Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. *Anuário Estatístico dos Transportes - 2001*. Brasília: GEIPOT.

GVCConsult. *Biodiesel no Brasil – Risco ou Oportunidade*. Rio de Janeiro. FGV EAESP, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso: Julho de 2005.

MEIRELLES, Fábio de Salles. *Biodiesel*. Brasília. 2003. Disponível em <<http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/>>. Acesso em: Setembro de 2005.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso: Outubro de 2005.

OJIMA, A.L.R.O. "*Análise da Movimentação Logística e competitividade da Soja Brasileira: Uma aplicação de um Modelo de Equilíbrio Espacial de Programação Quadrática*". Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade Estadual de São Paulo (USP), Ribeirão Preto - São Paulo, fevereiro/2004.

OLIVEIRA, L.B; COSTA, A.O. *Biodiesel: uma experiência de desenvolvimento sustentável*. IVIG/COPPE/UFRJ. 2001.

LUCEMA, T.K. *O Biodiesel na Matriz Energética Brasileira*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, 2004.

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

Vieira, J.N.de Souza. *O Biodiesel e o Desafio da Inclusão Social*. Brasília. Câmara dos Deputados, 2004.