



UNIVERSIDADE SALVADOR - UNIFACS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
MESTRADO EM REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA

MIGUEL ANDRADE FILHO

ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO
DO BIODIESEL: O CASO DO SEBO BOVINO COMO
MATÉRIA-PRIMA

Salvador
2007

MIGUEL ANDRADE FILHO

ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO
DO BIODIESEL: O CASO DO SEBO BOVINO COMO
MATÉRIA-PRIMA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Regulação da Indústria de Energia, Universidade
Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof^o.Dr. Luiz Antônio Magalhães Pontes

Salvador
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador - UNIFACS)

Andrade Filho, Miguel

Aspectos técnicos e econômicos da produção do biodiesel a partir do sebo bovino no Brasil / Miguel Andrade Filho. – Salvador, 2006.
124 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Salvador – UNIFACS.
Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, 2007.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Magalhães Pontes.

1. Biodiesel – Produção. 2. Biodiesel – Aspectos econômicos. 3. Biocombustível. 4. Sebo bovino. I. Pontes, Luiz Antonio Magalhães, orient. II. Título.

CDD: 338.76655384

TERMO DE APROVAÇÃO

MIGUEL ANDRADE FILHO

**ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO
DO BIODIESEL: O CASO DO SEBO BOVINO COMO
MATÉRIA-PRIMA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, pela
seguinte banca examinadora:

Luiz Antônio Magalhães Pontes – Orientador _____
Doutor em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Química,
UNICAMP, Brasil.

Sérgio Leal Braga _____
Pós-Doutorado pela Purdue University, P.U., Estados Unidos.
Doutor em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de
Janeiro, PUC/RJ, Brasil.

Gisele Ferreira Tiryaki _____
Doutora em Economia pela George Mason University, G.M.U., Estados Unidos.

Leonardo Sena Gomes Teixeira _____
Doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil.

Salvador, 05 de Outubro de 2007.

À minha esposa Luzia pelo companheirismo e estímulo no desenvolvimento deste trabalho, aos meus filhos Lara e Neto e à minha nora Caroline pelo incentivo e apoio que tanto me motivaram e energizaram.

AGRADECIMENTOS

Ao Profº Luiz Antônio Magalhães Pontes pelo incentivo ao mestrado e pela competente orientação que recebi no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu irmão José Sérgio de Oliveira Andrade pelo estímulo e parceria no desenvolvimento do curso.

Aos Professores Gisele Ferreira Tiryaki e Leonardo Sena Gomes Teixeira pelos esclarecimentos de dúvidas e pelos eficazes ensinamentos.

Ao Dr. Irundi Sampaio Edelweiss pela inspiração para o tema, aos amigos Luiz Evanio Dias Couto e Roberto José Chaves de Sousa pelo apoio incentivador, aos professores do mestrado e a todos os que contribuíram para a realização deste importante propósito da minha vida profissional.

RESUMO

Os elevados preços internacionais do petróleo e a consciência global sobre os efeitos do uso intensivo dos combustíveis de origem fóssil no clima do planeta, motivam os pesquisadores na busca de soluções alternativas que compatibilizem a utilização dos sistemas de transporte atualmente instalados com a mitigação dos efeitos danosos ao meio ambiente decorrentes das emissões de gases poluentes. Acredita-se que os combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis serão os elos de transição entre a tecnologia atual - a do carbono fóssil - e a futura - a do hidrogênio. O Biodiesel terá, provavelmente, papel de destaque nesta transição pelo baixo impacto ambiental, pela similaridade com o diesel de petróleo e pelo conseqüente aproveitamento de toda a tecnologia já desenvolvida para este segmento energético. Nesta dissertação, o foco será a substituição parcial do diesel de petróleo pelo biodiesel derivado de gordura animal, mais especificamente, aquele produzido a partir do sebo bovino, uma vez que o Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo. A viabilidade técnica da produção do biodiesel derivado do sebo bovino é demonstrada assim como a escala de produção que o mesmo pode alcançar no país. Este estudo pretende apontar o potencial deste energético, identificar as características que se apresentam como pontos fortes e as que demandam melhorias para a viabilização do uso do novo combustível nos atuais motores de ciclo diesel. O trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica nos textos produzidos em várias partes do mundo, entrevistas e levantamento de campo por meio de visitas a grandes frigoríficos. Dentre as matérias-primas com potencial para produção de biodiesel, pretende demonstrar-se a potencialidade do sebo bovino, quanto à disponibilidade no país, quanto aos aspectos técnicos do processo de produção do biodiesel com esta matéria-prima, quanto à viabilidade econômica desta rota de produção e quanto às externalidades positivas para o meio ambiente que esta rota de produção pode adicionar. É também apresentada uma análise do arcabouço regulatório implantado no país visando à inserção do biodiesel na matriz energética nacional, destacando os instrumentos legais mais relevantes. Finalmente são apresentadas as conclusões com a indicação de possíveis ajustes regulatórios a serem implementados, os impactos da qualidade do sebo bovino no processo produtivo do biodiesel, um estudo estimativo da quantidade de sebo bovino que o país pode dispor para a produção de biodiesel e os impactos positivos ao meio ambiente e à sociedade que a implementação desta atividade econômica pode gerar.

Palavras-chave: Biodiesel, Biocombustível, Combustível renovável, Bioenergia, Sebo bovino, Transesterificação, Regulação do biodiesel, Rebanho bovino.

ABSTRACT

The escalation of international oil prices and the global consciousness about the effects of the intensive use of fossil fuels on the planet's climate, motivate researchers to look for alternative solutions in order to make compatible the current transportation system and the mitigation of the harmful effects of the emission of toxic air pollutants in the environment. It is believed that fuels produced from renewable sources will be the transition links between current technology, fossil carbon, and that of the future, hydrogen. Biodiesel will probably play an outstanding role in this transition due to its low environmental impact, its similarity to petroleum diesel and the resulting utilization of all the technology already developed for this energetic segment. The focus of this dissertation will be the partial replacement of petroleum diesel with the biodiesel derived from animal fatty waste, more specifically that produced from tallow, since Brazil has the world's largest commercial bovine herd. The technical feasibility of the production of biodiesel derived from tallow is demonstrated as well as the production scale it may achieve in the country. This study aims to point out the potential of this energy source derived from animal fat, as well as identify the characteristics presented as strong points and those that demand improvement so that the use of the new fuel in the current cycle diesel engines can be made feasible. The present work has been developed from bibliographic research on texts produced worldwide, from interviews and field surveys through visits to the largest meatpacking companies. Among the raw materials with potential for the production of biodiesel, this study aims to show the potential of tallow regarding its availability in the country, the technical aspects of the biodiesel production process using this raw material, the economic feasibility of this production route, and the positive externalities to the environment that this production route may generate. This study also presents an analysis of the regulatory outline implemented in the country aiming at inserting biodiesel in the national energy matrix, pointing out the most relevant legal tools. Finally, the study presents its conclusions with the indication of possible regulatory adjustments to be implemented, the impact of the quality of tallow in the productive process of biodiesel, an estimate study of the amount of tallow that the country may dispose for the production of biodiesel, and the positive impacts to the environment and to society that the implementation of of this economic activity may generate.

Key words : Biodiesel, Biofuel, Renewable Fuel, Bioenergy, Tallow, Transesterification, Biodiesel regulation, Bovine herd.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Consumo Mundial de Energia, 1970 – 2025	20
FIGURA 2	Bomba de Biocombustíveis nos EUA	35
FIGURA 3	Fluxograma de Produção do Sebo Bovino	62
FIGURA 4	Principais Usos do Sebo Bovino no Brasil	64
FIGURA 5	Processo de Produção de Biodiesel	67
FIGURA 6	Efeito do Catalisador na Transesterificação do Sebo Bovino	69
FIGURA 7	Efeito do Ácido Graxo Livre e Água na Transesterificação do Sebo Bovino	70
FIGURA 8	Principais Aplicações das Vendas de Glicerina	88
FIGURA 9	Preço Spot da Glicerina Refinada no Mercado Norte-americano	90
FIGURA 10	Produção Européia de Glicerina Refinada	91
FIGURA 11	Comportamento dos Preços da Glicerina Refinada nos EUA e na Europa	92
FIGURA 12	Comportamento dos Preços do Sebo Bovino	96

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Capacidade Instalada nos Principais Países Produtores de Biodiesel, na CE.	23
TABELA 2	Panorama do Biodiesel na CE, 2005	30
TABELA 3	Capacidade de Produção de Biodiesel nos EUA	33
TABELA 4	Os Cinco Maiores Projetos de Biodiesel dos EUA	34
TABELA 5	Plantas de Biodiesel em Operação na Austrália	42
TABELA 6	Plantas de Biodiesel em Construção	43
TABELA 7	Capacidade Autorizada de Plantas de Produção de Biodiesel	48
TABELA 8	Novos Projetos da Brasil Ecodiesel	49
TABELA 9	Investimentos da Petrobrás em Biodiesel	49
TABELA 10	Tributação Federal Incidente na Produção do Biodiesel	52
TABELA 11	Resultados dos Leilões de Biodiesel	54
TABELA 12	Emissões do Biodiesel em Relação às do Óleo Diesel	56
TABELA 13	Composição Básica do Sebo Bovino	63
TABELA 14	Especificação do Sebo Bovino de Qualidade Superior	65
TABELA 15	Energia Requerida na Transesterificação do Sebo Bovino	73
TABELA 16	Potencial de Produção de Sebo Bovino no Brasil, 2006	75
TABELA 17	Maiores Frigoríficos do Brasil	77
TABELA 18	Rebanho Bovino Nacional	78
TABELA 19	Rendimento Médio de Sebo Bovino	79
TABELA 20	Abate de Bovinos no Brasil	81
TABELA 21	Quantidade de Couros Crus Inteiros de Bovinos de Origem Nacional	82

TABELA 22	Capacidade Instalada de Produção de Glicerina	87
TABELA 23	Produtores Norte-americanos de Glicerina	89
TABELA 24	Custos Variáveis de Produção de Biodiesel	95
TABELA 25	Custos Fixos Mensais de Produção de Biodiesel	96
TABELA 26	Custo de Produção do Biodiesel	97
TABELA 27	Cálculo do Custo do Biodiesel com Impostos	97
TABELA 28	Estimativa da Margem Líquida do Biodiesel	98
TABELA 29	Comparação do MESB com o Óleo Diesel	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM	Associação Brasileira de Indústrias Químicas
AGL	Ácidos Graxos Livres
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANUALPEC	Anuário da Pecuária Brasileira
ASTM	American Society for Testing and Materials
BPF	Boas Práticas de Fabricação
BR	Petrobras Distribuidora
BTL	Biomass-to-Liquid
BTU	British Thermal Unit
CBEE	Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial
CE	Comunidade Européia
CEI	Comissão Executiva Interministerial
CENPES	Centro de Pesquisa da Petrobras
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CRA	Centro de Recursos Ambientais da Bahia
ÈSN	Czech Republic National Standard
DENA	Agência de Energia da Alemanha
EECA	Energy Efficiency and Conservation Authority
EPACT	The Energy Policy Act
FOB	Free On Board
FNP	FNP Consultoria e Comércio
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MESB	Metil Éster de Sebo Bovino
MME	Ministério de Minas e Energia
MPOB	Malaysian Palm Oil Board
MTBE	Metil-Tbutil- Éter
MW	Mega Watt
NaMeOH	Metóxido de Sódio
NSW	New South Wales
NT	Northern Territory
O&M	Operação e Manutenção

OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
OVEG	Programa de Óleos Vegetais
PASEP	
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PET	Polietileno Tereftalato
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PROALCOOL	Programa Nacional do Alcool
PROBIODIESEL	Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROÓLEO	Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos
PTT	Polipropileno Tereftalato
QLD	Queensland
REDUC	Refinaria Duque de Caxias
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RGE	Relação de Ganho Energético Rapeseed Methyl Ester
SA	South Australia
SAGPyA	Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Alimentos do Governo Federal da Argentina
TRFO (em inglês)	Obrigações de Combustíveis Renováveis para o Segmento de Transporte
VIC	Victoria
WA	Western Australia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	A IMPLEMENTAÇÃO DO BODIESEL NO MUNDO	19
2.1.1	O Biodiesel na Comunidade Européia.....	21
2.1.2	O Biodiesel na América do Norte.....	31
2.1.3	O Biodiesel na Ásia.....	36
2.1.4	O Biodiesel na Oceania.....	41
2.1.5	O Biodiesel na América do Sul.....	44
2.2	O BODIESEL NO BRASIL.....	45
2.2.1	A Regulação do Biodiesel no Brasil	51
2.2.2	Aspectos Ambientais.....	55
2.2.3	Aspectos Sociais.....	57
2.2.4	Aspectos Econômicos.....	58
3	O SEBO BOVINO E A PRODUÇÃO DO BODIESEL	60
3.1.	PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO SEBO BOVINO.....	63
3.2.	ESPECIFICAÇÃO DO SEBO BOVINO.....	64
3.3.	PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BODIESEL POR TRANSESTERIFICAÇÃO DO SEBO BOVINO.....	65
3.4.	PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO DO SEBO BOVINO.....	68
3.4.1.	Tipo e Concentração de Catalisador no Sebo.....	68
3.4.2.	Teor de Ácidos Graxos Livres e de Água no Sebo.....	69
3.4.3.	Interação dos Ácidos Graxos Livres com a Água Contida no Sebo.....	70
3.5.	VIABILIDADE ENERGÉTICA	72
4	DISPONIBILIDADE DO SEBO BOVINO NO BRASIL.....	74
4.1.	OFERTA POTENCIAL DE SEBO BOVINO.....	77
5	A SUPER OFERTA DO CO-PRODUTO GLICERINA.....	85
5.1.	PRINCIPAIS USOS E APLICAÇÕES DA GLICERINA.....	85
5.2.	MERCADO DA GLICERINA NO BRASIL	87
5.3.	MERCADO NORTE-AMERICANO DA GLICERINA.....	88
5.4.	MERCADO EUROPEU DA GLICERINA	90
5.5.	TENDÊNCIAS DO MERCADO DE GLICERINA	92
6	ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO BODIESEL DERIVADO DO SEBO BOVINO.....	94
7	CONCLUSÕES.....	100
	REFERÊNCIAS.....	105
	ANEXO A – PATENTES AMERICANAS SOBRE BODIESEL.....	114
	ANEXO B – PEDIDOS DE PATENTES SOBRE BODIESEL NO BRASIL.....	118
	ANEXO C - PATENTE DO PESQUISADOR BRASILEIRO CARLOS KHALIL, DEPOSITADA NOS EUA.....	120

1 INTRODUÇÃO

Quer pelos elevados preços do petróleo ou pelo efeito do aquecimento global, é preciso investir em combustíveis alternativos que atuem como elementos de transição entre a tecnologia do petróleo e a tecnologia do futuro, possivelmente, com o uso do hidrogênio em células de combustível para solucionar o problema do transporte.

Os combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis terão, portanto, papel importante na transição tecnológica. O biodiesel, dentre estes, cumprirá etapa relevante pelo menor impacto ambiental, pela similaridade com o óleo diesel, pelo aproveitamento de toda a tecnologia já desenvolvida para este energético e pelos aspectos socioeconômicos que poderão ser desenvolvidos nas fases de produção agropecuária e industrial. Dentre as diversas fontes que podem servir de matéria-prima para a produção do biodiesel, propõe-se a discussão da transesterificação do sebo bovino para a produção do biodiesel, analisando o potencial quantitativo, a viabilidade técnico-econômica e as externalidades socioambientais decorrentes da implementação desta nova atividade econômica.

Como esta nova atividade, produção de combustíveis renováveis, apresenta externalidades positivas, em relação ao meio ambiente e ao atendimento às questões sociais, sem a contrapartida nos preços, fica caracterizada a existência de falhas de mercado e a necessária regulação do segmento.

No Brasil, estruturou-se um conjunto de leis, portarias e resoluções visando à inserção do biodiesel na matriz energética nacional. Este arcabouço regulatório é analisado e comparado com a regulação implantada em outros países, que, há mais tempo, já vem explorando o segmento dos combustíveis renováveis.

Inicialmente, este trabalho apresenta um estudo da situação atual do biodiesel nos principais países produtores da Comunidade Européia, em que a Alemanha lidera o desenvolvimento tecnológico deste energético. Em seguida, apresenta o estágio atual da implementação deste combustível renovável na América do Norte, com destaque para a recente arrancada dos EUA na direção do biodiesel.

Para construir a visão global do assunto, apresenta-se, também, a situação do biodiesel na Ásia e Oceania, destacando-se os países com pesquisa ou implantação do biodiesel em estágio mais avançado, principalmente, aqueles que utilizam o sebo bovino como matéria-prima, ou que tenham características de interesse comparativo com o atual estágio do biodiesel no Brasil. Ainda na revisão da bibliografia sobre o tema, analisa-se a situação do biodiesel no Brasil incluindo os aspectos regulatórios, ambientais e socioeconômicos.

Apresenta-se também o processo de produção do sebo bovino, suas principais aplicações e as especificações mais adotadas. Em seguida, é exposto o processo de produção de biodiesel por meio da transesterificação do sebo bovino e os fatores que mais influenciam na eficiência e eficácia do processo produtivo.

A super oferta do co-produto glicerina é analisada com o objetivo de sinalizar uma provável faixa para o comportamento dos seus preços, no futuro.

Finalmente, o trabalho revela o grande potencial do sebo bovino como matéria-prima, capaz de suprir relevante quantidade de biodiesel para o país, com benefícios sociais e ambientais que justificam incentivos governamentais para a implantação desta nova atividade econômica. Também é apresentada uma avaliação da viabilidade econômica da produção do biodiesel derivado do sebo bovino.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No final do século XIX e nas primeiras décadas do século XX, foram realizados testes sobre o emprego de óleos vegetais em motores a combustão, sendo emblemática a experiência do engenheiro francês de origem alemã Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913) que, na apresentação do motor que leva o seu nome, utilizou como combustível o óleo de amendoim. Desde então, o mundo vem pesquisando a produção de combustíveis derivados de óleos e gorduras, com muitas publicações científicas sobre o tema.

Destarte, o trabalho “Biodiesel Production Technology” apresenta uma relação com mais de sessenta patentes sobre produção, processamento e utilização de biodiesel (VAN GERPEN, SHANKS e PRUSZKO, 2004).

Durante e após a segunda guerra mundial, o processo de transesterificação de óleos vegetais e gorduras animais foi intensivamente pesquisado e aprimorado, com um duplo objetivo: atender à elevada demanda por glicerina para a produção de explosivos e produzir combustível substituto ao diesel em função dos seus altos preços e da escassez deste. Não obstante este antecedente, os baixos preços do petróleo, nos anos posteriores, fizeram que o diesel e a gasolina se estabelecessem como os combustíveis do mundo atual.

As crises do petróleo de 1973 e 1979 afetaram significativamente todos os países importadores dessa matéria-prima, sobretudo, aqueles em desenvolvimento, e, particularmente, o Brasil. Neste cenário, diversos países buscaram desenvolver pesquisas tendo como foco as fontes alternativas e renováveis de energia (solar, eólica, gás de aterro e biocombustíveis).

Apesar dessas iniciativas, a queda subsequente dos preços do petróleo, por conta da ampliação da oferta posta em curso pelos países da OPEP (Organização

dos Países Exportadores de Petróleo), arrefeceu, novamente, os ânimos e muitos projetos de energia alternativa foram descontinuados ou implementados de forma lenta devido aos elevados custos de produção quando comparados aos custos dos derivados do petróleo.

A experiência brasileira na busca da diversificação de sua matriz energética foi, inicialmente, no sentido do desenvolvimento de um substituto da gasolina, por meio do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL). Apesar do êxito deste Programa, o foco na substituição parcial da gasolina contemplou apenas o segmento dos transportes leves e automóveis de passeio, permanecendo o segmento dos veículos de grande porte, utilizados nos transportes públicos e na movimentação de cargas pesadas, na dependência do suprimento exclusivo do diesel fóssil.

Apesar de as pesquisas sobre combustíveis alternativos e renováveis, substitutos do diesel, serem realizadas desde a década de 1920, foi somente nas últimas décadas do século XX que os biocombustíveis começaram a ser testados com mais intensidade, especialmente, em centros urbanos, já se verificando a implantação de unidades industriais e a produção em escala comercial desses energéticos. Ultimamente, as pesquisas e testes de utilização destes combustíveis estão ocorrendo em alta intensidade em todo o mundo, reforçadas pelas demandas sociais por redução das emissões antrópicas ao meio ambiente (particulados e gases de efeito estufa), pelos altos preços do diesel e da gasolina e pelas preocupações relacionadas à geopolítica do petróleo.

Some-se a estas questões, para a experiência brasileira, o grande potencial existente para a produção de biocombustíveis, em função das extensas áreas agricultáveis, parte delas não propícias ao cultivo de gêneros alimentícios, mas com solo e clima favoráveis ao plantio de inúmeras oleaginosas. Acrescente-se, ainda, que a agropecuária nacional possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo e uma ampla cadeia de abatedouros e frigoríficos voltados para a produção de carnes e derivados. A possibilidade de fortalecer o desenvolvimento socioeconômico do semi-árido nordestino, bem como dos sistemas isolados do norte do país, dependentes sobremaneira do óleo diesel, descortina-se como um conjunto de fatores favoráveis à intensificação da pesquisa e desenvolvimento de um substituto renovável para o diesel fóssil.

Diante desses fatos, a implementação do biodiesel no Brasil representará interessante alternativa de negócios para o setor empresarial brasileiro e uma importante contribuição para o desenvolvimento econômico regional, por permitir que as especificidades locais sejam incorporadas ao processo desenvolvimentista.

A esse movimento, também emanado pelo conjunto da sociedade brasileira, o Governo Federal respondeu, em 2003, com o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), o qual visa a apoiar a substituição gradual do consumo de diesel no País, que foi, no ano de lançamento do programa, de 36,8 bilhões de litros, dos quais 10,3% importados (ANP, 2005).

O cenário nacional não é divergente do que está ocorrendo na maioria dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, os quais têm o petróleo como a maior fonte de energia primária em suas respectivas matrizes energéticas.

2.1 A IMPLEMENTAÇÃO DO BIODIESEL NO MUNDO

Segundo estudo do Departamento de Energia dos Estados Unidos, o consumo de energia, no mundo, deve crescer de 412 quatrilhões de BTUs em 2002 para 645 quatrilhões de BTUs em 2025, o que representará um incremento de 57% em apenas 23 anos. Este elevado crescimento acontecerá de forma mais forte nos países em desenvolvimento, em que se prevê uma taxa média anual de 3,2% no período, enquanto que nos países desenvolvidos espera-se um crescimento médio de 1,1% no mesmo período (DEPARTMENT OF ENERGY, 2005).

O estudo também prevê que o petróleo deverá continuar sendo a principal fonte de energia, com uma expectativa de elevação de consumo de 78 milhões de barris por dia em 2002, para 119 milhões de barris por dia em 2025, reduzindo, ainda que de forma pouco significativa, a sua predominância no matriz energética mundial, de 40% para 38% do total da energia consumida no mundo.

A Figura 1 apresenta um quadro evolutivo previsto das fontes primárias de energia onde se observa que as energias renováveis crescem, porém com taxas ainda tímidas diante da predominância do uso das fontes não renováveis, quando se analisa o consumo mundial de energia.

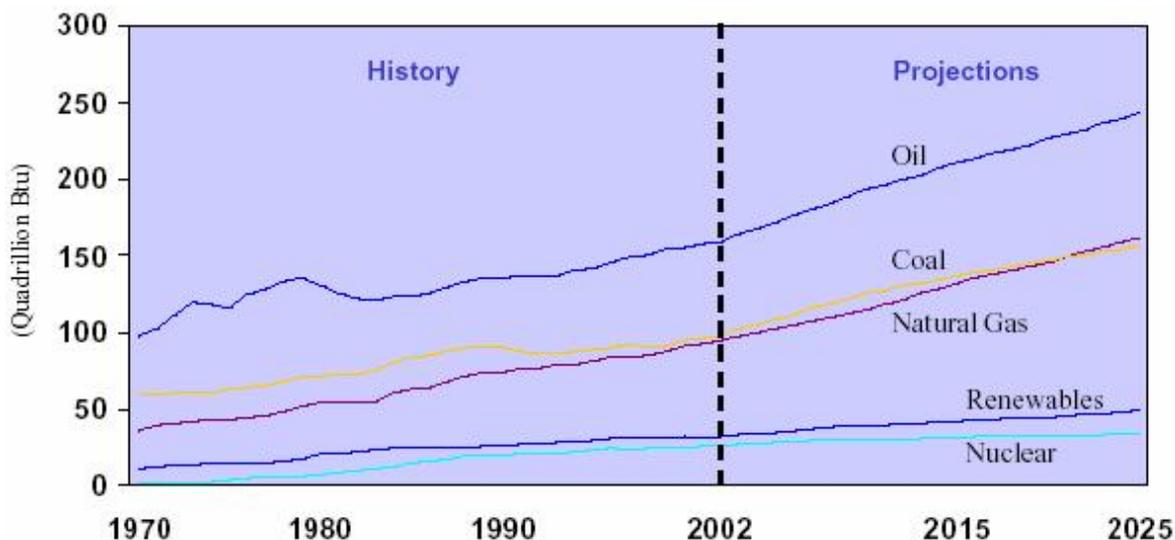


Figura 1 - Consumo Mundial de Energia, 1970 - 2025

Fonte: Department of Energy (USA), 2005.

Por força do Tratado de Quioto e da opinião pública internacional, cada vez mais consciente dos efeitos das emissões oriundas da queima dos combustíveis fósseis no clima do planeta, inúmeros países desenvolvidos, como os Estados Unidos, a Alemanha, a França, a Itália, a Áustria, a Inglaterra, a Austrália e o Japão, vêm desenvolvendo a produção e a utilização de combustíveis renováveis.

Este esforço de pesquisa e desenvolvimento acontece por meio de parcerias entre órgãos de governo, da iniciativa privada, das universidades e dos centros de pesquisas, na busca de novos energéticos renováveis, na melhoria da eficiência dos sistemas produtivos e dos sistemas de utilização destes novos combustíveis.

No caso do biodiesel, as frotas de veículos de passeio, de transporte de cargas, de transporte público e de máquinas agrícolas têm sido alvo de testes com volumes cada vez mais significativos deste combustível alternativo, na sua forma pura ou em misturas de diversas proporções com o óleo diesel.

Um levantamento do estado da arte do uso do biodiesel, dos investimentos e dos principais atos regulatórios colocados em prática pelos principais países da Europa, da América do Norte, da Ásia e da Oceania, para incentivar o desenvolvimento deste biocombustível, é apresentado a seguir.

2.1.1 O Biodiesel na Comunidade Européia

A Comunidade Européia (CE) vem produzindo biodiesel em escala industrial desde 1992. Conta, atualmente, com 120 plantas que perfazem uma capacidade instalada de 6,1 milhões de toneladas por ano, distribuídas, principalmente, nos seguintes países: Alemanha, França, Itália e Áustria. De um modo geral, os governos nacionais europeus dão incentivos fiscais e compensações financeiras para estimular a produção do biodiesel e viabilizar o atendimento à Diretiva 2003/30/EC da Comunidade Européia, signatária do Tratado de Quioto (DIRECTIVA..., 2003).

Na CE, o setor de transporte é responsável por mais de 30 % do consumo final de energia e encontra-se em expansão. As emissões de CO₂, com origem neste setor, sofrerão um aumento de 50 % no período de 1990 a 2010, passando a 1,1 bilhão de toneladas (DIRECTIVA..., 2003).

A Diretiva 30 (2003) foca o segmento de transporte e estabelece metas específicas de uso de biocombustíveis, que devem ser cumpridas pelos países membros, definindo: toda a gasolina e todo o óleo diesel utilizados nos meios de transporte de cada Estado-Membro, até 31 de dezembro de 2010 deve conter 5,75% de biocombustíveis; para o primeiro período que se encerrou em 31 de dezembro de 2005, a meta foi de 2% de participação dos combustíveis renováveis.

Discute-se, atualmente, na CE, a proposição de uma nova política para a área de energia assentada em tripé mais amplo: luta contra as mudanças climáticas, fomento ao emprego e ao crescimento socioeconômico e a segurança no suprimento de energia por meio da redução da dependência externa. Esta política assenta-se em um objetivo energético primordial para a CE: reduzir em 20% as atuais emissões de gases de efeito estufa até o ano de 2020, reorientando a economia energética para a sustentabilidade, a competitividade e a segurança no suprimento. Metas de redução, ainda mais ambiciosas, encontram-se em discussão na CE, como reduzir suas emissões em 30% até 2030 e em 60% a 80% até 2050 (UNIÓN EUROPEA, 2007)

Como forma de monitorar a implementação das metas estabelecidas na Diretiva 30 (2003), o Parlamento Europeu determinou a emissão de relatórios bienais para acompanhar a evolução das ações em cada Estado-Membro.

Estudo da CE indica que o custo de produção do biodiesel é 0,30 euros por litro superior ao do óleo diesel, para petróleo cotado a 30 euros por barril, bem como o ponto de equilíbrio para produção do biodiesel em relação ao custo de produção do óleo diesel, seria obtido com preço do barril de petróleo em torno dos 70 euros (KOJIMA, JOHNSON, 2005).

As altas taxas de impostos incidentes sobre o óleo diesel têm viabilizado o programa europeu de biodiesel por meio da isenção parcial ou total destes tributos. A carga tributária representa, normalmente, 50% do preço do diesel ao consumidor, nos estados membros da CE (KOJIMA, JOHNSON, 2005).

Para regulamentar tecnicamente a produção do biodiesel, o Comitê Europeu de Normalização estabeleceu a norma internacional, EN 14214, com os requisitos de especificação e métodos de testes aplicáveis ao biodiesel puro na Comunidade Européia, visando a incrementar o controle da qualidade e facilitar as transações entre os países membros.

Além dos principais países produtores, outros países da CE já desenvolvem ações buscando estimular o uso do biodiesel no setor de transporte. Dentre essas ações, merecem destaque as que buscam estabelecer padrões mínimos de qualidade para a oferta desse combustível, havendo, de modo geral, estreita articulação com os fabricantes de veículos e de peças, objetivando acelerar a realização de testes de funcionamento e domínio da tecnologia.

A produção de biodiesel, na Comunidade Européia, é derivada de óleos vegetais, com predominância do óleo de colza. As demais fontes de matérias-primas ocupam lugar secundário e entram como complementação de carga nas indústrias de transesterificação de óleos vegetais. O sebo bovino, produto derivado da pecuária de corte, é processado em pequena escala dado que os países europeus são importadores de carne bovina produzida no Brasil, na Austrália, na Argentina, nos Estados Unidos e na Nova Zelândia, principalmente.

As limitações ao crescimento da produção na Europa fazem que o biodiesel brasileiro encontre oportunidades para ingressar no mercado de combustíveis renováveis deste continente.

Na Tabela 1, é apresentada a capacidade instalada de produção de biodiesel, nos países da Comunidade Européia, com montante superior a 100 mil t/ano, registrados até julho de 2006.

Tabela 1 – Capacidade Instalada nos Principais Países Produtores de Biodiesel, na CE

PAÍS	BIODIESEL (mil t/ano)	PARTICIPAÇÃO (%)
ALEMANHA	2.681	44,2
ITÁLIA	857	14,1
FRANÇA	775	12,8
REINO UNIDO	445	7,3
ESPANHA	224	3,7
REPUBLICA TCHECA	203	3,3
POLÔNIA	150	2,5
PORTUGAL	146	2,4
ÁUSTRIA	134	2,2
OUTROS	454	7,5
TOTAL	6.069	100

Fonte: Adaptado de EUROPEAN BIODIESEL BOARD, 2007.

Uma visão concisa da implementação do uso do biodiesel, nos países europeus, com capacidade de produção acima de 100 mil toneladas por ano, é apresentada a seguir.

O Biodiesel na Alemanha

A Alemanha estabeleceu um expressivo programa de produção de biodiesel a partir da canola e, até 2010, pretende superar a meta da CE, que estabelece um mínimo de 5,75% de combustíveis renováveis, no total da energia consumida no

setor de transporte. Em 2005, este mesmo indicador alcançou o percentual de 3,75%. Atualmente, é o maior produtor e consumidor europeu de biodiesel, com capacidade instalada de 2,7 milhões de toneladas por ano, em 2006 (NATIONAL REPORT..., 2006).

Os agricultores alemães plantam a canola para nitrogenar naturalmente os solos e, dessa planta, extraem o óleo para a produção do biodiesel que é distribuído de forma pura (B100) ou misturado ao diesel na proporção de 5% em volume (B5). O produto puro deve atender aos requisitos da norma alemã DIN 51606, equivalente à norma europeia EN 14214, para que possa ser comercializado. Em 2005, aproximadamente, 600.000 t de biodiesel foram adicionadas ao diesel fóssil para formulação do B5 e outras 1.200.000 t foram comercializadas para uso como B100 (NATIONAL REPORT..., 2006).

A indústria do biodiesel na Alemanha foi estruturada a partir do interesse dos agricultores e dos produtores de óleos vegetais e, mais recentemente, de investidores que, também, não detêm o domínio tecnológico da produção de combustíveis automotivos. Com a expansão dos negócios e a distribuição do B100 em mais de 1.500 de postos de abastecimento, um crescente número de reclamações, incluindo entupimento de filtros e danos no sistema de injeção de combustível dos veículos, foram reportados às montadoras e, posteriormente, relacionadas, diretamente, à qualidade do biodiesel.

Para tratar o complexo problema da garantia da qualidade, desde o produtor até o consumidor final, foi criada a AGQM (Associação para Gestão da Qualidade do Biodiesel) que congrega produtores, distribuidores, revendedores e instituições de apoio. A AGQM ajuda os produtores a organizar seus sistemas de qualidade, organiza testes interlaboratoriais, seminários técnicos e faz a interface com a indústria automotiva.

Em 2002, a AGQM implantou um selo que atesta a qualidade do biodiesel e é exibido, com destaque, para o consumidor final, nos postos de distribuição que aderiram ao programa da associação. Para controlar a qualidade no sistema logístico, são monitorados os seguintes parâmetros: ponto de entupimento a frio, teor de água, acidez total, teor de glicerol e teor de glicerídeos totais (KNOTHE et al, 2006).

Apesar de o sistema da qualidade implantado, os diversos problemas encontrados e associados ao biodiesel têm provocado a redução na demanda do B100, com o conseqüente incremento do consumo do B5.

O biodiesel, na Alemanha, é incentivado desde a fase agrícola da produção até a comercialização para o consumidor final. O produto, depois de especificado, é vendido nos postos de serviço sem a incidência do imposto que onera os derivados do petróleo, tornando-o mais competitivo que o óleo diesel regular. Atualmente, o B100 é comercializado a 0,76 euro/litro enquanto que o preço do óleo diesel regular é de 0,79 euro/litro (CLEAN..., 2007). O imposto sobre produtos de petróleo que incide sobre o óleo diesel representa uma carga tributária de 0,47 euro/litro (KOJIMA, JOHNSON, 2005).

Destaca-se na Alemanha, a pesquisa dos chamados biocombustíveis de segunda geração, utilizando-se da rota BTL (Biomass-to-Liquid) com grandes vantagens em relação aos biocombustíveis atuais. A quantidade produzida por unidade de área cultivada é bem superior, uma vez que todo o material vegetal da planta é usado como matéria-prima. Também a composição do combustível pode ser controlada e adaptada para as necessidades dos modernos motores, pois esta rota de produção permite que se produza o chamado biocombustível sintético.

O governo alemão considera este processo altamente promissor, com possibilidade de alavancar vários projetos no campo. O sistema está sendo testado, aperfeiçoado e avaliado em planta piloto. A Agência de Energia da Alemanha (DENA) está investindo em um estudo de viabilidade para uma planta em escala industrial, com o objetivo de responder a questões de disponibilidade de biomassa, comparação de diferentes tecnologias de BTL, logística da biomassa e as possibilidades de financiamento (NATIONAL REPORT..., 2006).

O Biodiesel na Itália

A Itália apesar de atualmente possuir a segunda maior capacidade instalada para produção de biodiesel na CE, 857.000 t/ano, consumiu internamente, em mistura com o diesel, apenas 200.000 t em 2005. Isto representa 0,8% do seu consumo de diesel no referido ano. Para efeito de verificação do atendimento da Diretiva 30 da CE, até 31 de Dezembro de 2005 a Itália alcançou 0,5%, quando

deveria ter consumido o equivalente a 2% de toda a gasolina e diesel utilizados no setor de transporte de combustíveis oriundos de fontes renováveis.

A Lei italiana Nº 388, de 23 de dezembro de 2000, estabelece cotas anuais de biodiesel que recebem isenção fiscal equivalente a um desconto em relação ao diesel de 0,41 euros por litro. Para o período de 2001 a 2004 vigorou a cota de 300.000 t/ano e para o período seguinte, de 2005 a 2010, vigora a cota de 200.000 t/ano, conforme determina o dispositivo legal.

A redução de cota fez que o consumo de biodiesel em relação ao diesel, que foi de 1,25% em 2004, decrescesse para 0,8% em 2005, registrando um retrocesso no consumo interno de biodiesel, apesar da ampliação da capacidade instalada (EUROPEAN COMMISSION – ENERGY, 2006).

Na Itália, metade da produção de biodiesel é usada como óleo para aquecimento (KOJIMA, JOHNSON, 2005) , ficando o restante para uso como B5 e para atender ao mercado de exportação para outros países da CE.

O Biodiesel na França

A França é o terceiro maior produtor europeu de biodiesel - chamado pelos franceses de diester – empregando, como principal matéria-prima, os óleos derivados da canola e do girassol. A distribuição é feita a partir de mistura com diesel na proporção de 5% (B5). O governo estabelece as quantidades a serem produzidas, por meio do controle de cotas para os produtores de biodiesel, concedendo um crédito fiscal de 0,33 euros por litro, o que representa, aproximadamente, metade da tributação do diesel (PARTENAIRES, 2007).

Como forma de atender às diretivas da Comunidade Européia o governo francês estabeleceu metas de produção do biodiesel no Plano Nacional de Biocombustíveis, com o objetivo de atingir 1,3 milhão de toneladas por ano em 2008. A indústria de biodiesel francesa prevê atingir a 2 milhões de toneladas por ano, em 2010 (FRANCE, 2006).

Estão em curso na França testes em frotas cativas usando o B30 para avaliação dos benefícios ambientais desta mistura nos grandes centros urbanos.

O Biodiesel no Reino Unido

O Reino Unido, com 445 mil toneladas de capacidade instalada para produção de biodiesel em 2006, ocupa a quarta posição entre os países europeus. Apesar desta posição de destaque, até maio de 2006, o consumo interno de biodiesel não ultrapassava a 100.000 toneladas/ano, fazendo que o percentual médio de biodiesel em relação ao diesel ficasse restrito a 0,5%. Mesmo considerando a produção do bioetanol, a Inglaterra ficou abaixo da meta estipulada pela CE para o período.

Em novembro de 2005, o governo do Reino Unido anunciou um conjunto de medidas intituladas de Obrigações de Combustíveis Renováveis para o Segmento de Transporte (TRFO, sigla em inglês), definindo percentuais a serem alcançados no período 2008 a 2011, de forma a atingir a meta de uso de 5% de combustíveis renováveis no segmento de transporte em 2011. A nova legislação incrementa o incentivo fiscal para produção de biocombustíveis dos atuais US\$ 0,40 por litro para US\$ 0,70 por litro até 2009, reduzindo para US\$ 0,60 por litro no biênio 2010/2011 (UNITED KINGDOM, 2005).

Faz-se importante destacar que muito embora fique aquém da Diretriz 30 (2003), o governo argumenta que é uma proposição realista diante do tempo necessário para obtenção das licenças ambientais e da construção de novas plantas.

O Biodiesel na Espanha

A Espanha, por meio da lei 53, de 30 de dezembro de 2002, criou uma alíquota tributária especial para os biocombustíveis com valor zero até o ano de 2012 e estabeleceu requisitos de estoque de segurança (quantidade mínima de combustível que os distribuidores devem manter estocado) menos onerosos quando comparados com os volumes aplicáveis aos derivados do petróleo.

Ressalte-se que apesar das medidas legais adotadas no território espanhol, no ano de 2005 apenas 27.000 t de biodiesel foram adicionadas ao diesel, correspondendo a uma mistura média de 0,1%, muito abaixo da meta da CE para aquele ano (SPAIN, 2006).

Como forma de estimular a produção e, conseqüentemente, o uso do biodiesel, vários projetos foram realizados durante o ano de 2006, tendo sido contabilizado até dezembro daquele ano, a capacidade instalada de 224 mil toneladas por ano (SPAIN, 2006).

O Biodiesel na República Tcheca

A República Tcheca, por via do Ministério da Agricultura, criou, em 1991, o programa intitulado “Oleoprogram”, que concedeu um forte incentivo fiscal aos produtores agrícolas de oleaginosas e destinou recursos do orçamento público para financiar a construção de usinas de produção de RME (Rapeseed Methyl Ester), o metil éster do óleo de canola.

A qualidade do RME é monitorada, pelo governo, de acordo com a norma Tcheca ÈSN656507/Z1. O biodiesel, na República Tcheca, foi formulado em 1997, a partir da mistura de 31%, em volume, do RME com o óleo diesel, conforme a norma ÈSN 656508, criando-se o equivalente ao B31. A partir daquele ano, este novo combustível começou a ser distribuído nos postos de serviço que comercializam a gasolina e o óleo diesel. (CZECH REPUBLIC, 2003)

Em 2004, foram comercializadas 145.000 toneladas do B31. Este montante representou um consumo de biodiesel equivalente a 1,35% do óleo diesel vendido no país (CZECH REPUBLIC, 2005).

Para 2007, o governo estima a produção de 200.000 toneladas de RME, alcançando a meta de 5,15% de biodiesel puro em relação ao diesel de petróleo. Com a conclusão da montagem das novas plantas produtoras de RME, a capacidade instalada, em dezembro de 2006, era de 203.000 toneladas por ano (CZECH REPUBLIC, 2005).

O Biodiesel na Polônia

O governo da Polônia, em atendimento à Diretiva 30 (2003), editou o decreto Nº 72/2004, incentivando, por meio de isenções fiscais crescentes, a adição de biodiesel ao diesel. Para o B2, por exemplo, o vendedor recebe um crédito equivalente a US\$ 0,53 por litro de biodiesel adicionado. Para o B5, é concedido um

incentivo de US\$ 0,64 por litro de biodiesel adicionado e no caso da comercialização de mistura com teor superior a 10%, é concedido um crédito equivalente a US\$ 0,78 por litro de biodiesel adicionado. Por meio desta política, em 2005 foram adicionadas ao óleo diesel 17.100 toneladas de biodiesel, tendo sido zero a comercialização deste biocombustível no ano anterior (POLAND, 2006).

Apesar destes incentivos apenas a “Refinaria Trzebinia S.A.” produz biodiesel na Polônia. Em 2005, esta companhia produziu 64.300 toneladas de biodiesel tendo exportado mais de 70% da produção para outros países. Em relação ao diesel consumido, o biodiesel vendido internamente alcançou apenas 0,36%, em volume.

Necessário destacar que de acordo com o a Agência de Energia da Polônia no primeiro trimestre de 2006 o uso de biocombustíveis líquidos cresceu 70%, quando comparado com igual período de 2005.

O Biodiesel em Portugal

Em Portugal, o governo prevê adicionar 3% de biodiesel ao óleo diesel em 2007 e cumprir a meta de 5.75% em 2010, conforme Diretiva 30 da CE (PORTUGAL, 2006). Para tanto, em março de 2006, foram editadas duas leis.

O Decreto-Lei Nº 62/2006, contempla a possibilidade de imposição de cotas, caso não se atinja o percentual mínimo definido, disciplina a celebração de acordos para a utilização do biodiesel em frotas cativas, bem como cria a figura do pequeno produtor dedicado.

O Decreto-Lei de Nº 66/2006, concede isenção fiscal total para os pequenos produtores dedicados e isenção fiscal parcial para cotas anuais definidas pelo governo, visando a atingir as metas acima mencionadas (PORTUGAL, 2007).

Em 2006, foram produzidas e incorporadas ao óleo diesel, 80 mil toneladas de biodiesel, o que representou, aproximadamente, 1,6%, em volume, de todo o diesel consumido no país. Para 2007, o governo tem a expectativa de incorporar 200.000 toneladas de biodiesel ao óleo diesel.

Até o final de 2007, com a entrada em produção de cinco novas plantas de biodiesel, a capacidade total instalada no país deve chegar a 350.000 t/ano (PORTUGAL, 2007).

O Biodiesel na Áustria

A Áustria, em 2004, isentou de impostos os biocombustíveis o que garante para o biodiesel puro um diferencial de 0,3 euros por litro em relação ao óleo diesel. Em 2005, foram consumidas 75.000 toneladas de biodiesel misturados ao diesel na proporção de 4,7%, equivalente ao B5 e 17.000 toneladas comercializadas na forma de biodiesel puro. Em relação à Diretiva 30 (2003), no final de 2005 a Áustria superou a meta de 2,5% de uso de biocombustíveis no transporte, fechando o ano com 3,2% e sinalizando atender com folga a meta de 5,75% em 2010.

A capacidade atual de produção de biodiesel, na Áustria, é de 134.000 toneladas por ano. Para que todo o óleo diesel consumido, no país, seja comercializado com 4,7% de biodiesel, como pretende o governo austríaco, a demanda requerida de biodiesel alcança o montante de 300.000 t/ano. As novas plantas em montagem vão incrementar a capacidade de produção de biodiesel para 200.000 toneladas por ano, com o objetivo de atender ao mercado interno e as exportações, dentro da CE (ÁUSTRIA, 2006).

Na Tabela 2, é apresentado um quadro resumo da situação do biodiesel na comunidade europeia.

Tabela 2 – Panorama do Biodiesel na CE, 2005

PAÍS	CAP. PROD. BIODIESEL (mil t/ano)	USO DE BIODIESEL (%)	BLEND	INCENTIVOS FISCAIS
ALEMANHA	2.681	3,75	B5, B100	Alíquota zero (0,47 e/l)
ITÁLIA	857	0,8	B5	0,41 e/l (cotas)
FRANÇA	775	0,93	B5, B30	0,33 e/l (cotas)
REINO UNIDO	445	0,50	B5	0,33 a 0,51 e/l
ESPAÑA	224	0,1	B5	Alíquota zero
REP. TCHECA	203	1,35	B31	0,23 e/l
POLÓNIA	150	0,36	B2, B5, B10	0,40; 0,50; 0,60 e/l
PORTUGAL	146	1,6	B5, B10	Alíquota zero (cotas)
ÁUSTRIA	134	3,2	B5, B100	0,30 e/l

2.1.2 O Biodiesel na América do Norte

O Biodiesel nos Estados Unidos

Nos EUA, o biodiesel é especificado por meio da norma ASTM D6751. O termo Biodiesel refere-se ao combustível puro. As misturas do biodiesel com o óleo diesel são designadas com “BXX” onde “XX” representa a porcentagem de biodiesel contida na mistura (SEBRAE, 2007). Esta nomenclatura é adotada internacionalmente.

Nos próximos 20 anos, o consumo de energia nos EUA deve crescer 30%, enquanto que a produção doméstica de energia tem um crescimento previsto de 25%. O petróleo importado já supre mais de 55% das necessidades americanas e deve chegar a 68% em 2025. A biomassa apresenta-se como uma alternativa doméstica, sustentável e renovável, com potencial para prover combustíveis líquidos usados no transporte e outros produtos químicos de origem orgânica, atuando, muito provavelmente, como energético na transição para a economia do hidrogênio.

As diretrizes da Política Nacional de Energia dos EUA são na direção da redução da dependência externa de energia, por via de medidas de promoção de conservação da energia, da modernização da infra-estrutura energética e do incremento das fontes nacionais de suprimento de energia que proteja e melhore o meio ambiente (UNITED STATES OF THE AMERICA, 2005).

A política energética americana será posta em prática por meio de pesquisa tecnológica em energias renováveis – eólica, hidrelétricas, biomassa, solar e geotérmica – em um trabalho conjunto com o setor privado, para o desenvolvimento destas fontes domésticas.

Dentre as várias alternativas de matérias-primas que os Estados Unidos dispõem para produção do biodiesel, dado que é o maior produtor de grãos do mundo, analisa-se, neste trabalho, principalmente, a disponibilidade do sebo bovino. A última estatística publicada pelo Departamento de Agricultura dos EUA aponta a existência de 97 milhões de bovinos, dados de janeiro de 2006, dos quais são abatidos 36 milhões anualmente (USDA, 2007).

A atividade de produção de carnes bovinas, por meio dos diversos frigoríficos americanos, disponibiliza para o consumo interno e para exportação 2,5 milhões de toneladas de sebo bovino por ano, sendo 70% classificados como não comestíveis (PETERSON, 2007).

A política de energia dos EUA, "The Energy Policy Act of 2005 (EPACT)", concede créditos fiscais federais para fomentar o uso de energias limpas eficientes e renováveis, entre as quais se insere o biodiesel puro ou em mistura com o diesel de petróleo (USA, 2005). Com vigência a partir de janeiro de 2006, os valores a serem deduzidos dos impostos sobre os combustíveis começaram a gerar créditos neste ano fiscal de 2007. Os departamentos de energia estaduais mantêm sites com informações detalhadas sobre os créditos federais e os incentivos adicionais, de cada estado, para o uso dos biocombustíveis (FREEDMAN; PRYDE; MOUNTS, 1984).

Nos EUA, a mesma tributação que incide sobre o diesel, também alcança o biodiesel e suas misturas. Por intermédio da EPACT, o governo federal concede cupons de crédito que variam de US\$ 0,50 a US\$ 1,00 por galão de biodiesel vendido, o que equivale a US\$ 0,13 a US\$ 0,26 por litro, com maior incentivo aos pequenos produtores rurais, classificados pelo montante de biocombustível produzido.

Em janeiro de 2007, foi sancionada uma ordem executiva direcionada a todas as repartições públicas federais, estabelecendo novas diretrizes e metas para a eficiência energética, para o uso de energia renovável e para a redução da emissão dos gases de efeito estufa. Para incentivar os biocombustíveis, a ordem estabelece a redução de 2%, anualmente, no uso de combustíveis derivados do petróleo até 2015, incrementando o uso dos combustíveis renováveis a uma taxa anual de 10%.

A capacidade de produção de biodiesel nos EUA encontra-se em acelerada expansão. O país conta com 105 plantas instaladas até janeiro de 2007, perfazendo a capacidade de produção de 2,78 milhões de toneladas por ano. Observa-se, nos EUA, um forte impulso no crescimento da indústria de biodiesel com a construção de 77 novas plantas e outras oito em expansão de capacidade. Considerando-se apenas os projetos que entrarão em operação até o final de 2007, serão adicionados 5,47 milhões de toneladas por ano, triplicando a produção norte americana de biodiesel. Ao final de 2007, deverá alcançar o montante de 8,25 milhões de

toneladas por ano e superando, pela primeira vez, a produção da União Europeia deste biocombustível (UNITED STATES OF THE AMERICA, 2007).

Destacam-se, nestas novas plantas, a elevada capacidade média de processamento, 70.000 t/ano, e a predominância do uso do óleo de soja como matéria-prima, declarado em 50% dos projetos. A outra metade está habilitada a processar múltiplas matérias-primas, incluindo os óleos de fritura reciclados e as gorduras animais.

Na Tabela 3, é apresentada a distribuição da capacidade de produção por estado americano, com volume de produção acima de 100 mil toneladas por ano de biodiesel. Os nove estados listados concentram 2/3 da capacidade instalada dos Estados Unidos.

Tabela 3 - Capacidade de Produção de Biodiesel nos EUA

ESTADO	CAPACIDADE INSTALADA (mil t/ano)
IOWA	444
TEXAS	389
TENNESSEE	209
MINNESOTA	203
ILLINOIS	170
MISSOURI	151
OHIO	125
GEORGIA	119
CAROLINA DO SUL	116
OUTROS	855
TOTAL	2.781

Fonte: National Biodiesel Board – USA

O estado de Iowa é o maior produtor de biodiesel. Considerando as plantas em processo de montagem, 5 novas plantas com capacidade total de 580 mil t/ano, ultrapassará o montante de um milhão de toneladas por ano e concentrará ao final de 2007, 13% da capacidade de produção de biodiesel dos Estados Unidos.

Entre os grandes projetos chamam a atenção cinco mega investimentos, apresentados na Tabela 4, que concentram mais de 1,4 milhão de tonelada por ano de capacidade de produção.

Tabela 4 – Os cinco maiores projetos de biodiesel dos EUA

ESTADO	EMPRESA	CAPACIDADE (mil t/ano)	MATÉRIA-PRIMA
WASHINGTON	IMPERIUM GRAYS HARBOR	322	MÚLTIPLAS
N. JERSEY	BIO ENERGY OF AMERICA	322	ÓLEO DE SOJA
N. DAKOTA	ADM	273	ÓLEO DE CANOLA
INDIANA	LOUIS DREYFUS AGRICULTURAL INDUSTRIES	257	ÓLEO DE SOJA
MISSISSIPPI	DELTA BIOFUELS, INC.	232	MÚLTIPLAS
TOTAL		1.406	

Fonte: National Biodiesel Board - USA

A comercialização do biodiesel para o consumidor final é feita, na grande maioria dos postos de serviços, em mistura com o óleo diesel nas mais diversas proporções, com predomínio do B2, B5 e B20. Em função de incentivos estaduais, estes percentuais mudam. No estado de Illinois, por exemplo, a mistura disponível na maioria das bombas é a B11, devido ao maior crédito fiscal para as misturas acima de 10%, naquele estado. O B20 é o produto mais incentivado em função dos maiores benefícios ambientais observados. Também se encontra o B10 de forma bem abrangente nos pontos de venda, ficando o biodiesel puro, o B100, com a menor disponibilidade, quando se analisa a frequência de oferta nos postos de serviço.

A Figura 2 ilustra um típico ponto de venda de biocombustíveis nos EUA, ofertando conjuntamente o B10, o E85 (gasolina com 85% de álcool) e o E10 (gasolina com 10% de álcool)



Figura 2 – Bomba de Biocombustíveis nos EUA.

O Biodiesel no Canadá

No Canadá, o plano governamental de metas para biocombustíveis estabelece o objetivo de produzir biodiesel em quantidade equivalente a 2% do óleo diesel consumido no país, até 2012. Existe a preocupação de que a produção local não seja competitiva com a indústria americana, que recebe incentivos federais e estaduais, sob a forma de cupons de crédito concedidos aos consumidores de biodiesel. Estes incentivos tornam o biodiesel produzido nos Estados Unidos 20 a 40 centavos de dólares por litro mais barato do que o produzido no Canadá. O governo anunciou em janeiro de 2007, a reserva de fundos no montante de 2 bilhões de dólares canadenses, equivalentes a 3,6 bilhões de reais, para o programa *ecoEnergy*, visando a incentivar o uso eficiente e a produção canadense de energias renováveis (CANADÁ, 2007).

Para atender a meta de substituir 2% do diesel por biodiesel, faz-se necessário a produção de 600 milhões de litros por ano. Atualmente, a produção doméstica é de pequena escala e supre o biodiesel utilizado em estudos em frotas

cativas do governo e do sistema de transporte público em Toronto e Montreal. Duas novas plantas estão em final de montagem no Canadá. Uma com capacidade de produzir 60 milhões de litros por ano e a outra com capacidade de 35 milhões de litros por ano. Ambas utilizarão como matéria-prima o óleo de canola de baixa qualidade, o sebo bovino e óleos de fritura reciclados.

2.1.3 O Biodiesel na Ásia

O Biodiesel na Malásia

A Malásia, na condição de maior produtor e exportador mundial de óleo de palma, com 15 milhões de toneladas por ano, torna-se um importante país a ser pesquisado.

Desde 1982, a Malásia vem desenvolvendo pesquisas voltadas para o aprimoramento da produção e uso do biodiesel derivado do óleo de palma, chamado no país de *Palm Biodiesel*. Porém, os baixos preços do petróleo na década seguinte não criaram condições econômicas para a produção dos substitutos do diesel. Com os atuais preços do petróleo e as pressões internacionais para mitigação dos problemas climáticos do planeta, as pesquisas foram retomadas e as tecnologias desenvolvidas foram rapidamente capitalizadas na construção de plantas pilotos para produção do biodiesel de palma.

O *Malaysian Palm Oil Board (MPOB)* é o órgão do governo responsável por conduzir as pesquisas com o biodiesel e tem feito numerosos testes de campo com trens, ônibus, táxis e tratores, com a colaboração da Mercedes Benz, para avaliar o desempenho do biodiesel puro e diversos percentuais de misturas com o diesel de petróleo.

Dessa forma, o governo malaio estabeleceu uma política nacional para o biodiesel, definindo cinco áreas estratégicas:

Biodiesel para Transporte – O diesel utilizado no transporte marítimo e terrestre será misturado com 5% de biodiesel de palma (B5).

Biodiesel para Indústria – o setor industrial será suprido com o B5 para uso em caldeiras, maquinaria e geradores;

Tecnologia de Biocombustíveis – o governo e o setor privado irão investir em pesquisa visando ao desenvolvimento dos processos produtivos e a comercialização de tecnologias de biocombustíveis.

Biodiesel para Exportação – serão construídas plantas de biodiesel para exportação, inserindo a Malásia no crescente mercado internacional de biocombustíveis;

Biodiesel como Mitigador do Meio Ambiente – o consumo do biodiesel irá reduzir o uso do diesel fóssil, minimizar a emissão dos gases de efeito estufa – dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e de particulados.

Assim, cumprindo critérios específicos, os projetos de biodiesel podem receber incentivos voltados para projetos estratégicos ou de alta tecnologia e para comercialização de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

A estratégia econômica do governo passa pela criação de nova demanda para o óleo de palma na expectativa de elevação dos preços, com estabilização em patamares superiores aos atuais. O uso do B5 no país irá gerar uma demanda de 500.000 toneladas de óleo de palma. Seria o equivalente a remover 40% a 50% do estoque nacional deste óleo ao final de cada ano. O governo calcula que para cada 30 dólares de aumento na tonelada do óleo de palma haverá ingresso de 300 milhões de dólares, anualmente.

Dados recentes apontam uma elevação dos preços de óleo de palma de 28% quando se compara o preço médio de 2006 com os de fevereiro de 2007. Em 2006, o preço médio, FOB, foi de US\$ 400,00 por tonelada e em fevereiro último o óleo de palma foi exportado por US\$ 512 por tonelada (MPOB, 2007).

O Biodiesel no Japão

O Japão consome anualmente 3 milhões de litros de biodiesel para um consumo de 46 bilhões de litros de diesel, o que torna insignificante a participação do produto renovável no consumo total deste tipo de combustível, apesar de o biodiesel receber incentivos contidos na política de biomassa do país, assinada em

dezembro de 2002. Tais incentivos compreendem a utilização das fontes renováveis de energia como forma de mitigação do aquecimento global, o estímulo à reciclagem de produtos e o incremento das atividades na área rural.

O país consome dois milhões de toneladas de óleo comestível por ano, gerando 450 mil toneladas de resíduo destes óleos, que são utilizados em fábricas de sabão, produção de ração animal e biodiesel.

A *Someya-shoten* – empresa de coleta de resíduos da região metropolitana de Tóquio produz 1.500 litros por dia de biodiesel e comercializa ao preço de 80 yen/l, equivalentes a US\$ 0,67 por litro, para frotas públicas. Na cidade de Quioto, o governo municipal coleta o óleo de fritura residual e transforma em biodiesel, desde 1997. Aproximadamente 220 caminhões da prefeitura usam o B100 e 80 ônibus da cidade usam o B20, gerando um consumo local de 1,5 milhão de litros de biodiesel por ano (NABETANI; NAKAJIMA; IWAMOTO, 2005).

O Biodiesel na China

A China, em seu planejamento energético, estabeleceu metas para o incremento da produção e uso das energias renováveis, que inclui hidro, solar, eólica e biocombustíveis, partindo da atual participação de 7% em relação a toda energia consumida no país, para 10% em 2010 e 16% em 2020.

Em fevereiro de 2007, o governo anunciou um grande projeto agroindustrial voltado para produção de biodiesel a partir da jatrofa, ou *Jatropha curcas*, no Brasil conhecida como pinhão manso. O projeto prevê plantar até 2010 uma área de 13 milhões de hectares, o equivalente à área da Inglaterra, com o potencial para produzir 6 milhões de toneladas de biodiesel por ano (GOV-CN, 2007).

A jatrofa é uma planta tropical cultivada em certas regiões do país para produção de óleo não-comestível utilizado na fabricação de velas e sabões. O projeto pretende também gerar biomassa para produção de eletricidade, com capacidade de 12 mil MW (GOV-CN, 2007).

Atualmente, a China produz biodiesel em plantas pilotos para testes e desenvolvimento tecnológico, utilizando de a jatrofa como principal cultivar. O governo é terminantemente contra a produção de energia a partir de óleos

comestíveis, em face da demanda por alimentos para atender a uma população superior a 1,3 bilhão.

Dados estatísticos do Departamento de Agricultura dos EUA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2007), apontam que em 2005 a China dispunha de um rebanho de bovinos de 142,6 milhões de cabeças, com um abate anual de 53 milhões de bovinos. A mesma base de dados indica que a China produziu em 1998, 847 mil toneladas de sebo bovino, a partir do abate de 36 milhões de cabeças e um rebanho de 122 milhões de bovinos.

Esta atividade agropecuária constitui-se num segmento potencial de produção de sebo bovino, com volume significativo para produção de biodiesel e substituição de parte do diesel importado.

O Biodiesel na Índia

A economia indiana é fortemente dependente da agricultura, que contribui com 22% do produto interno bruto e constitui-se o meio de vida de 70% da população. No biênio 2005-2006, sua maior safra até então, com 210 milhões de toneladas de grãos, representou uma produção de 200 kg por habitante-ano. Comparando com a situação brasileira, que em 2005 produziu 113 milhões de toneladas de grãos, a produção por habitante-ano, no Brasil, foi três vezes maior. A produção agrícola na Índia é voltada para o consumo doméstico e ainda insuficiente para um atendimento razoável ao seu povo.

O programa nacional de produção de energia prevê em uma de suas vertentes o aproveitamento da biomassa gerada em todas as fases da atividade agrícola, para a produção de energia elétrica. Um estudo publicado pelo Ministério de Energias Novas e Renováveis do Governo da Índia estima que o aproveitamento de toda a biomassa para construção de termelétricas geraria uma capacidade instalada de 19.500 MW.

Apesar do grande potencial em energéticos renováveis, o país importa 3/4 do petróleo que consome o que torna a questão energética da Índia de elevada complexidade. O PIB do país vem crescendo de forma acelerada nas últimas duas décadas, com taxas entre 7% e 8% ao ano, induzindo a um crescimento no consumo de energia de 6% a.a. e, ainda assim, o consumo per capita situa-se em 479 kgoe,

equivalentes a 20% da média mundial e 45% do consumo per capita brasileiro, deixando a maior parte da população sem acesso à energia comercial. Mais de 60% das residências ainda dependem de fontes tradicionais de energia tais como lenha e esterco seco para cocção e aquecimento.

Estes dados constam do 10º Plano Qüinqüenal (2002-2007) que aponta como solução o incremento das termelétricas a carvão mineral, a implantação de novas centrais nucleares, a implementação do uso das hidrelétricas, inclusive as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), os parques eólicos e a biomassa (INDIA, 2002).

A questão dos biocombustíveis ainda está restrita a produção em plantas piloto, pesquisa em algumas universidades e teste de campo. O etanol vem sendo produzido em três plantas piloto, duas em Maharashtra e uma em em Uttar Pradesh, visando a desenvolver a tecnologia para atender à diretriz de adicionar 5% à gasolina, inicialmente, nos estados produtores de açúcar. A empresa estatal de ferrovias da Índia vem testando o B5 em suas locomotivas e tem planos para incentivar a instalação de plantas de biodiesel, derivado da jatropa, ao longo das ferrovias.

Para atender às suas metas de desenvolvimento a Índia precisa expandir sua capacidade de produção de energia elétrica dos atuais 130.000 MW para 400.000 MW até 2030. Esta expansão deve acontecer utilizando as fontes que dêem sustentabilidade no longo prazo, cabendo às fontes renováveis não-convencionais a meta de expandir dos atuais 5% para 25% do total projetado para 2030 (KALAM, 2006).

Em função da levada dependência do petróleo importado, a energia para o setor de transporte mereceu uma atenção especial. O governo propõe que dos 60 milhões de hectares do semi-árido, sem utilização para produção de alimentos, 30 milhões de hectares sejam destinados à plantação de energéticos, tipo a jatropa. Cada hectare teria capacidade de produzir duas toneladas de biodiesel por ano com um custo de produção inferior ao diesel de petróleo importado a 60 dólares por barril. Estes dados levariam a uma produção anual de 60 milhões de toneladas equivalentes a 1,5 vezes o consumo atual de diesel no país. O governo também propõe, que a nação tenha uma política de estímulo à pesquisa e desenvolvimento da nova atividade e que induza o uso de veículos aptos a usar o B25 e para caminhões o B100, a partir de 2012 (KALAM, 2006).

2.1.4 O Biodiesel na Oceania

O Biodiesel na Austrália

O governo da Austrália, signatário do Tratado de Quioto, promoveu uma reforma na regulação do setor de combustíveis concedendo incentivos fiscais, alocando recursos para desenvolvimento e implantação da indústria de biocombustíveis no país e estabelecendo a meta de produção anual de, no mínimo, 350 milhões de litros, até 2010.

Em julho de 2003, o governo anunciou o montante de US\$ 37,6 milhões em fundos para subsidiar a implantação da indústria dos biocombustíveis no país. Os fundos foram alocados a partir de concorrência internacional de melhores projetos com as matérias primas locais, visando a atender a meta de produzir, até 2010, pelo menos 350 milhões de litros de biocombustíveis por ano, para o mercado doméstico de transporte. Os recursos foram concedidos na razão de US\$ 0,13 por litro para projetos novos ou expansão de capacidade, limitados ao máximo de 7,9 milhões de dólares por projeto e estabelecido que cada projeto deveria ter capacidade mínima de 5 milhões de litros por ano.

Foi concedida a isenção de tributos para o biodiesel até 2011 e, a partir deste ano e até 2015, incrementos graduais até que atinja o valor legal de 50% da carga tributária do diesel de petróleo.

A Austrália, com um rebanho de 28,5 milhões de bovinos, em 2006, (O'DONNELL; DICKSON; WOOD, 2006) é o segundo maior exportador mundial de carnes bovinas, com um abate médio de 10 milhões de cabeças por ano (AUSTRÁLIA, 2006).

A indústria de carnes australiana é o ramo mais desenvolvido da agroindústria do país, com 60% do mercado voltado para a exportação de carnes de alta qualidade, tendo como principais destinos os Estados Unidos e o Japão.

A principal matéria-prima disponível para a fabricação do biodiesel é o sebo bovino, com uma produção de 550 mil de toneladas por ano, seguida dos óleos de fritura reciclados. Além da disponibilidade da matéria-prima, o programa de incentivo

do governo junto com o baixo risco político e regulatório do país estão atraindo novos investimentos no segmento de energias renováveis (AUSTRÁLIA, 2006).

Na Tabela 5, são apresentadas as plantas de biodiesel em operação com as respectivas capacidades, quando atingirem a carga máxima projetada.

Tabela 5 - Plantas de Biodiesel em operação na Austrália

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE (mil l/ano)
AUSTRALIAN BIODIESEL GROUP	BERKLEY VALE, NSW	40.000
AUSTRALIAN BIODIESEL GROUP	NARANGBA, QLD	160.000
AUSTRALIAN RENEWABLE FUELS	LARGS BAY, SA	45.000
AUSTRALIAN RENEWABLE FUELS	PICTON, WA	45.000
BIODIESEL INDUSTRIES AUSTRALIA	RUTHERFORD, NSW	12.000
ECO TECH BIO DIESEL	NARANGBA, QLD	30.000
EVERGREEN FUELS	MOSSMAN, QLD	N.D.
FUTURE FUELS	MOAMA, NSW	30.000
VILO ASSETS MANAGEMENT	LAVERTON VICTORIA	50.000
TOTAL		412.000

Fonte: Austrália, 2006.

Na Tabela 6, são apresentadas as plantas de biodiesel em construção na Austrália, com partida ainda em 2007.

Tabela 6 – Plantas de biodiesel em construção

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE ANUAL (mil l/ano)
AXIOM ENERGY	GEELONG, VIC	150.000
BIODIESEL PRODUCERS	BARNAWARTHA, VIC	60.000
BIOSEL	SYDNEY, NSW	4.000
NATURAL FUELS AUSTRALIA	DARWIN, NT	147.000
RIVERINA BIOFUELS	DENILIKUIN, NSW	40.000
TOTAL		401.000

Fonte: Austrália, 2006.

O Biodiesel na Nova Zelândia

A Nova Zelândia dispõe de um plano para incentivo do uso de biocombustíveis, elaborado após consulta pública, que estabelece obrigatoriedade para as companhias distribuidoras de gasolina e diesel de comercializarem percentuais mínimos, crescentes, de biodiesel e álcool, iniciando com 0,25% petajoule (1 petajoule equivale a 28,6 milhões de litros de biodiesel), calculados em relação à soma da gasolina e do diesel comercializados em 2008, até alcançar 2,25% petajoule em 2012. Este último percentual aplicado ao biodiesel equivale a uma demanda de 122 milhões de litros por ano. Após o terceiro ano de vigência da obrigação de percentual mínimo de biocombustíveis, ocorrerá a penalidade de US\$ 36 milhões por petajoule não cumprido. Está previsto, no plano de incentivos, disponibilizar para o público o B5, ficando livre o percentual de biodiesel para uso em frotas cativas.

Com um rebanho de 5 milhões de bovinos (STATISTICS NEW ZEALAND, 2007), a principal matéria-prima disponível na Nova Zelândia para produção do biodiesel é o sebo bovino, obtido a partir do abate médio de 2 milhões de cabeças por ano. Atualmente o país produz 150.000 t/ano, das quais 120.000 toneladas são exportadas para uso nas rações animais e fabricação de produtos químicos.

Adicionalmente, estima-se a disponibilidade de 4.000 t/ano de óleo de fritura reutilizado. Estas duas matérias-primas juntas podem produzir 116.000 t/ano de biodiesel e 10.500 t/ano de glicerina (JUDD 2002).

Considerando a futura meta obrigatória para 2012, apenas com estas duas fontes se produziria todo o biodiesel necessário para compor a mistura B5 com o diesel fóssil. Em análise desenvolvida pelo professor Barry Judd (2002) da EECA (Energy Efficiency and Conservation Authority), estas matérias-primas produziriam um biodiesel competitivo com o diesel, para preços de petróleo acima de US\$ 45 por barril.

2.1.5 O Biodiesel na América do Sul

O Biodiesel na Argentina

Classificado entre os maiores produtores mundiais de grãos (16 milhões de toneladas por ano de trigo e 15 milhões de toneladas por ano de soja) e carne bovina, a Argentina apresenta um interessante potencial para produção de energias renováveis derivadas da biomassa, em especial o biodiesel.

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2004 (ARGENTINA, 2006), a matriz energética primária da Argentina apresenta uma concentração na oferta de gás natural com 50% do total, seguida do petróleo com 38% e das energias renováveis com 8%. Dentre as renováveis, 2/3 da oferta advém da energia hidráulica e 1/3 deriva da biomassa (lenha e bagaço de cana) e outras renováveis (eólica, solar e geotérmica).

O governo estabeleceu um plano de ação coordenado pela Secretaria de Energia do Governo Federal com o objetivo de ampliar o uso das energias renováveis, com foco no estímulo à implantação de PCH e na pesquisa para o desenvolvimento da energia solar, principalmente, para atender à zona rural.

Dados do último censo agropecuário em 2002, realizado pela Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Alimentos do Governo Federal (SAGPyA), registram um rebanho de bovinos de 48,5 milhões de cabeças, com um abate de 14,2 milhões de cabeças por ano, produzindo 250.000 t de sebo bovino (ARGENTINA, 2002). Os

dados estatísticos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos mostram que, em 1998, a Argentina produziu 220.000 toneladas de sebo bovino, com um rebanho de 49 milhões cabeças, abatendo 12.300 bovinos no ano. (FASONLINE, 2003).

A questão regulatória dos biocombustíveis na Argentina foi fortalecida com a Lei 26.093, de maio de 2006, que regula e promove a produção dos biocombustíveis. A lei estabelece a obrigatoriedade da mistura mínima de 5% de biodiesel ao óleo diesel, em todo o país, a partir de 2010. Considerando o consumo anual de 12 milhões de m³ de óleo diesel, esta lei cria um mercado compulsório de 600 mil m³ de biodiesel por ano, 4 anos após sua promulgação (ARGENTINA, 2006).

Apesar da euforia com a lei dos biocombustíveis a produção de energia renovável de maior relevância, atualmente, ainda está restrita à fabricação de carvão vegetal para uso da siderurgia, a partir da plantação de eucaliptos e à produção de vapor e energia elétrica a partir do bagaço de cana nas usinas de açúcar.

2.2 O BIODIESEL NO BRASIL

A ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) por meio da Resolução Nº 42, define: “Biodiesel – B100 – combustível composto de alquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais conforme a especificação contida no Regulamento Técnico nº 4/2004, parte integrante desta Resolução” (ANP, 2007).

Com o biodiesel, o Brasil reforça a promoção do uso de fontes renováveis e a diversificação da matriz energética, já caracterizada por um peso significativo de fontes alternativas, as quais representam 43,8% da matriz nacional, estando a média mundial em 14% e a dos países desenvolvidos em torno de 6% (BRASIL, 2004).

As pesquisas brasileiras sobre biodiesel tiveram início nos anos 80 com a criação do Programa de Óleos Vegetais (OVEG), em 1982 e o Proóleo, em 1983. A Universidade Federal do Ceará (UFC) foi responsável pela primeira patente brasileira de um processo de produção de biodiesel, por intermédio do pesquisador

Expedito José de Sá Parente, autor da patente PI – 8007957, de 1980, que se encontra em domínio público (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 1980).

A constituição de um marco legal para este energético foi iniciada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, por meio da Portaria MCT nº 702, de 2002, com a instituição do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Trata-se de um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação, de forma sustentável, do uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda. As principais diretrizes são:

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

As diretrizes referentes à produção e ao percentual de mistura do biodiesel ao diesel de petróleo foram estabelecidas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e regulamentadas por duas resoluções específicas da ANP. Estas criam a figura do produtor de biodiesel e estabelecem as especificações do novo combustível. A ANP também revisou 18 resoluções referentes a combustíveis líquidos, adaptando o marco regulatório vigente para a inserção do biodiesel.

Mesmo com o alcance da auto-suficiência em petróleo, anunciada em 2006, há possibilidade de o Brasil continuar importando diesel, uma vez que o óleo extraído nas águas profundas da costa marítima brasileira é do tipo pesado e, conseqüentemente, com baixo rendimento dos destilados leves e médios.

O país importa atualmente cerca de 9% do óleo diesel consumido internamente, sendo o setor de transporte de carga e de passageiros, o principal demandante. O consumo anual de óleo diesel no Brasil chega aos 40 bilhões de litros e representa 58% dos combustíveis líquidos utilizados no país (ANP, 2007).

A produção do biodiesel possibilitará ganhos à balança comercial com uma economia de US\$ 390 milhões por ano com a redução das importações de óleo diesel a partir do uso do B2. Com o início da produção comercial, o Brasil torna-se, também, um potencial exportador de biodiesel, principalmente, para países da União

Européia, que estão abaixo das metas de utilização de biocombustíveis, definidas pelo Parlamento Europeu.

Além do uso no segmento de transporte, segundo informações da ANP, também o segmento de energia elétrica, por meio das usinas termelétricas emergenciais, contratadas pela CBEE (Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial), têm demonstrado interesse no uso do biodiesel.

Apesar do grande potencial de mercado, a capacidade de produção de biodiesel no Brasil, autorizada pela ANP, encontra-se ainda em 800 mil m³/ano, dado o reduzido número de empresas habilitadas até então para produzir o biodiesel, bem como a concorrência da principal matéria-prima, o óleo de soja, com os seus mercados tradicionais. Na Tabela 7, são apresentadas as empresas autorizadas e suas respectivas capacidades instaladas, até fevereiro de 2007.

Tabela 7 - Capacidade Autorizada de Plantas de Produção de Biodiesel

EMPRESA	LOCAL	CAPACIDADE AUTORIZADA (m ³ /dia)	*CAPACIDADE ANUAL ESTIMADA (mil l/ano)
AGROPALMA	BÉLEM - PA	80	24.000
BARRALCÓOL	BARRA DO BUGRES - MT	166,7	50.000
BIOCAPITAL	CHARQUEADA - SP	186	55.800
BINATURAL	FORMOSA - GO	30	9.000
BIOLIX	ROLÂNDIA - PR	30	9.000
BIOPETROSUL	TAUBATÉ - SP	21,3	6.390
BRASIL ECODIESEL	FLORIANO - PI	135	40.500
BRASIL ECODIESEL	CRATEÚS - CE	360	108.000
BRASIL ECODIESEL	IRAQUARA - BA	360	108.000
DHAYMERS	TABOÃO DA SERRA - SP	26	7.800
FERTIBOM	CATANDUVA - SP	40	12.000
FUSERMANN	BARBACENA - MG	30	9.000
GRANOL	ANÁPOLIS - GO	333,3	100.000
GRANOL	CAMPINAS - SP	133	39.900
IBR	SIMÕES FILHO - BA	65	19.500
NUTEC	FORTALEZA - CE	2,4	720
OLEOPLAN	VERANÓPOLIS - RS	327	98.100
OURO VERDE	ROLIM DE MOURA - RO	17	5.100
PONTE DI FERRO	TAUBATÉ - SP	90	27.000
PONTE DI FERRO	MANGUINHOS - RJ	160	48.000
RENOBRAS	DOMAQUINO - MT	20	6.000
SOYMINAS	CÁSSIA - MG	40	12.000
TOTAL			795.810

*300 dias de operação.
Fonte: ANP, 2007.

Analisando a Tabela 7, observa-se que 32% da capacidade de produção de biodiesel instalada pertence à Brasil Ecodiesel, que foca a produção por meio da transesterificação do óleo de soja e pretende, também, produzir a partir do óleo de mamona.

Na Tabela 8, são apresentadas as novas plantas em construção da empresa Brasil Ecodiesel no país, todas com início de operação previsto para 2007.

Tabela 8 - Novos Projetos da Empresa Brasil Ecodiesel

PLANTA	LOCAL	CAPACIDADE (mil l/ano)
PORTO NACIONAL	TOCANTINS	108.000
ROSÁRIO DO SUL	RIO GRANDE DO SUL	108.000
ITAQUÍ	MARANHÃO	108.000
DOURADOS	MATO GROSSO DO SUL	108.000
TOTAL		432.000

Fonte: Brasil Ecodiesel, 2007.

A Petrobras está desenvolvendo tecnologia própria para produção de biodiesel a partir de sementes de oleaginosas, preferencialmente a mamona, em seus laboratórios no centro de pesquisa CENPES e em uma planta piloto no município de Guamaré, Rio Grande do Norte. A tecnologia encontra-se protegida internacionalmente com base da patente americana nº 7.112.229, tendo como inventor o pesquisador Carlos Nagib Khalil (PETROBRÁS, 2007).

A empresa está investindo 227 milhões de reais em três plantas para produção de biodiesel, a partir de vários óleos vegetais e gordura animal, com previsão de entrada em operação no final de 2007. Na Tabela 9, são apresentados os investimentos da Petrobras em biodiesel, que tem como objetivo atender à demanda da Petrobras Distribuidora (BR) no Nordeste.

Tabela 9 - Investimentos da Petrobras em Biodiesel

PLANTA	CAPACIDADE (mil l/ano)
CANDEIAS (BA)	57.000
MONTES CLAROS (MG)	57.000
QUIXADÁ (CE)	57.000
TOTAL	171.000

Fonte: Biodiesel Petrobras, 2007.

Além dos projetos destacados, o Grupo Bertin (2006), maior exportador de carne bovina do país, construiu uma planta no município de Lins, São Paulo, com capacidade de produção de 100.000 t/ano de biodiesel, que utiliza o sebo bovino como principal matéria-prima.

Segundo estimativa da FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO (2003), a produção de sebo bovino foi de aproximadamente 570 mil toneladas em 2003, quando o país contava com 195 milhões de cabeças e abatia 21,6 milhões de bovinos por ano, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2007). Pesquisa junto à base de dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, indica que o Brasil produziu 467 mil toneladas de sebo bovino em 1998.

Dispondo do maior rebanho comercial do mundo, 207 milhões de cabeças em 2005, segundo estatística do IBGE (2007), o sebo bovino apresenta-se como uma alternativa de matéria-prima para o biodiesel com interessante disponibilidade e facilidade de produção.

Entretanto, é importante frisar que o último senso agropecuário foi realizado em 1995, bem como, o quantitativo de bovinos divulgado pelo IBGE é fruto de estimativas com base em modelos matemáticos deste instituto. Segundo a publicação ANUALPEC (2006), editado pelo instituto FNP, o rebanho nacional de bovinos é de 164 milhões de cabeças, portanto, inferior em 20% em relação ao número divulgado pelo IBGE.

Em 2007 o governo federal pretende realizar o senso agropecuário e somente a partir da divulgação do mesmo será possível saber, com maior grau de exatidão, o quantitativo do rebanho bovino nacional.

Totalizando as plantas autorizadas com os principais projetos em andamento, previstos para entrar em operação até o final de 2007 e ainda não registrados na ANP, chega-se à capacidade anual estimada de 1,5 bilhão de litros de biodiesel por ano, o que equivale 3,75% do volume de óleo diesel comercializado no país.

O Estado da Bahia tem a segunda maior capacidade de produção de biodiesel do país, com 127,5 milhões de litros por ano, conforme dados da ANP para fevereiro de 2007. Apresenta grande diversidade de matérias-primas que podem ser utilizadas para a produção do biodiesel, destacando a mamona, a soja, o dendê, o

algodão e também o sebo bovino. Em função da boa infra-estrutura logística para distribuição de combustíveis, da elevada produção de óleo de mamona (mais de 80% da produção brasileira) e de dispor de mais de um milhão de hectares de terras agriculturáveis para novos plantios, a Bahia apresenta-se como um Estado de grande potencial para a expansão do Programa Brasileiro de Produção de Biodiesel (REDE BAIANA DE BIOCOMBUSTÍVEIS, 2007).

2.2.1 A Regulação do Biodiesel no Brasil

Com o intuito de promover o desenvolvimento científico e tecnológico do biodiesel, o Governo Federal, com base na portaria MCT nº 702, de 2002, criou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel - PROBIODIESEL e definiu o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) como coordenador de uma rede de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para estudar a viabilidade técnica, socioambiental e econômica do mercado brasileiro de biodiesel, visando a sua utilização no País (BRASIL, 2002).

Com fundamento no Decreto Presidencial, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), foi criada a Comissão Executiva Interministerial (CEI), encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e uso do biodiesel, como fonte alternativa de energia. A partir do relatório apresentado à Presidência da República pela referida comissão, foi estabelecido o PNPB (Programa Brasileiro de Produção e Uso do Biodiesel) como diretriz estratégica e prioritária para o Brasil.

Em 2004, foi publicado o Decreto nº 5.297 (BRASIL, 2004b), estabelecendo incentivos fiscais para o biodiesel por meio da redução das alíquotas do PIS/PASEP e da COFINS, incidentes na produção e na comercialização de biodiesel.

Os incentivos foram direcionados para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou de palma produzidos nas regiões norte, nordeste e semi-árida, com uma redução inicial de 32% nos tributos federais, que se amplia para 68% quando comprovado o envolvimento da agricultura familiar e recebe isenção total dos referidos tributos quando o biodiesel for fabricado a partir de mamona ou da palma, produzidas nas regiões norte, nordeste e semi-árida com a participação da

agricultura familiar, enquadrada no PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar).

Na Tabela 10, é apresentado um quadro resumo que contempla os incentivos fiscais federais para os produtores de biodiesel no Brasil.

Tabela 10 - Tributação Federal Incidente na Produção do Biodiesel

FORMA DE PRODUÇÃO	PIS/COFINS (R\$/l)
AGRICULTURA FAMILIAR (NORTE, NORDESTE E SEMI-ÁRIDO) COM MAMONA OU PALMA	ZERO
AGRICULTURA FAMILIAR NAS DEMAIS REGIÕES	0,07
AGRICULTURA INTENSIVA (NORTE, NORDESTE E SEMI-ÁRIDO) COM MAMONA OU PALMA	0,151
CONDIÇÃO GERAL	0,218

Fonte: Brasil, 2004b.

O Decreto nº 5.297 também criou o selo "Combustível Social", a ser concedido ao produtor de biodiesel que promover a inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no PRONAF, que lhes forneçam matéria-prima. O produtor de biodiesel deve celebrar contratos com os agricultores familiares, especificando condições comerciais que garantam renda e prazos compatíveis com a atividade, assegurando assistência técnica e capacitação a estes agricultores.

Os produtores de biodiesel de posse de selo "Combustível Social" têm acesso aos incentivos fiscais anteriormente referidos, podem ter direito a benefícios de políticas públicas específicas voltadas para promover a produção de combustíveis renováveis e podem utilizar o selo para fins de promoção da imagem da sua empresa.

A Resolução ANP Nº 42/2004 (BRASIL, 2004a) estabelece a especificação de biodiesel, que poderá ser adicionado ao óleo diesel em proporção de 2%, em volume, para comercialização pelos diversos agentes econômicos autorizados, como B2. Também estabelece que somente os Distribuidores de combustíveis líquidos e

as Refinarias, autorizadas pela ANP, poderão proceder à mistura óleo diesel/biodiesel, para formulação do B2.

A Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005), conhecida como Lei do Biodiesel, introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira fixando 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 e estabelecendo o prazo de oito anos para atingir este percentual (2013), podendo ser reduzido em razão de resolução do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE. Na fase transitória, ficou estabelecido o prazo de 3 anos, ou seja, a partir de 2008, para se utilizar um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% (dois por cento), em volume. O mesmo texto legal amplia as atribuições da ANP, que passa a ser chamada de Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, e dá poderes para regular a inserção do biodiesel no mercado de combustíveis.

O Decreto nº 5.448/2005 (BRASIL, 2005), regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, autorizando no seu Art. 1º a adição de dois por cento, em volume, de biodiesel ao óleo diesel de origem fóssil a ser comercializado com o consumidor final. Com isto retira-se a condição de valor mínimo e se estabelece um percentual definido para o período de transição.

A Portaria MME nº 483/2005 trouxe para o conjunto regulatório do biodiesel as diretrizes para a realização pela ANP de leilões públicos para aquisição de biodiesel. Ficou definido que poderão participar dos leilões, como fornecedores de biodiesel, o produtor detentor do selo “Combustível Social” e a sociedade detentora de projeto de produção de biodiesel, reconhecido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, como possuidora dos requisitos necessários à obtenção do selo “Combustível Social”. Ficou estabelecido, na mesma portaria, que cabe à ANP determinar aos produtores e aos importadores de óleo diesel, a aquisição de volumes de biodiesel nos referidos leilões públicos.

A obrigatoriedade de aquisição de biodiesel pelos produtores e importadores, nas proporções de sua participação no mercado nacional de óleo diesel, criou as condições econômicas para viabilizar a entrada do biodiesel na matriz energética, pois, o incentivo fiscal de R\$ 0,218 por litro, equivalente a US\$ 0,108 por litro, não se mostrava suficiente para tornar viáveis as novas plantas do combustível renovável.

Os preços alcançados pelo biodiesel, nos leilões realizados até fevereiro de 2007, geraram um importante impulso à dinâmica da produção e serviram como sinalizador do compromisso do governo federal com as metas do programa. Na Tabela 11, são apresentados os resultados de todos os leilões para a aquisição do biodiesel obrigatório para disponibilizar o B2, em todo o país, a partir de janeiro de 2008.

Tabela 11 - Resultados dos Leilões de Biodiesel

LEILÃO	PREÇO MÉDIO (R\$/l)	PRAZO DE ENTRGA	QUANTIDADE (mil l)
23 nov.2005	1,90	dez.2006	70.000
30 mar.2006	1,86	jul.2007	170.000
11 jul.2006	1,75	dez.2007	50.000
11 jul.2006	1,75	dez.2007	550.000
13 fev.2007	1,86	dez.2007	45.000
TOTAL COMPRADO			885.000

Fonte: ANP, 2007.

A Resolução ANP nº 37/2005 (BRASIL, 2005d) estabelece a obrigatoriedade de adição de marcador ao Biodiesel – B100, tanto pelos produtores nacionais, como pelos importadores, e define Marcador como “substância que permita, através dos métodos analíticos estabelecidos pela ANP, a identificação de sua presença no Biodiesel – B100 e que, ao ser adicionada, em concentração não superior a 1ppm não altere suas características físico-químicas, e não interfira no grau de segurança para manuseio e uso desses produtos”.

Os produtores e importadores devem arcar com os custos de aquisição dos marcadores, bem como dos serviços de aplicação. Os marcadores devem ser exclusivos e devem ser tratados de forma confidencial o tipo e a concentração do produto utilizado.

A Resolução ANP Nº 15/2006 (BRASIL, 2006) estabelece as especificações de óleo diesel e mistura óleo diesel/biodiesel – B2, de uso rodoviário, para comercialização em todo o território nacional e define obrigações dos agentes econômicos sobre o controle da qualidade do produto.

A legislação estadual aplicada ao biodiesel regulamenta a cobrança do ICMS (Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação). Como forma de simplificar e evitar a disputa fiscal entre os estados da federação, o CONFAZ, (Conselho Nacional de Política Fazendária) que reúne todos os secretários de fazenda estadual, na sua 123ª reunião ordinária, realizada em outubro de 2006, decidiu que fica reduzida a base de cálculo do ICMS, de forma que a carga tributária seja equivalente a 12% (doze por cento) do valor das operações, nas saídas de biodiesel (B-100) resultante da industrialização de grãos, sebo bovino, sementes e palma.

2.2.2 Aspectos Ambientais

O biodiesel apresenta importantes benefícios ambientais, a saber: reduz as emissões dos compostos sulfurados, é biodegradável, tem muito baixa toxicidade, promove a reciclagem do CO₂, é renovável e emite menores teores de monóxidos de carbono, de hidrocarbonetos totais e de material particulado.

Além disso, este combustível renovável possui qualidade intrínseca superior, quando comparado ao óleo diesel, refletida nos seguintes parâmetros: tem alto número de cetano, possui 11% de teor médio de oxigenados e tem elevado ponto de fulgor.

A Universidade de Idaho (PETERSON, 2007), EUA, divulgou um estudo das emissões do biodiesel em comparação com as do diesel de petróleo. No caso específico, foram apresentadas as variações quantitativas das emissões de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), material particulado (PM) e óxidos de nitrogênio (NO_x), do B20 e do B100, em relação às do óleo diesel, conforme detalhado na Tabela 12.

Tabela 12 - Emissões do Biodiesel em relação às do Óleo Diesel

EMISSÕES	B20 (%)	B100 (%)
HC	- 21	- 66
CO	- 11	- 47
PM	- 10	- 47
NOx	+ 2	+ 10

Fonte: PETERSON, 2007.

Embora haja aumento na emissão dos óxidos de nitrogênio, as conseqüências sobre a qualidade do ar decorrentes destas emissões são as de menor impacto entre os gases analisados. Além disto, por ser um produto oxigenado, ele apresenta uma combustão mais completa, o que resulta numa significativa redução dos odores.

Os efeitos líquidos sobre o meio ambiente são altamente favoráveis ao biodiesel, especialmente quando se considera todo o ciclo de vida do produto, abrangendo desde a produção das sementes, cultivo, colheita, transporte, armazenamento, processamento e consumo¹. Adicionalmente, o investimento em biodiesel atende aos compromissos firmados no âmbito da Convenção do Clima e pode proporcionar a obtenção de créditos de carbono, sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto.

No caso da produção do biodiesel, a partir do aproveitamento integrado de resíduos gerados na indústria alimentícia, evita-se o encaminhamento destes aos aterros sanitários, permitindo o estabelecimento de novas alternativas empresariais, minimizando o impacto ambiental do acúmulo destes resíduos e prevenindo a emissão do gás metano, vinte e uma vezes mais prejudicial ao planeta do que o CO₂, quando se analisa a questão do aquecimento global.

¹ O pequeno acréscimo na emissão de NOx não deve constituir obstáculo para seu uso devido às grandes vantagens em relação aos outros poluentes. Ademais, há estudos em andamento visando reduzir a formação deste óxido ante o emprego de catalisadores adequados, a identificação da fonte ou propriedade que pode ser modificada para minimizar as emissões e a mudança do tempo de ignição do combustível, com a finalidade de alterar as condições de pressão e temperatura de modo a proporcionar menor formação de óxido de nitrogênio.

Dentre os resíduos que representam riscos de poluição ambiental e que podem ser direcionados para produção do biodiesel, merecem atenção especial os óleos vegetais usados em processos de fritura por imersão, muito comum nas grandes cidades, e os resíduos dos abatedouros e frigoríficos.

A produção de biodiesel a partir do sebo animal pode proporcionar a redução no número de abates clandestinos, com conseqüente descarte de material orgânico ao meio ambiente, na medida em que este subproduto ganhe valor econômico que justifique sua coleta para venda às empresas processadoras.

Outro impacto positivo sobre o meio ambiente advém da possibilidade de se implantar cobertura vegetal em áreas desgastadas do semi-árido, por meio do cultivo de oleaginosas adaptadas àquelas condições edafoclimáticas, especialmente a mamona e o pinhão manso.

Ao reduzir significativamente a emissão de gases poluentes na atmosfera, o uso do biodiesel permitirá que se evitem custos de variadas ordens, incluindo os relacionados à saúde humana. Há estimativas que indicam que a substituição do diesel pelo biodiesel puro (B100) proporcionaria redução desses custos da ordem de 192 milhões de reais por ano nas dez principais cidades brasileiras (BRASIL, 2003b).

Além do exposto, o biodiesel é mais seguro para o manuseio que o diesel de petróleo. O ponto de fulgor, característica que mede a possibilidade de formação de misturas explosivas, do biodiesel na sua forma pura é de no mínimo 100°C contra 60°C para o óleo diesel. Equipamentos a biodiesel proporcionam, portanto, maior segurança na utilização, não requerendo formas de armazenamento especiais, o que também facilita o seu transporte.

2.2.3 Aspectos Sociais

Para estimular a inclusão social, a carga tributária para a produção do biodiesel foi reduzida, com alíquotas específicas, diferenciadas em função da matéria-prima, do produtor-vendedor (agricultura familiar) e da região de produção ou da combinação desses fatores. O selo “Combustível Social”, a ser fornecido pelo

Ministério de Desenvolvimento Agrário - MDA aos empreendimentos que atenderem determinadas condicionantes, foi criado com o exclusivo objetivo de estimular a inserção do pequeno produtor agrícola no mercado de combustíveis renováveis. A legislação isenta de impostos federais a produção de biodiesel derivado da mamona ou palma (dendê), oriundos da agricultura familiar nas regiões Norte, Nordeste e Semi-Árido, por serem consideradas as áreas mais carentes do país. A agricultura familiar das demais regiões e o agronegócio do Norte, Nordeste e do Semi-Árido, também têm benefícios fiscais, com redução parcial dos tributos federais, conforme apresentado na Tabela 10.

Dado o incentivo à agricultura familiar, abrem-se possibilidades para o fortalecimento de organizações sociais, particularmente por meio do que se convencionou chamar de Economia Solidária (associações e cooperativas).

Adicionalmente, não devem ser ignorados outros desdobramentos favoráveis do biodiesel como forma de inclusão social, a exemplo de seu uso para geração de energia elétrica em comunidades isoladas, em diversas regiões do País, colocando-o, desse modo, como instrumento adicional para o alcance dos objetivos do Programa “Luz para Todos”, criado pelo Decreto nº 4.873 de 11 de setembro de 2003 (BRASIL, 2003c).

2.2.4 Aspectos Econômicos

A diversidade de possibilidades existente, no Brasil, impede o cálculo de um custo único para o biodiesel, porque isso depende da rota tecnológica e das matérias-primas a serem utilizadas. Mesmo para uma determinada oleaginosa, os custos são diferenciados nas diversas regiões em função do preço da terra, sementes, insumos, máquinas e equipamentos, mão-de-obra e assim por diante.

O relatório final do grupo de trabalho interministerial encarregado de apresentar estudo sobre a viabilidade técnica e econômica de utilização do biodiesel, mostrou que este biocombustível, quando derivado do óleo de soja, apresenta custo de produção calculado em R\$ 0,902 por litro, pode ser competitivo em relação ao preço do óleo diesel faturado pelas refinarias, desde que haja isenção

dos tributos federais (CIDE, PIS/COFINS e PASEP) e estadual (ICMS). O referido estudo ocorreu quando o preço do petróleo era de US\$ 29 por barril (BRASIL, 2003b).

Ainda segundo esse estudo, estima-se um significativo crescimento da renda e do nível de emprego com a produção do diesel vegetal. O incremento de renda anual passível de ser alcançado apenas no âmbito da agricultura familiar, com sua participação no mercado do biodiesel, pode ser estimado em cerca de R\$ 1 bilhão, valor ao qual devem ser acrescidos os efeitos multiplicadores sobre atividades econômicas conectadas à produção desse combustível, especialmente na indústria, comércio, distribuição e prestação de serviços.

A produção de biodiesel a partir do sebo bovino tem um custo, em torno de US\$ 0,33/ l, perdendo apenas para o óleo de fritura residual US\$ 0,25/l (D'ARCE, 2003). À medida que a produção de biodiesel, a partir desta matéria-prima, aumente, o preço de mercado do sebo irá reagir, provocando uma melhor remuneração aos produtores e, conseqüentemente, criando incentivo à coleta dos resíduos nos abatedouros, evitando o descarte deste produto para o meio ambiente, e aumentando a sua oferta.

O preço do petróleo está em ascensão no mercado internacional e, nessas circunstâncias, o biodiesel pode ser competitivo, mesmo sem a completa isenção tributária, desde que se supere a difícil fase inicial de implantação, desta indústria, que ganhe escala quantitativa de produção e que o preço interno do óleo diesel reflita o preço internacional do mesmo.

3 O SEBO BOVINO E A PRODUÇÃO DO BIODIESEL

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, com base no Decreto nº 30.691/1952, e do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, estabeleceu :

Art. 271: “gordura bovina é o produto obtido pela fusão de tecidos adiposos, tanto cavitários (visceral, mesentérico, mediastinal, perirenal e pélvico), como de cobertura (esternal, inguinal e subcutâneo), previamente lavados e triturados”.

No Art. 308 do mesmo regulamento, define-se que os produtos gordurosos não comestíveis são, genericamente, denominados "Sebo" (BRASIL, 1952).

Pode destacar-se, nesta categoria, o sebo e as graxas, sendo o ponto de fusão ou título dos ácidos graxos derivados das triglicérides das gorduras o divisor entre o que se classifica como sebo, abaixo de 40°C, ou como graxas, para valores acima deste. Em sua condição natural, as gorduras são geralmente brancas ou incolores e formadas de triglicerídeos, isto é, ácidos graxos combinados com glicerina. Nesta condição, as quantidades de ácidos graxos livres são extremamente baixas (ABOISSA, 2006).

A partir do momento do abate é que tem início o processo de decomposição das gorduras. Assim, com a morte do animal, a ação de enzimas e bactérias inicia mudanças tanto na cor como no teor de ácidos graxos livres. Deste modo, o controle enzimático e bacteriológico antes e durante o processo de abate, é fator essencial para obtenção de um sebo de qualidade.

A eficiência do processo de produção de biodiesel depende da qualidade do sebo. Portanto, há que se controlar todo o ciclo de produção. Desde o cuidado com a recepção dos animais nos currais dos frigoríficos abatedouros, passando por um

eficaz controle sanitário das etapas de produção, até os cuidados com o transporte e o armazenamento do produto acabado.

Para que se obtenha carnes de qualidade, antes do abate, os animais devem ser mantidos em dieta hídrica por aproximadamente de 12 horas, garantindo a completa digestão dos últimos alimentos sólidos ingeridos. Em seguida, devem receber um banho de aspersão para limpeza antes de serem encaminhados para insensibilização, quando tem início o processo de abate. O sebo obtido como subproduto, deste processo, terá qualidade superior, em função dos cuidados higiênicos adotados (FRIGORÍFICO MARGEN, 2006; GRUPO BERTIN, 2006).

Além das aparas decorrentes dos cortes das carnes, os ossos e as vísceras são processados em digestores de batelada ou contínuos, munidos de agitadores e válvulas para retirada da umidade, por meio de aquecimento sob pressão de vapor. A extração da gordura é feita por prensagem, centrifugação ou pelo método de extração por solventes orgânicos. Não deve conter outras fontes de gorduras que não a de bovinos, devendo ser produzido de acordo com a Instrução Normativa nº. 15, de 29 de outubro de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, a qual tem como base os princípios de Boas Práticas de Fabricação (BPF): procedimentos higiênico-sanitários e operacionais, que devem ser executados em todo fluxo de produção, desde a obtenção dos resíduos de animais até a distribuição do produto final (BRASIL, 2003d).

Se antioxidantes forem usados, os mesmos devem ser declarados, destacando-se as quantidades e a formulação nos documentos de comercialização.

O fluxograma apresentado, na Figura 3, demonstra as principais etapas do processo de produção do sebo.

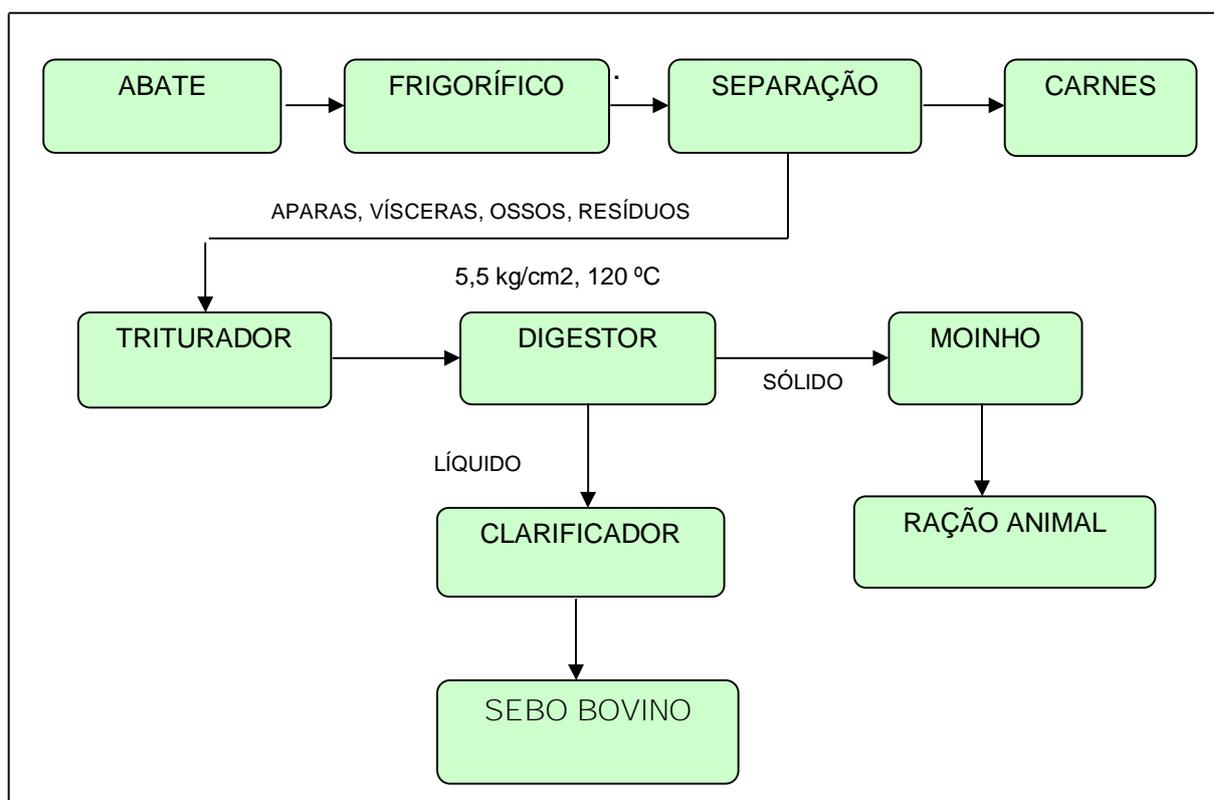


Figura 3 - Fluxograma de Produção do Sebo Bovino

O sebo bovino acabado apresenta-se pastoso à temperatura ambiente, de cor esbranquiçada e com odor característico. Na Tabela 13, é mostrada a composição básica do sebo bovino. Observa-se que mais de 50% da estrutura molecular é saturada, o que irá conferir alto número de cetano quando transformado em biodiesel, qualidade essencial para uma boa performance dos combustíveis em motores de ciclo diesel.

Tabela 13 - Composição Básica do Sebo Bovino

ÁCIDO GRAXO	%	ESTRUTURA	Nº CARBONOS
MIRÍSTICO	3 A 7	SATURADO	14
PALMÍTICO	30	SATURADO	16
ESTEÁRICO	20 A 25	SATURADO	18
OLÉICO	45	INSATURADO	18
LINOLÉICO	1 A 3	INSATURADO	18
PALMITOLÉICO	1 A 3	INSATURADO	16

Fonte: Graboski e McCormick, 1998.

3.1. PRINCIPAIS APLICAÇÕES DO SEBO BOVINO

No Brasil, a principal aplicação do sebo bovino é na fabricação de sabões. Desde os mais simples, para uso em limpeza geral, até os mais sofisticados sabonetes. Em função do baixo preço, a utilização do sebo *in natura* para queima em caldeiras de pequeno porte, tem-se propagado rapidamente, apesar do baixo rendimento energético, dos problemas de entupimento e das elevadas emissões de gases poluentes. O sebo também é utilizado na fabricação de ração animal, por ser uma boa fonte de energia e pelo fato de a gordura ser essencial ao bom funcionamento de seu organismo. Para prevenir a transmissão da Encefalopatia Bovina Espongiforme, a doença da vaca louca, partes da cabeça dos bovinos não são processadas nos digestores que produzem o sebo.

No Brasil, é proibido o uso do sebo para o consumo humano.

Na Figura 4, é apresentada a distribuição dos principais usos do sebo bovino no País.

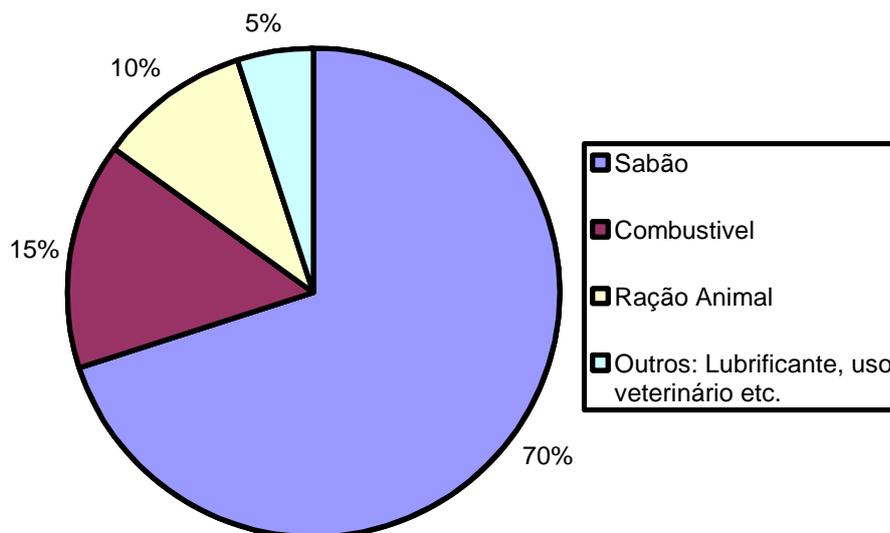


Figura 4 - Principais Usos do Sebo Bovino no Brasil
Fonte: FNP (2003b)

3.2. ESPECIFICAÇÃO DO SEBO BOVINO

Pouco se avançou na especificação do sebo bovino no País. Para que o produto atenda aos requisitos para a produção do biodiesel, sem necessidade de pré-tratamentos, os parâmetros relativos a acidez, umidade, insolúveis e insaponificáveis devem ser adequadamente controlados visando a maior eficiência na transesterificação, assunto que será discutido no item 3.4.

Para um bom rendimento no processo de transesterificação do sebo bovino, torna-se necessário que esta matéria-prima atenda a especificações mais estreitas, notadamente em relação aos parâmetros expostos na Tabela 14.

Tabela 14 – Especificação do Sebo Bovino de Qualidade Superior

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE MÁX.
ÁCIDO GRAXO LIVRE	%	1,0
UMIDADE	%	0,3
IMPUREZAS	%	0,1
INSAPONIFICÁVEIS	%	0,6
TÍTULO	°C	40 A 46

Fonte: Bellaver e Zanotto, 2004.

3.3. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL POR TRANSESTERIFICAÇÃO DO SEBO BOVINO

Considera-se biodiesel o derivado mono-álquil éster de ácidos graxos de cadeia longa, obtido de biomassa que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel em motores ciclo diesel (ignição por compressão), automotivos e estacionários. Esta definição é abrangente e capaz de evitar a “discriminação” de qualquer rota tecnológica para a obtenção desse combustível de fonte vegetal ou animal, o que permite incluir o obtido por transesterificação etílica ou metílica ou ainda por craqueamento, térmico ou catalítico.

A produção de biodiesel por meio da reação de transesterificação consiste na transformação dos óleos ou gorduras em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. As reações químicas podem ser representadas pelas seguintes expressões:



Em (1) tem-se a representação da reação de conversão quando se utiliza o metanol (álcool metílico) como agente transesterificante, obtendo-se, portanto, como produto, os ésteres metílicos que irão constituir o biodiesel e o glicerol (glicerina).

Em (2) é utilizado o etanol (álcool etílico) como agente de transesterificação, resultando como produto os ésteres etílicos e a glicerina. Ressalta-se que as reações químicas são equivalentes, uma vez que os ésteres metílicos e os ésteres etílicos têm propriedades semelhantes como combustível, sendo ambos, considerados biodiesel após atender à Resolução ANP Nº 42/2004.

As reações (1) e (2) ocorrerem sempre na presença de um catalisador. Os catalisadores alcalinos apresentam melhor rendimento e menor tempo de reação do que os ácidos (CLEMENTS e HANNA, 1998)]. Os de maior uso são o hidróxido de sódio (NaOH), o metóxido de sódio (NaMeOH) e o hidróxido de potássio (KOH). Por apresentar melhor rendimento na reação e por ser de melhor viabilidade econômica, o hidróxido de sódio tem sido mais amplamente utilizado.

Utiliza-se uma razão molar sebo/álcool de 10:1 quando metanol e 14:1 quando etanol, na presença de 0,3% a 0,4%, em peso, de hidróxido de sódio em relação ao sebo. O excesso de agente transesterificante (álcool primário) faz-se necessário devido ao caráter reversível da reação.

Após a fase de transesterificação, obtém-se uma massa reacional final constituída por duas fases, que são separáveis por decantação ou por centrifugação.

A fase menos densa é constituída por uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool, de resíduos de catalisador e impurezas.

A fase mais pesada é composta de glicerina bruta (impregnada com o excesso utilizado de álcool), água e impurezas contidas na matéria prima. Para cada 100 litros de metil éster produzido há uma produção de 10 litros de glicerina.

Após a separação das fases, obtém-se a glicerina bruta a partir da fase pesada, a qual é submetida a um processo de evaporação para eliminação dos seus constituintes voláteis. O álcool residual é obtido da fase leve e sua purificação provém da destilação, para, assim, obter álcool desidratado, que pode ser reutilizado no processo.

A purificação dos ésteres ocorre pelo processo de centrifugação e desumidificação, resultando no biodiesel, quando atender às especificações estabelecidas pela ANP.

Na Figura 5, são apresentadas, de forma esquemática, as principais etapas do processo de produção de biodiesel por transesterificação.

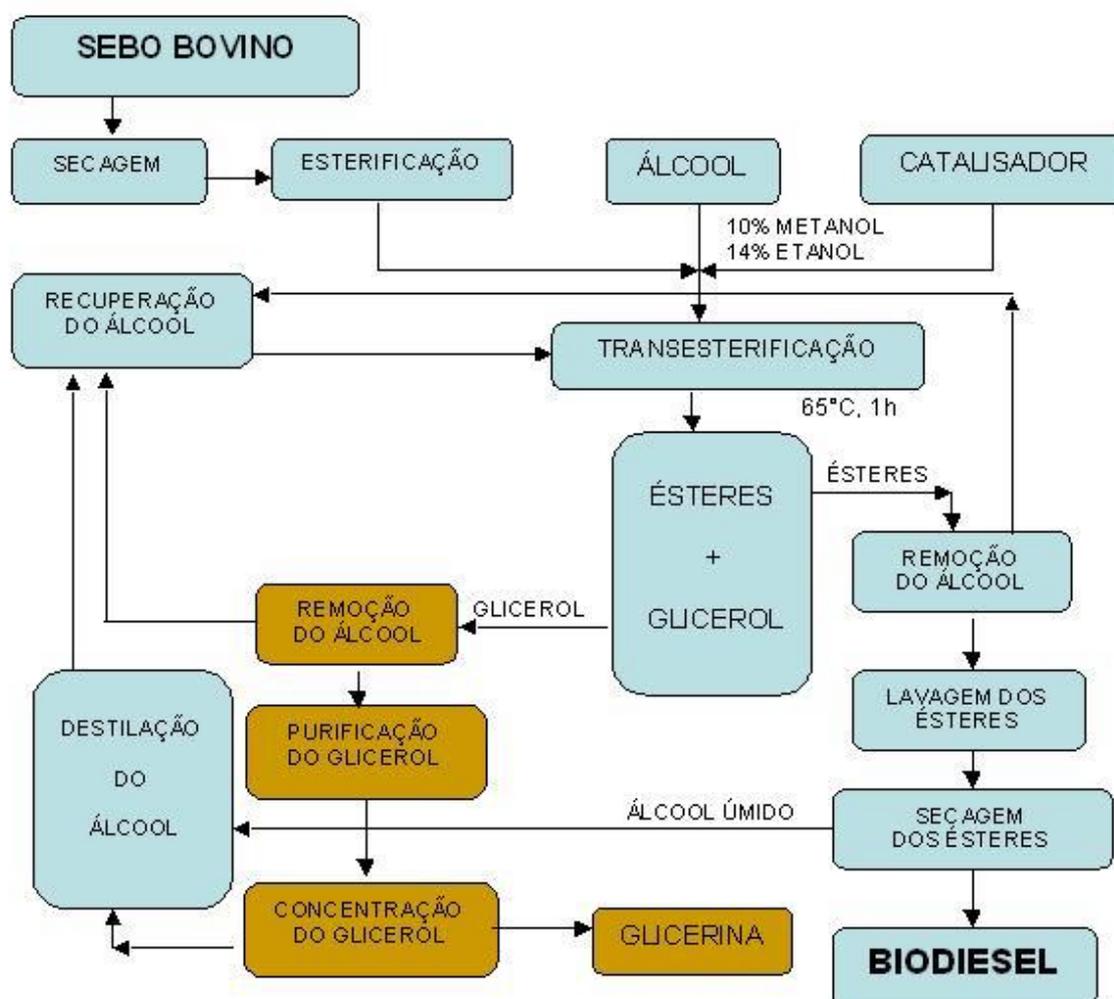


Figura 5 – Processo de Produção de Biodiesel

Fonte: Adaptado de Clements e Hanna, 1998; Biodiesel Dedini, 2006.

O co-produto glicerina, uma vez purificado, tem bom valor de mercado como matéria-prima para diversas aplicações nas indústrias de cosméticos, farmacêutica, de tintas e de alimentos.

3.4. PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO DO SEBO BOVINO

Serão analisados, neste capítulo, os principais fatores que influenciam na transesterificação do sebo bovino, focando, especialmente, os que dependem da qualidade desta matéria prima. Para as situações a seguir analisadas, tomou-se como agente transesterificante o metanol, na razão molar de 6:1, uma vez que, maiores diluições, não melhoram a reação, dificultam a especificação do biodiesel e aumentam o custo de recuperação do álcool usado no processo (CLEMENTS e Hanna, 1998).

Principais fatores analisados:

Tipo de Catalisador

Concentração de Catalisador no Sebo

Teor de Ácidos Graxos Livres

Teor de Água no Sebo

3.4.1. Tipo e Concentração de Catalisador no Sebo

Os catalisadores alcalinos são os mais utilizados, por apresentarem maior efetividade nas reações (FREEDMAN; PRYDE; MOUNTS, 1984) e, mais especificamente, o hidróxido de sódio (NaOH), por ser de menor custo. Na Figura 6, é apresentado o desempenho de dois catalisadores alcalinos, o NaOH e o NaMeOH (metóxido de sódio), na produção do metil éster de sebo bovino (MESB) através do processo de transesterificação.

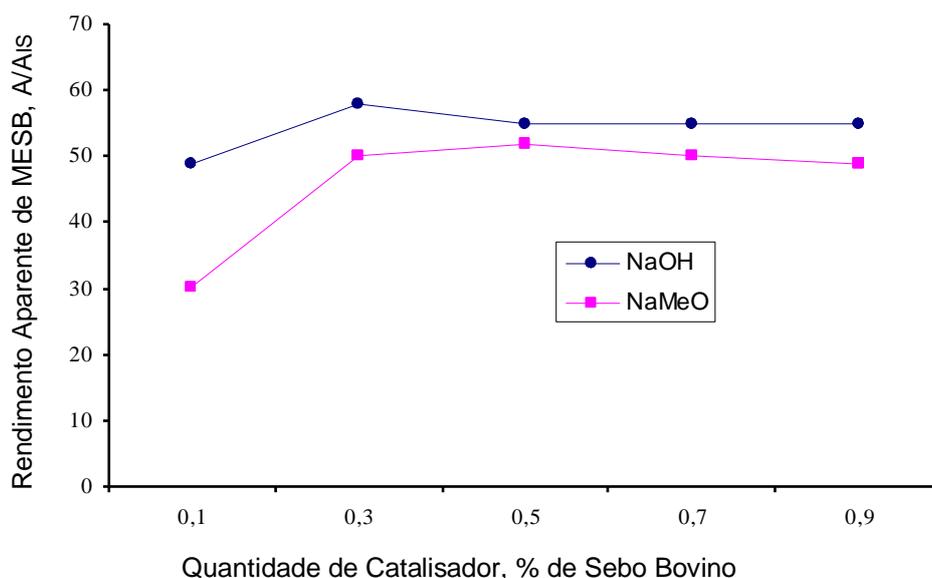


Figura 6 - Efeito do Catalisador na Transesterificação do Sebo Bovino

Fonte: Clements e Hanna, 1998.

Observa-se que com o hidróxido de sódio obtém-se um maior rendimento que com o metóxido de sódio em todas as concentrações analisadas e que teores acima de 0,3 % de NaOH no sebo, não melhoram o rendimento, irão aparecer como impurezas nos produtos da reação e aumentarão os custos do processo de produção.

3.4.2. Teor de Ácidos Graxos Livres e de Água no Sebo

O Teor de Ácidos Graxos Livres (AGL) é um indicador da qualidade do sebo bovino e quanto mais próximo de zero melhor.

Na figura 7, observa-se o efeito do incremento no teor de AGL e no teor de água e o impacto no rendimento aparente da produção do metil éster. É importante notar que, mesmo em sebos anidros, a presença de 0,6% de AGL, no sebo bovino, reduz em, aproximadamente, oito vezes o rendimento do processo de transesterificação.

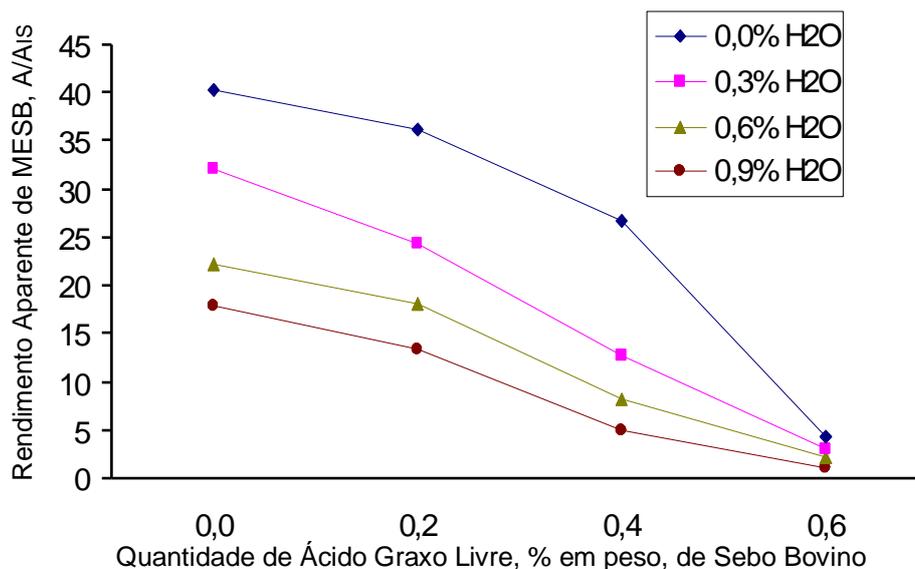


Figura 7 – Efeito do Ácido Graxo Livre e da Água na Transesterificação do Sebo Bovino.

Fonte: Clements e Hanna, 1998.

O controle do teor de água no sebo é uma ação muito importante para a preservação da qualidade do sebo bovino e para possibilitar um melhor desempenho da reação de transesterificação.

Na figura 7, pode ver-se que utilizando de sebo de excelente qualidade quanto ao teor de AGL, zero ou próximo de zero, se houver 0,9% de água contida no sebo, o rendimento da reação de transesterificação fica reduzido em, aproximadamente, 2,5 vezes.

3.4.3. Interação dos Ácidos Graxos Livres com a Água Contida no Sebo

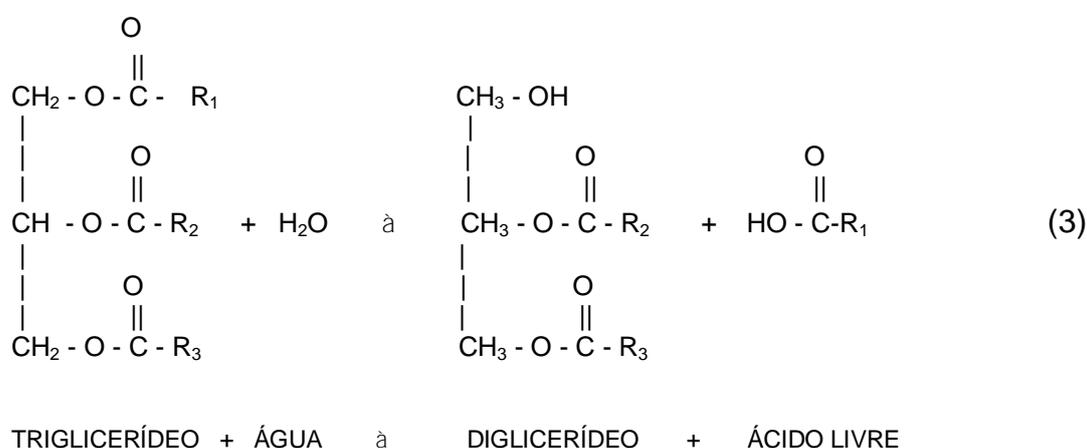
O efeito da presença de ácidos graxos livres, concomitante com a presença de água no sebo, propicia uma sinergia negativa (CLEMETS e HANNA, 1998), que reduz fortemente a eficiência da reação de transesterificação.

A interação negativa que ocorre quando ambos os contaminantes (AGL e água) estão presentes, pode reduzir em mais de dez vezes o rendimento da transesterificação. Este efeito pode ser observado na Figura 7, verificando-se o

rendimento aparente do metil éster quando os percentuais de 0,6% de AGL e 0,9% de água se combinam.

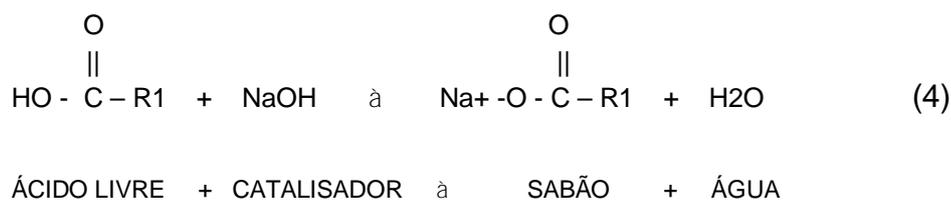
Para que esta interação negativa seja bem entendida, serão demonstradas as reações químicas que ocorrem na presença de cada contaminante, os subprodutos gerados e a interação das mesmas.

Na reação de hidrólise, a água reage com o triglicerídeo produzindo um diglicerídeo mais ácido graxo livre. Vale notar que esta reação ocorre independente da presença de qualquer catalisador. A reação encontra-se demonstrada em (3), como segue:



A reação de hidrólise evidencia a necessidade de se manter o sebo bovino com baixo teor de água, não maior que 0,1 % em peso, sob pena de iniciar-se um processo de deterioração desta matéria-prima, com a formação de ácidos graxos livres.

Na reação apresentada em (4), o ácido graxo livre, gerado na reação anterior, reage com o catalisador produzindo sabão e água. É fácil observar as conseqüências danosas e evolutivas que estas impurezas provocam no processo de produção do biodiesel, promovendo a formação de elevados volumes de sabão e água, inviabilizando o processo de produção do metil éster (VAN GERPEN, SHANKS, PRUSZKO, 2004).



Para que esta condição seja prevenida, faz-se necessário que as unidades de produção de biodiesel sejam equipadas com um prévio processo de esterificação ácida do sebo, visando a transformar em ésteres, os ácidos graxos livres, e para garantir que o teor de água contida atenda à especificação requerida, um sistema desumidificador, também, deve ser instalado antes da fase de transesterificação, conforme indicado na Figura 5.

3.5. VIABILIDADE ENERGÉTICA

Analisando sob o aspecto da conservação de energia, faz-se importante o cálculo da relação entre a energia contida no biodiesel e a energia requerida no processo de transesterificação do sebo bovino.

Considerando que o sebo bovino é um inevitável co-produto da indústria de carnes, com diversas outras aplicações, a Relação de Ganho Energético (RGE) será calculada a partir da entrada do sebo no processo de transesterificação, até a fase final de separação do metil éster resultante.

Na Tabela 15, são apresentados os consumos de energia em uma planta típica de produção de biodiesel a partir do sebo bovino, com capacidade de processar 100 mil toneladas por ano.

Tabela 15 - Energia Requerida na Transesterificação do Sebo Bovino.

ETAPA DO PROCESSO	ENERGIA (Btu/galão)
ENERGIA DIRETA	
GÁS NATURAL	25.451
ENERGIA ELÉTRICA	1.144
ENERGIA EMBUTIDA	
HIDRÓXIDO DE SÓDIO	773
METANOL	13.850
TOTAL	41.218

Fonte: Nelson, Schrock, 1993.

A energia térmica contida no metil éster de sebo bovino, produto da transesterificação, é de 126.684 Btu/galão (NELSON, SCHROCK apud Sims, 1993).

A RGE do processo, calculada pela divisão da energia contida pela energia requerida, é de 3,07.

Além da geração de emprego e renda, da mitigação dos impactos ambientais e dos aspectos econômicos já apresentados, sob o ponto de vista energético, a transformação do sebo bovino em biodiesel traz uma interessante relação de ganho, que estabelece a viabilidade energética do processo e justifica esta rota de produção de combustíveis alternativos.

4 DISPONIBILIDADE DO SEBO BOVINO NO BRASIL

Conforme apresentado no item 2.2, a estimativa da FNP Consultoria & Comércio para a produção de sebo bovino foi de aproximadamente 570 mil toneladas em 2003. Considerando o rendimento médio de 23 kg, por cabeça, a produção de sebo bovino no Brasil teria sido de 695 mil toneladas em 2006.

Dada às dimensões continentais do Brasil, é preciso que se indique a disponibilidade do sebo bovino nos estados ou regiões do País. Para apontar esta distribuição geográfica foi pesquisada a base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na Tabela 16, são apresentados os estados com mais de 500 mil cabeças abatidas por mês e o respectivo potencial de produção de sebo bovino.

Tabela 16 – Potencial de Produção de Sebo Bovino no Brasil, 2006

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	BOVINOS ABATIDOS (mil cabeças/ano)	POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEBO (mil t/ano)
MATO GROSSO	4.780	110
SÃO PAULO	4.126	95
MATO GROSSO DO SUL	3.700	85
GOIÁS	2.856	66
MINAS GERAIS	2.376	55
PARÁ	2.215	51
RIO GRANDE DO SUL	2.047	47
RONDÔNIA	1.675	39
PARANÁ	1.429	33
TOCANTINS	1.063	24
BAHIA	922	21
MARANHÃO	720	16
DEMAIS ESTADOS	2.321	53
TOTAL BRASIL	30.230	695

Fonte: IBGE, 2007.

Destaca-se, na Tabela 16, que metade (51%) da atividade de abate e processamento de carne bovina se concentra em 4 estados da federação, liderado pelo estado de Mato Grosso.

Conforme relatório “Estatística da Produção Pecuária”, de março de 2007, do IBGE, o incremento de abate de bovinos, em 2006, foi 7,9% superior à quantidade apurada no ano anterior e, para o período 2000 a 2006, o crescimento registrado foi de 76,9%. Como o sebo é um co-produto desta atividade econômica, houve um significativo incremento da produção do mesmo no Brasil.

O descompasso entre a oferta e a demanda de sebo bovino no mercado interno provocou queda no preço, de maneira que a cotação do sebo no Brasil representa, aproximadamente, 50% do preço que este produto alcança no mercado internacional. Este fato exerce forte pressão para a exportação do sebo *in natura*. Entretanto, as restrições sanitárias impostas e a exigência de toda uma logística complexa têm desestimulado as exportações no Brasil. Mais recentemente, com a apreciação do real frente ao dólar americano, a cotação do mercado interno, em US\$/t, teve a conseqüente correção, porém, continua abaixo dos valores registrados no mercado externo, conforme pode ser observado, no capítulo 6, onde se discute a viabilidade econômica da produção do biodiesel a partir do sebo bovino.

Com isto, abre-se espaço para novas aplicações desta matéria-prima, destacando-se o uso para a produção de biodiesel, em função da sua competitividade frente às oleaginosas. A entrada do biodiesel, neste mercado, deverá acontecer deslocando parte do sebo utilizado no tradicional segmento de produção de sabão em barra.

A produção de biodiesel a partir do sebo bovino é uma das mais baratas na atualidade, em torno de US\$ 0,33/l (D'Arce, 2003). Na medida em que a produção de biodiesel a partir do sebo aumente e se consolide como opção para venda do sebo, provocará duas reações distintas no mercado: a primeira será o incremento da oferta na medida em que se evite o desperdício deste produto para o meio ambiente. A segunda será a tendência de elevação dos preços de venda do sebo até a estabilidade, em um patamar superior aos níveis praticados atualmente.

Na Tabela 17, são apresentados os nove maiores frigoríficos do Brasil em capacidade de abate (2004), em que se destaca o frigorífico do Grupo Bertin (2006). Apesar de ser o terceiro em capacidade de abate, ocupa o primeiro lugar entre os exportadores de carne bovina no país e deverá colocar em operação, ainda em 2007, a maior planta de processamento de sebo bovino para produção de biodiesel do Brasil, com capacidade de 100 mil t/ano.

Tabela 17 - Maiores Frigoríficos do Brasil

POSIÇÃO	EMPRESA*	SEDE	CAPACIDADE DE ABATE (por dia)	EXPORTAÇÕES (milhões US\$/ano)
1º	FRIBOI	SÃO PAULO (SP)	12.000	521
2º	MARGEN	RIO VERDE (GO)	10.000	143
3º	BERTIN	LINS (SP)	7.000	592
4º	QUATRO MARCOS	JANDIRA (SP)	6.000	71
5º	MARFRIG	SANTO ANDRÉ (SP)	3.500	184
6º	INDEPENDÊNCIA	CAJAMAR (SP)	3.000	214
7º	MINERVA	BARRETOS (SP)	3.000	227
8º	FRIGOESTRELA	ESTRELA D'ÓESTE (SP)	3.000	103
9º	MERCOSUL	BAGÉ (RS)	2.200	67

Nota: * Todos têm controle acionário brasileiro

Fonte: Della Latta, 2005.

Com base na estimativa conservadora de produção de sebo bovino para o ano de 2006, 695 mil toneladas e, considerando que para cada volume de sebo animal utilizado a mesma quantidade se transforma em biodiesel, este energético tem potencial para produzir quase a totalidade dos 800 milhões de litros de biodiesel por ano, necessários para atender a obrigatoriedade do uso do B2 a partir de janeiro de 2008 em todo o território nacional.

4.1. OFERTA POTENCIAL DE SEBO BOVINO

Em 2003, o Brasil tornou-se o maior exportador de carne bovina do mundo, deslocando para a segunda posição a Austrália. Em 2004, as vendas externas atingiram 2,4 bilhões de dólares, 63% a mais que em 2003, sendo a carne brasileira embarcada para 153 países e respondendo o Brasil, individualmente, por 20% do total do comércio internacional deste produto (DELLA LATTA, 2005).

Este mercado foi desenvolvido tendo como suporte o maior rebanho comercial do mundo: 207 milhões de cabeças de gado em 2005. Na Tabela 18, é apresentada a distribuição regional do rebanho bovino brasileiro.

Tabela 18 - Rebanho Bovino Brasileiro

REGIÃO	QUANTIDADE DE CABEÇAS (mil)
CENTRO-OESTE	71.984
NORTE	41.489
SUDESTE	38.943
SUL	27.770
NORDESTE	26.969
TOTAL	207.156

Fonte: Adaptado de IBGE, 2005.

Apesar de haver discordância quanto ao quantitativo do rebanho bovino nacional, mesmo que se adote o número apontado pela consultoria FNP, que é 20% menor que o estimado pelo IBGE, o Brasil continuará com o maior rebanho comercial do mundo e as avaliações do potencial de produção do sebo bovino no país continuarão válidas, podendo oscilar na mesma proporção da incerteza do inventário de bovinos. Esta incerteza será sanada com a divulgação de senso agropecuário nacional que, apesar do atraso de dois anos, deverá ser divulgado ao final do ano de 2007.

O sebo bovino obtido no processo de produção de carnes a partir do abate dos animais pode ser ofertado em quantidades substantivas pelos abatedouros e frigoríficos espalhados por todo o país, para suprir plantas de produção de biodiesel.

A base de dados do IBGE não contempla informações sobre a produção de sebo bovino no Brasil. A depender da fonte de consulta, valores prospectados podem diferir bastante. Acredita-se que, em função do porte da atividade agropecuária brasileira, esta matéria-prima tenha significância para exercer papel de destaque como insumo para produção de biodiesel, agregando valor à cadeia produtiva do sebo e retirando o mesmo dos córregos e rios dos diversos municípios.

Entretanto, os projetos de plantas de produção de biodiesel a partir do sebo bovino esbarram na incerteza quanto à disponibilidade desta matéria-prima, ficando restrita aos grandes frigoríficos, que têm produção própria de sebo bovino, a exploração desta oportunidade de negócio.

Neste trabalho, é avaliada a disponibilidade de sebo bovino, bem como, o potencial de produção com a evolução da pecuária do País, a partir de informações de diferentes fontes, tais como frigoríficos, abatedouros, consultoria especializada e base de dados do IBGE.

Os dados apresentados, no capítulo 2, referentes à atividade de produção de carnes bovinas e sebo nos principais países produtores – Nova Zelândia, Estados Unidos, Austrália, Brasil, Argentina e China – encontram-se agrupados na Tabela 19.

Tabela 19 - Rendimento Médio de Sebo Bovino

PAÍS	REBANHO BOVINO (mil cab)	ABATE ANUAL (mil cab)	ABATE/REBANHO (%)	PRODUÇÃO DE SEBO (mil t)	RENDIMENTO SEBO (kg/cab)
NOVA ZELÂNDIA	5.000	2.000	40	150	75
ESTADOS UNIDOS	97.000	36.000	37	2.500	69
AUSTRÁLIA	28.500	10.000	35	550	55
BRASIL	195.000	21.600	11	570	26
CHINA	122.000	36.000	29	847	23
ARGENTINA	48.500	14.200	29	250	18

Observa-se, na Tabela 19, dois diferentes patamares de rendimento de sebo por cabeça. Os países desenvolvidos apresentam um rendimento médio de 66 kg por cabeça, enquanto que, nos países em desenvolvimento, o mesmo fica em 22 kg por cabeça. Contribuem para esta diferença diversos fatores que não ficam restritos às práticas da agropecuária e nem à tecnologia dos frigoríficos abatedouros. Fatores socioeconômicos e higiênico-sanitários têm pesos significativos na explicação da baixa produtividade do sebo bovino nestes países.

O descarte de resíduos dos abatedouros para rios e córregos, ao invés de serem direcionados para produção do sebo, é uma das principais causas da baixa produção deste insumo no Brasil. Para citar um caso real, entre muitos outros, destaca-se a reportagem veiculada no jornal A Tarde, de Salvador (OLIVEIRA, 2007), quando noticia uma possível interdição do Abatedouro Municipal da cidade de Ilhéus, no estado da Bahia, por irregularidades ambientais apontadas pelo Ministério

Público, pelo Centro de Recursos Ambientais da Bahia (CRA) e pelo IBAMA. Uma das irregularidades é o despejo de resíduos do abate bovino no rio Cachoeira que banha a cidade. “Além da poluição no rio, o mau cheiro prejudica os moradores do bairro Banco da Vitória, onde fica o abatedouro” cita a reportagem. Convém lembrar que Ilhéus é uma importante cidade do litoral baiano, com uma população de mais de 220 mil habitantes, e conhecida no roteiro turístico nacional.

Por meio de entrevistas com representantes dos frigoríficos abatedouros, Frimasa, na Bahia e Bertin, com sede em São Paulo e filiais nos estados de Pará, Bahia, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, obteve-se o dado médio de rendimento de sebo do rebanho bovino nos respectivos estados, 28 kg/cabeça no sudeste e 16 kg/cabeça no nordeste, que levam a uma média ponderada nacional de 23 kg por cabeça.

Outro fator que merece análise é o percentual de animais abatidos em relação ao rebanho. Nota-se que nos países desenvolvidos abate-se, em média, 37% do rebanho por ano, enquanto que, nos países em desenvolvimento, esta mesma média não passa dos 23% e o Brasil apresenta o menor índice no grupo de países pesquisado, conforme pode ser observado na tabela 19.

Muitas são as razões que fazem que este indicador fique bem abaixo dos observados nos países desenvolvidos. Além da melhor tecnologia agropecuária na criação do gado de corte, os países desenvolvidos contam com maior fidedignidade nos informes de abate. No Brasil, por exemplo, ainda é elevado o chamado abate “sob árvore”, que além da clandestinidade fiscal, concentra todos os aspectos negativos já citados, com predominância das externalidades negativas ao meio ambiente e à saúde pública.

Para focar a questão da sub notificação no abate de bovinos no Brasil, apresenta-se na, Tabela 20, a evolução mensal do abate de bovinos no Brasil nos últimos dois anos, onde se observa o incremento da atividade no período.

Tabela 20 - Abate de Bovinos no Brasil

MÊS	2005 (mil cabeças)	2006 (mil cabeças)
JANEIRO	2.177	2.378
FEVEREIRO	2.014	2.131
MARÇO	2.255	2.572
ABRIL	2.396	2.231
MAIO	2.413	2.688
JUNHO	2.518	2.619
JULHO	2.504	2.577
AGOSTO	2.573	2.762
SETEMBRO	2.319	2.598
OUTUBRO	2.063	2.616
NOVEMBRO	2.307	2.503
DEZEMBRO	2.486	2.555
TOTAL	28.025	30.230

Fonte: IBGE, 2007

Como forma de avaliar a representatividade dos números apontados pelo IBGE sobre o abate de bovinos no Brasil, é preciso compará-los com outros parâmetros. O IBGE também publica a Pesquisa Trimestral do Couro que aponta a quantidade de couros crus inteiros de bovinos, de origem nacional, adquiridos pelos curtumes. Esta pesquisa engloba os estabelecimentos que adquirem mais de cinco mil unidades, anualmente.

Na Tabela 21, são apresentadas as quantidades de couros crus inteiros de bovinos de origem nacional adquiridas pelos curtumes, nos últimos dois anos.

Tabela 21 - Quantidade de Couros Crus Inteiros de Bovinos de Origem Nacional

MÊS	2005 (mil)	2006 (mil)
JANEIRO	2.972	3.337
FEVEREIRO	2.737	3.060
MARÇO	3.042	3.605
ABRIL	3.217	3.194
MAIO	3.259	3.709
JUNHO	3.287	3.640
JULHO	3.388	3.555
AGOSTO	3.568	3.809
SETEMBRO	3.279	3.563
OUTUBRO	2.949	3.665
NOVEMBRO	3.202	3.641
DEZEMBRO	3.503	3.606
TOTAL	38.403	42.384

Fonte: IBGE, 2007.

Nota: São pesquisados apenas estabelecimentos que adquirem cinco mil ou mais unidades de couro cru de bovino no ano.

Analisando os dados da Tabela 20 e comparando-os com os da Tabela 21 observa-se que existe uma significativa sub notificação de abate de bovinos no país. No ano de 2005 adquiriram-se 37% mais couros inteiros do que a quantidade de bovinos abatidos. Em 2006, a condição repete-se com um percentual, inclusive, superior à média do ano anterior, 40%.

Como os dados estatísticos do IBGE (2007) apenas registram as informações dos estabelecimentos que adquirem cinco mil ou mais unidades de couro cru de bovino no ano e considerando a forma extensiva como ainda são criados bovinos em muitas regiões do país, para que se chegue a um número mais próximo da quantidade de bovinos abatidos no Brasil, é preciso que se analisem novos

parâmetros em relação aos até então comentados, tais como, a relação entre o quantitativo do rebanho e o número de cabeças abatidas por ano.

Conforme Gelson et al, apud ZIMMER e EUCLIDES FILHO (1997), no Brasil, a idade média de abate de bovinos gira em torno de quatro anos o que equivale, para o rebanho nacional, o abate de, aproximadamente, 52 milhões cabeças por ano. Considerando este dado, os números oficiais de abate de bovinos divulgados pelo IBGE deixaram de registrar, em 2005, aproximadamente, 24 milhões cabeças abatidas, para que se guarde a coerência do rebanho com a idade média de retirada dos animais dos pastos.

Considerando-se este último número, os registros oficiais de abate de bovinos no país mostrariam apenas 55% do que realmente deve estar sendo abatido. Como a produção de sebo depende diretamente da quantidade de animais abatidos e cresce à medida que as condições higiênico-sanitárias são efetivamente implantadas, tem-se no Brasil uma disponibilidade de sebo real que se pode estimar pela aplicação do rendimento médio ponderado de 23 kg por cabeça vezes a quantidade efetiva de animais abatidos.

Diante do exposto, chega-se a uma produção estimada de 1,2 milhão de toneladas no ano de 2005 caso todos os abates acontecessem sob as condições higiênicas existentes nos abates declarados. Este montante equivale a, aproximadamente, duas vezes a produção de sebo apurada no país. Os prováveis 50% que atualmente deixam de ser produzidos irão, possivelmente, ser industrializados assim que o preço desta matéria-prima evolua e desperte o interesse econômico dos agentes que atuam nas diversas etapas de produção do sebo bovino.

Considerando-se que o país tende a ocupar um dos três primeiros lugares da Tabela 19 (Nova Zelândia, Estados Unidos e Austrália), pode adotar-se o percentual de abate médio de 37% do rebanho por ano ou, em outras palavras, evoluir para que os animais cheguem à condição de abate com 2 anos e 8 meses, o que representaria um abate médio de anual de 76 milhões de cabeças de bovinos. Só com a aplicação deste fator, a produção brasileira de sebo atingirá 1,75 milhão de toneladas por ano. Convém ressaltar que este cálculo mantém o atual rendimento de 23 kg por cabeça e adota a hipótese de que o rebanho se estabilizaria em torno da quantidade atual, em um cenário de médio prazo.

Como a evolução acontece em vários aspectos, a tendência também seria de que o rendimento de sebo por cabeça alcançasse o valor médio dos países desenvolvidos: 66 kg por carcaça. Adotando-se este número, a produção nacional de sebo bovino chegaria ao montante de, aproximadamente, cinco milhões de toneladas de sebo por ano, em estimativa de longo prazo.

Este montante já apresenta um quantitativo de significativa relevância para o suprimento de biodiesel ao país. Retirando-se 20% deste valor para atender às demandas dos mercados tradicionais do sebo bovino, o restante seria suficiente para suprir toda a demanda nacional de um futuro B10 (óleo diesel com 10% de biodiesel), ainda sem previsão de entrada na matriz de combustíveis do país.

Não há dúvida, portanto, do extraordinário potencial do mercado brasileiro para a produção do biodiesel a partir do sebo bovino. O capítulo seguinte apresentará uma análise de tendência de preço do co-produto glicerina, fator relevante para cálculo da viabilidade econômica deste segmento.

5 A SUPER OFERTA DO CO-PRODUTO GLICERINA

Uma das preocupações do futuro do biodiesel é o receio de que o mercado de co-produtos fique saturado, sobretudo, no tocante à glicerina, seu co-produto mais valorizado.

Os estudos de viabilidade técnica e econômica para implantação de plantas para produção de biodiesel passam pela quantificação e pelo estabelecimento do preço de venda da glicerina. Seu preço, atualmente, corresponde a duas vezes o preço do biodiesel no mercado internacional, porém é preocupante sua tendência de queda.

Considerando que a glicerina é um produto consumido em pequena escala no mundo, um milhão de toneladas por ano (GLICERINE... 2004), existe uma expectativa generalizada de que os grandes volumes de biodiesel que serão produzidos nos diversos países levarão a uma super oferta de glicerina e os preços irão sofrer uma drástica redução nos próximos anos. Portanto, necessário faz-se que um estudo de tendência deste mercado seja realizado.

5.1. PRINCIPAIS USOS E APLICAÇÕES DA GLICERINA

A glicerina ou glicerol é um líquido incolor, inodoro, viscoso, higroscópico e não tóxico, que tem diversificado uso industrial. Tradicionalmente, é usada nas seguintes indústrias: cosméticos, tintas e resinas, borrachas e plásticos, explosivos, lâmpadas, fármacos, tabacos, alimentos e bebidas.

Além destes, novos usos estão surgindo para a glicerina e tendem a aumentar com a esperada redução dos seus preços. As novas aplicações incluem:

Poliglicerina - de acordo com a patente americana US-6.620.904, pode preparar-se poliglicerinas lineares em batelada a partir de glicerina e Ca(OH)_2 como catalisador. Poliglicerinas lineares são mais biodegradáveis e mais solúveis que as cíclicas. O produto da reação, depois de acabado, tem uso como aditivos para cosméticos e alimentos.

1,3 Propanodiol - produto com potencial para deslocar o etilenoglicol, visto que poderá substituir o polietileno tereftalato (PET) pelo polipropileno tereftalato (PTT), sendo que este novo polímero tem maior elasticidade. Pode ser preparado, de acordo com a patente americana US 5,254,467, a partir da glicerina bruta direta do processo de produção de biodiesel, diluída em meio aquoso para 10% a 15%, por rota microbiológica.

No Seminário “Co-Produtos do Biodiesel” (MOTA, PERES e RAMOS, 2005) foram apresentados estudos com as seguintes novas aplicações:

Utilização como aditivo em fluido de perfuração de poços de petróleo;

Plastificante para PVC e outros polímeros, como o amido e a celulose;

Produção de agentes anti-incrustantes para casco de navio;

Membranas trocadoras de prótons para aplicação em células de combustível;

Produção de energia e de biogás;

Como aditivos oxigenados para combustíveis em substituição ao MTBE – metil-tbutil- éter.

Apesar do amplo uso da glicerina as aplicações tradicionais mobilizam volumes geralmente pequenos. As novas aplicações, entretanto, sinalizam demandas individuais de maior volume, a exemplo de fluido de perfuração, substituição do MTBE e produção de energia, compatíveis com a prevista expansão da oferta.

5.2. MERCADO DA GLICERINA NO BRASIL

A capacidade instalada para produção de glicerina no país é de pouco mais de 30 mil toneladas por ano (ANUÁRIO..., 2004), sendo que a maior parte é produzida por saboarias. Na Tabela 22, são apresentadas as principais empresas produtoras de glicerina e suas capacidades instaladas, até 2003.

Tabela 22 - Capacidade Instalada de Produção de Glicerina

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE INSTALADA (t/ano)
UNILEVER	SÃO PAULO	10.800
FONTANA	RIO GRANDE DO SUL	6.000
BRASWEY (1)	SÃO PAULO	4.368
COLGATE-PALMOLIVE	SÃO PAULO	3.360
CERALIT	SÃO PAULO	2.000
CAMPINEIRA	SÃO PAULO	1.500
BRAIDO	SÃO PAULO	1.200
MEMPHIS	RIO GRANDE DO SUL	840
ESTEARINA	PARANÁ	500
MIRACENA-NUODEX	SÃO PAULO	120
BRASIL MARASCHIN	RIO GRANDE DO SUL	80
QUÍMICA AMPARO (1)	SÃO PAULO	N.D.
TOTAL		30.768

Notas: (1) Não informou dados de produção e vendas
 Fonte: ANUÁRIO..., 2004.

A produção nacional declarada é de 15.000 t/ano, para atender ao mercado interno e às exportações. Pequenas quantidades são importadas para aplicações especiais. Na Figura 8, é apresentada a participação dos principais segmentos, no mercado interno.

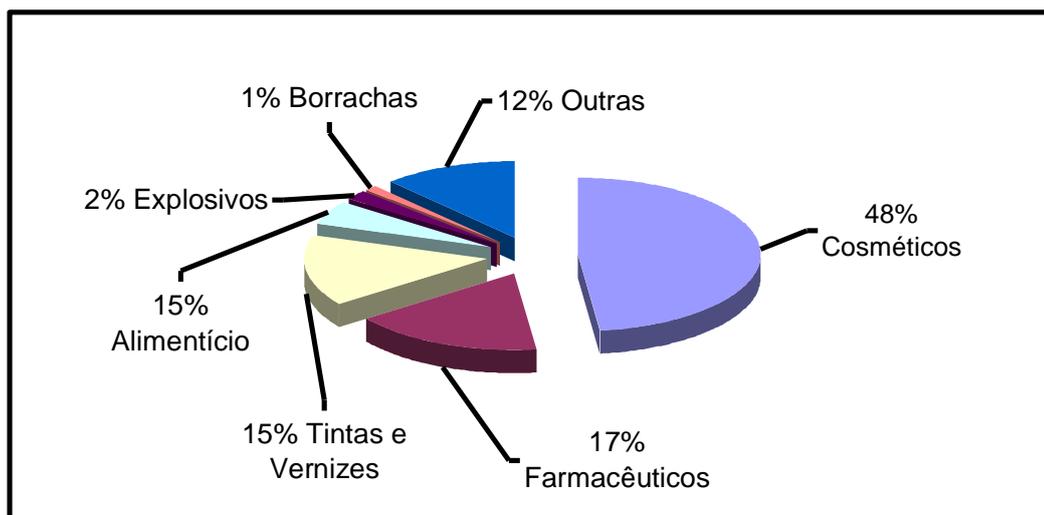


Figura 8 - Principais Aplicações das Vendas de Glicerina

Fonte: Anuário..., 2004.

O acréscimo da disponibilidade de glicerina no mercado brasileiro, com a implantação do B2, deverá ser da ordem de 80 mil t/ano e, com a obrigatoriedade do B5, em 2013, a previsão é de que esta produção aumente para 200 mil toneladas por ano.

5.3. MERCADO NORTE-AMERICANO DA GLICERINA

O mercado norte-americano de glicerina refinada é de 210.000 t/ano. A produção doméstica atende 70% da demanda, com uma capacidade instalada de 247.000 t/ano (GLICERINE... 2004). Na Tabela 23, são apresentados os principais produtores de glicerina dos EUA e suas capacidades instaladas, até 2002.

Tabela 23 - Produtores Norte-americanos de Glicerina

PRODUTOR	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE (mil t/ano)
PROCTER & GAMBLE	IVORYDALE, OH	68
DOW CHEMICAL (SINTÉTICA)	FREEPORT, TX	64
COGNIS	CINCINNATI, OH	30
UNIQEMA	CHICAGO, IL	16
CROMPTON	MENPHIS, TN	15
DIAL CORPORATION	MONTGOMERY, IL	14
LEVER	HAMMOND, IN	11
CROMPTON	MAPLETON, IL	9
COLGATE-PALMOLIVE	JEFFERSONVILLE, IN	9
TWIN RIVERS	PAINESVILLE, OH	7
AKZO NOBEL	MORRIS, IL	5
TOTAL		247

Fonte: NEXANT CHEMSYSTEM, 2003.

A Dow Chemical, segunda maior em capacidade de produção, utiliza a rota sintética, a partir do propileno, derivado de petróleo. As demais, obtêm a glicerina como um subproduto da produção de sabões, usando gordura animal e óleos vegetais como insumos.

A principal razão para a baixa utilização da capacidade instalada, decorre do aumento dos preços do propileno. Nesse contexto, tornou-se mais interessante para a Dow Química, converter o propileno em resina epoxy, com grande demanda na China por conta das obras de construção civil, do que em glicerina sintética.

Além disto, a transferência de inúmeros centros de produção de cosméticos, cigarros e produtos farmacêuticos para localizações geográficas com menores custos operacionais, a exemplo do México e da China, reduziu a demanda interna de glicerina.

O preço da glicerina refinada tem declinado desde 1995, conforme pode ser observado, na Figura 9, buscando a formação de um novo patamar de preços, ainda desconhecido.

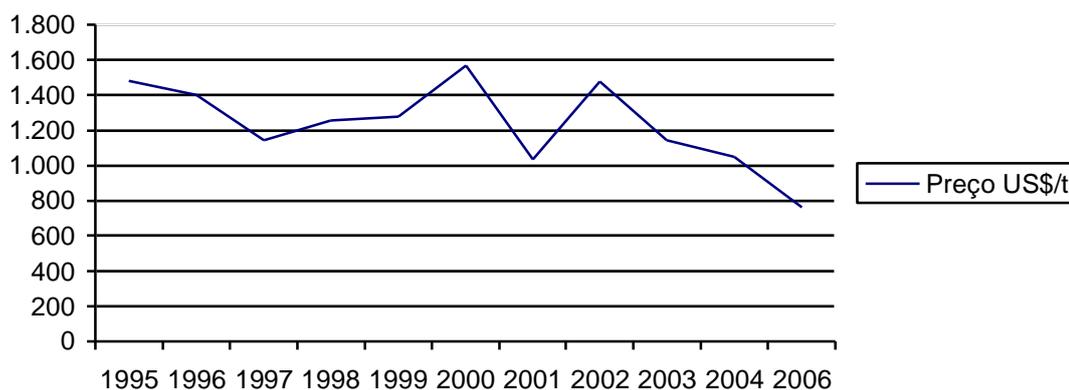


Figura 9 - Preço Spot da Glicerina Refinada no Mercado Norte-americano
 Fonte: HBI apud Glicerine... 2004.

Observa-se que a significativa redução do preço no mercado dos EUA, verificada em 2006, já reflete a pressão do aumento da oferta de glicerina pelos produtores de biodiesel, não se tratando de uma redução sazonal (CHEMICAL... 2006).

5.4. MERCADO EUROPEU DA GLICERINA

O mercado de glicerina refinada na Europa é estimado em 350.000 t/ano, totalmente suprido pela indústria local, com um pequeno excedente para exportação. Em 2003, as exportações para o mercado norte americano foram equivalentes a 10% do consumo interno europeu (GLICERINE... 2004).

Na Figura 10, é apresentada a evolução da produção de glicerina refinada na Europa, para o período 1994 a 2003.

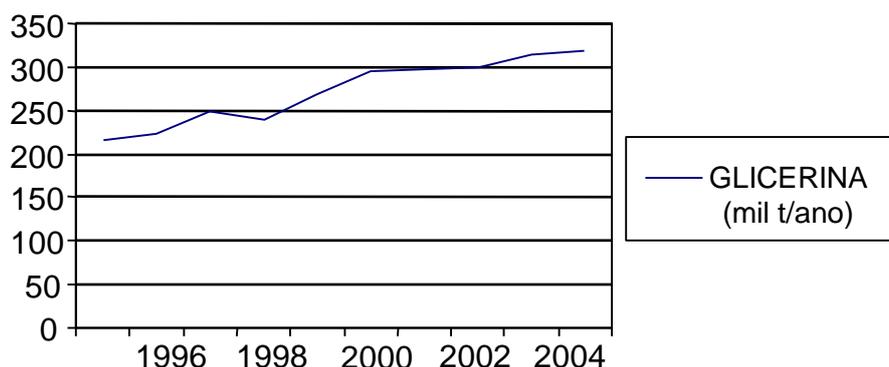


Figura 10: Produção Europeia de Glicerina Refinada.

Fonte: Glicerine..., 2004.

Grande parte da produção de glicerina refinada, na Europa, tem sido, tradicionalmente, por meio da purificação de glicerina crua de saponificação, importada da África e da Ásia. A partir de 1998, o incremento da produção já reflete a entrada no mercado europeu da glicerina derivada das plantas de biodiesel, principalmente, as da Alemanha.

A Figura 11 ilustra a tendência declinante dos preços da glicerina nos EUA e na Europa. Além da queda de preços observada, um novo fenômeno se apresenta, a partir de 2006, que é a redução do diferencial de preços entre os mercados norte americano e europeu, tradicionalmente em torno dos 200 US\$/t, a favor dos EUA. Pode creditar-se, a este último aspecto, a intensificação da produção do biodiesel nos EUA, a exemplo do que ocorre na Alemanha.

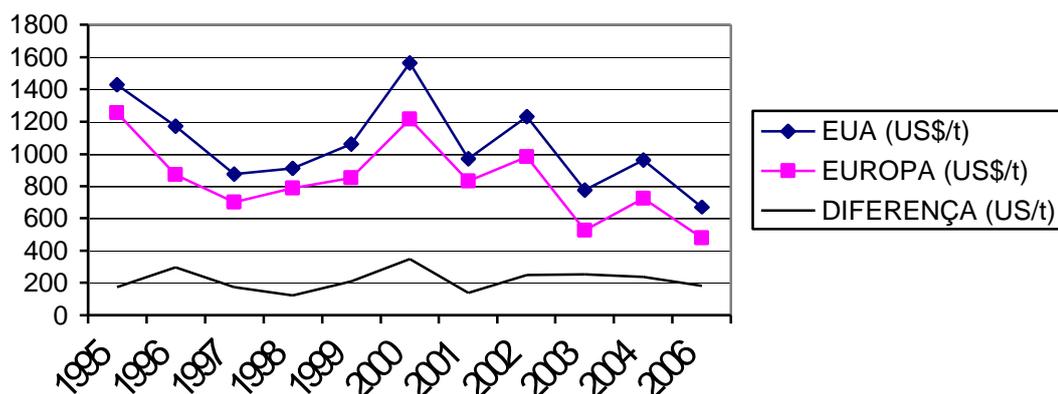


Figura 11: Comportamento dos Preços da Glicerina Refinada nos EUA e na Europa.

Fonte: HBI apud Glycerin..., 2006.

A pressão da oferta da glicerina derivada da produção industrial de biodiesel, que tem mantido os preços da glicerina crua abaixo de 600 US\$/ t no mercado europeu desde dezembro de 2003, tem ajudado a indústria de produção de sabões, que utilizam esta matéria-prima. Isto tem permitido também a entrada de pequenas empresas neste segmento, beneficiando-se do baixo custo deste insumo que, mais recentemente, vem sendo comercializado na bolsa de Roterdã entre 400 e 450 euros por tonelada (ICIS..., 2007).

5.5. TENDÊNCIAS DO MERCADO DE GLICERINA

A forte queda de preço observado no mercado americano já reflete a oferta incremental da glicerina derivada das plantas de biodiesel. Ao contrário da Europa, liderada pela Alemanha, que já vinha investindo em plantas de biodiesel e o mercado da glicerina já tinha sofrido uma boa parte dos seus efeitos, somente nos últimos dois anos, com os fortes incentivos financeiros do governo americano para o consumo de biodiesel, é que houve um grande incremento na produção americana do co-produto glicerina, com o impacto baixista no preço.

Acredita-se que o preço da glicerina continuará sendo determinado, em grande medida, pela indústria do biodiesel da Europa e dos EUA e, em menor

escala e no sentido inverso, pelo elevado preço do petróleo, à medida que se inviabiliza a produção da glicerina sintética, derivada do mesmo.

O cenário internacional observado, neste trabalho, sinaliza preços inferiores a US\$ 500 por tonelada para a glicerina refinada (99,5%) nos EUA a partir de 2008, enquanto que para o mercado europeu o preço da mesma glicerina deve situar-se em valores inferiores a US\$ 400 por tonelada. Naturalmente os produtores europeus tentarão exportar para o mercado americano o que provocará um novo nivelamento dos preços.

Depreende-se do apresentado que as análises de viabilidade econômica das plantas de biodiesel, não devem considerar futuros preços de venda do co-produto glicerina acima de 450 US\$/t, apesar do seu preço atual de mais de 700 US\$/t.

6 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DERIVADO DO SEBO BOVINO

O custo de produção do biodiesel é composto de três parcelas principais: custo da matéria-prima, custos de operação e manutenção (O&M) e custo do capital. O custo do capital é custo de oportunidade de alocação dos recursos para a produção de biodiesel versus a melhor aplicação possível para o mesmo capital, levando em conta os riscos de cada uma das alternativas. Os custos de O&M contemplam as parcelas de pessoal, produtos químicos, energia, utilidades, manutenção e serviços gerais.

O custo da matéria-prima é o principal componente de custo de uma planta industrial de biodiesel e, conforme pode ser observado, na Tabela 24, ele representa mais de 80% do custo total.

Em uma planta de biodiesel a partir do sebo bovino, para cada unidade de massa da matéria-prima obtém-se uma unidade de massa de biodiesel. O volume obtido de glicerina é, praticamente, equivalente ao volume do álcool incorporado ao processo.

Dados da Dedini Indústrias de Base indicam que o investimento para uma planta com capacidade de produção de 100 mil toneladas por ano de biodiesel, é de, aproximadamente, 30 milhões de reais. Este valor inclui os custos dos *off sites*: tanques de armazenamento, obras civis, utilidades, laboratório, sistema de segurança industrial e plataforma de carregamento, que equivalem a 1/3 do investimento total.

Na Tabela 24, são apresentados os custos variáveis por tonelada de biodiesel produzido, para uma planta de 100 mil t/ano biodiesel, com a tecnologia Dedini/Balestra, (Denini, 2005).

TABELA 24 - Custos Variáveis de Produção de Biodiesel

ELEMENTO DE CUSTO	CUSTO (R\$/t)
CUSTOS VARIÁVEIS	
• SEBO BOVINO	785,00
• METANOL	98,00
• PRODUTOS QUÍMICOS	68,00
• UTILIDADES	24,00
TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS	975,00

Fonte: Denini, 2005

Na Figura 12 é apresentado o comportamento dos preços do sebo elaborado a partir de dados da Dedini (2007) e da FRIMASA², para o mercado interno, e da Covec, Austrália, para o mercado externo.

² Entrevista com o proprietário, Sr. Reginaldo Filho em 18 fev. 2006.

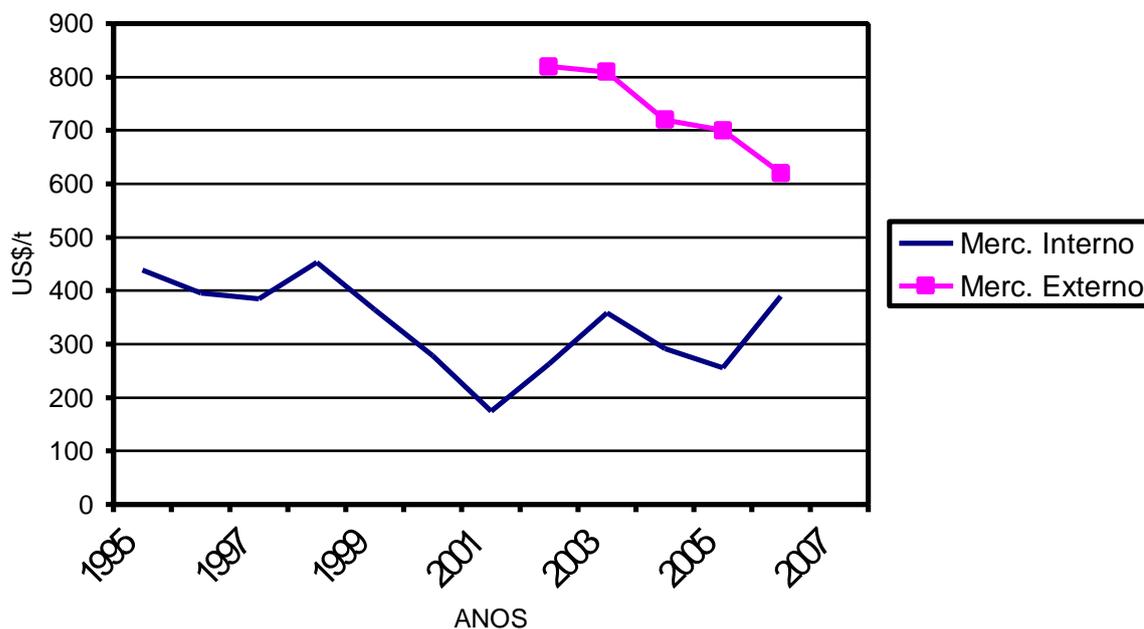


Figura 12 – Comportamento dos Preços do Sebo Bovino

Fonte: Dedini, 2007, FRIMASA, 2006 e Covec, 2006.

Na Tabela 25, são apresentados os custos fixos mensais de produção de biodiesel para uma planta com capacidade de produzir 100.000 t/ano.

Tabela 25 - Custos Fixos Mensais de Produção de Biodiesel

ELEMENTO DE CUSTO	CUSTO (1.000 R\$/mês)
CUSTOS FIXOS	
• DEPRECIÇÃO (10 ANOS)	250,00
• PESSOAL	120,00
• MANUTENÇÃO	50,00
• ADMINISTRAÇÃO E MARKETING	40,00
• JUROS SOBRE O CAPITAL	31,25
TOTAL DOS CUSTOS FIXOS	491,25

Fonte: Denini, 2005.

Para avaliação da rentabilidade do investimento, será adotada a premissa da planta operando com 80% da capacidade total, estando incluído neste fator a condição de parada da planta por 30 dias, a cada ano, para manutenção geral.

Considerando-se os custos variáveis apresentados, na Tabela 24, e os custos fixos mensais por unidade produzida, para uma produção média de 6.666 t/mês, chega-se ao custo de produção do biodiesel derivado do sebo bovino, conforme apresentado na Tabela 26.

Tabela 26 - Custo de Produção do Biodiesel

COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS	CUSTO (R\$/t)
CUSTOS VARIÁVEIS	975,00
CUSTOS FIXOS	74,00
CUSTO TOTAL SEM IMPOSTOS	1.049,00

Na Tabela 27, é apresentado o cálculo do custo total do biodiesel, por litro (densidade do biodiesel de sebo de 0,9 kg/l), considerando a incidência dos tributos federais e estaduais.

Tabela 27 - Cálculo do Custo Total do Biodiesel com Impostos

COMPONENTE	VALOR (R\$/l)
CUSTO DE PRODUÇÃO	0,94
IMPOSTOS:	
• PIS/PASEP/COFINS	0,22
CUSTO TOTAL	1,16

Dado que o processo de produção do biodiesel gera como co-produto a glicerina, na proporção de 10% em relação ao volume do éster produzido, tem-se a considerar a receita proveniente da venda da glicerina.

A cotação da glicerina, no mercado internacional, tem decrescido à medida em que entram em operação novas plantas de biodiesel. Tomando como referência

o comportamento dos preços nos mercados europeu e americano que caíram 19% e 27%, respectivamente, nos últimos dois anos, os preços no mercado brasileiro seguirão as mesmas tendências, à medida que os novos investimentos em plantas de biodiesel comecem a colocar no mercado sua produção de glicerina.

Em face do exposto, será adotado o preço de venda da glicerina refinada, com grau de pureza de 99,5%, de R\$ 900,00 por tonelada, que servirá de base para cálculo da receita proveniente da produção de glicerina na análise de viabilidade econômica do investimento.

No caso em análise, tem-se a produção de 8.000 t/ano de glicerina, gerando uma receita de 7,2 milhões por ano ou R\$ 90,00 por tonelada de biodiesel produzido, o que equivale a R\$ 0,10 por litro de biodiesel.

Na Tabela 28, é apresentada a estimativa da margem líquida por litro de biodiesel produzido, deduzindo-se a provisão para imposto de renda e tomando-se como preço de venda do biodiesel, o preço de realização do óleo diesel, com os tributos federais, na REDUC (Petrobras, 2007). Para o caso do sebo bovino ainda não é possível utilizar-se de o preço de venda do biodiesel nos leilões da ANP, em virtude desta matéria prima não estar contemplada entre as incentivadas pelo governo federal.

Tabela 28 – Estimativa da Margem Líquida do Biodiesel

COMPONENTE	VALOR (R\$/l)
RECEITAS:	
• VENDA DO BIODIESEL	1,36
• VENDA DA GLICERINA	0,10
RECEITA TOTAL DA PLANTA	1,46
CUSTO TOTAL	(1,16)
MARGEM BRUTA	0,30
PROVISÃO PARA IR (25%)	(0,07)
MARGEM LÍQUIDA	0,23

Considerando os valores apresentados para uma planta produzindo 80 mil t/ano de biodiesel utilizando o sebo bovino como matéria-prima, obtém-se um fluxo de caixa líquido de R\$ 20,4 milhões por ano, o que retorna o capital investido em 18 meses, sinalizando uma excelente oportunidade de negócio.

No caso do sebo bovino como matéria-prima para produção do biodiesel, a principal incerteza reside na dificuldade de coleta de grandes volumes para processamento contínuo. Em função disto, apenas os frigoríficos de grande porte, com elevada produção própria de sebo, têm investido em plantas de biodiesel para processamento desta matéria-prima como principal fonte de suprimento.

O ponto de equilíbrio, *break-even-point*, para produção de biodiesel a partir do sebo bovino, quando comparado com o preço de realização do óleo diesel ex-refinaria (REDUC), com os tributos federais (PIS/PASEP e COFINS), ocorre para preços do sebo em torno de R\$ 1.003,00 por tonelada. Esta situação pode acontecer em um cenário de curto prazo, dado o interesse que esta rota de produção tem despertado, bem como o elevado tempo de resposta para aumento da oferta, demandado por um setor produtivo pouco estruturado, como, ainda, é o caso do segmento de sebo bovino, no Brasil.

As importantes externalidades ambientais e sociais, demonstradas no capítulo 2, desta dissertação, sinalizam a necessidade de inclusão desta rota de produção de combustível renovável, entre as que devem receber incentivos fiscais por meio do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

7 CONCLUSÕES

O sebo bovino constitui-se uma alternativa efetiva para a produção de biodiesel, pela disponibilidade crescente desta matéria-prima, dado que o Brasil já ocupa a primeira posição mundial entre os países exportadores de carne bovina, mesmo antes de atingir os promissores mercados norte-americano e japonês. Além disso, os pontos de oferta do sebo estão próximos aos grandes centros urbanos demandadores de diesel, os preços desta matéria-prima no mercado interno são altamente favoráveis para produção do biodiesel e as características técnicas do metil éster derivado do sebo bovino (MESB), apresentam importantes vantagens quando comparadas com as do óleo diesel.

Na Tabela 29, são apresentadas as vantagens e desvantagens do MESB em comparação com o óleo diesel.

Tabela 29 – Comparação do MESB com o Óleo Diesel

CARACTERÍSTICA	ÓLEO DIESEL 1	METIL ÉSTER DE SEBO 2	EFEITO
NÚMERO DE CETANO	42 (min)	61	MAIOR POTÊNCIA
PONTO DE FULGOR, °C	38 (min)	117	MAIOR SEGURANÇA
LUBRICIDADE BOCLE, g (2)	4 200	7 000	MENOR DESGASTE
ENXOFRE TOTAL, Mg/kg	500	~ 0	MENOR POLUIÇÃO
PONTO DE ENTUPIIMENTO, °C	0 a 12 (máx)	14	ENTUPIIMENTO DE CONDUTOS
VISCOSIDADE cSt a 40°C	2 a 5	5	ATOMIZAÇÃO DEFICIENTE

Fontes: 1. Brasil, 2006. 2. Graboski, 1998.

O MESB apresenta vantagens comparativas para produção de biodiesel, por meio de misturas (*blends*) com ésteres derivados de outras matérias-primas, de forma complementar e sinérgica. Várias combinações se descortinam, viabilizando neutralizar pontos fracos de um determinado metil éster, com pontos fortes de outro, em proporções a serem pesquisadas.

Para que estas vantagens se consolidem, necessário faz-se que a qualidade do sebo bovino seja regulada, possibilitando maior eficiência do processo produtivo e o atendimento a requisitos essenciais como baixos teores de ácidos graxos livres e de água contida. Neste trabalho, ficou demonstrada a condição sinérgica negativa destes dois contaminantes, quando ocorrem de forma simultânea no processo de transesterificação, reduzindo, significativamente, o rendimento das reações químicas.

A produção do biodiesel a partir da transesterificação do sebo bovino, também apresenta, sob o aspecto da conservação de energia, uma relação fortemente favorável para esta atividade produtiva. O processo tem uma relação de ganho energético de 3,07, o que indica que a energia contida no produto acabado, é três vezes maior que a requerida ao longo do processo de transformação do sebo em biodiesel.

Na medida em que o País consiga avançar no abate legalizado de bovinos, reduzindo impostos e barreiras burocráticas, que afastam os micros e pequenos produtores das estatísticas oficiais de produção agropecuária, haverá um aumento na produção do sebo bovino, estimulado por três fatores principais, apresentados a seguir:

Melhor vigilância sanitária, inibindo o descarte de resíduos gordurosos dos frigoríficos e abatedouros para o meio ambiente;

A nova atividade de transformação do sebo bovino em biodiesel exercerá uma pressão de demanda sobre esta matéria-prima, com a conseqüente elevação do preço do sebo;

O maior valor do sebo, estimulará novos investimentos em sistemas de coleta e de processamento dos resíduos, para produção do sebo bovino.

Este movimento criará estímulos para que os frigoríficos e abatedouros verticalizem seus negócios, na direção da produção e comercialização da bioenergia.

Transformar o sebo bovino em biodiesel é realizar um benefício ambiental de duplo alcance. Ao evitar o descarte do sebo para o meio ambiente, previne-se que o metano, que será gerado, inevitavelmente, na decomposição deste componente orgânico, polua a atmosfera. O metano é 21 vezes mais impactante para o aquecimento global do que o CO₂.

Por outro lado, ao substituir o óleo diesel queimado nos veículos, reduzem-se em 66% as emissões de hidrocarbonetos, em 47% as emissões de monóxido de carbono e, também, em 47% as emissões de materiais particulados. Além disso, as emissões de dióxido de carbono são neutralizadas pelo processo de renovação do biocombustível.

Havendo foco do governo para intensificar a substituição do óleo diesel pelo biodiesel nos grandes centros urbanos, os benefícios decorrentes das menores emissões de gases poluentes, irão repercutir de forma mais perceptível na saúde pública, melhorando a qualidade de vida das pessoas nas grandes cidades e contribuindo para desafogar os hospitais e centros de saúde.

A produção do biodiesel a partir do sebo bovino tem potencial para tornar-se um fator de desenvolvimento social em todo o país, principalmente para a população rural, em face da extensão da atividade agropecuária e da atratividade econômica do negócio.

A rentabilidade demonstrada, neste trabalho, indica o retorno do investimento em plantas de produção de biodiesel a partir do sebo bovino, em menos de dois anos, o que coloca esta alternativa de negócio entre as boas opções de investimento. Para efeito de comparação dentro do segmento de energias renováveis, o tempo de retorno de um investimento, equivalente, em PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas), é calculado em seis anos (ANDRADE, 2006).

Preocupa, entretanto, a sensibilidade ao preço da matéria-prima nesta atividade produtiva. Caso o sebo bovino ultrapasse o preço de R\$ 1.003,00 por tonelada, fica inviável a atividade de produção de biodiesel por esta rota.

A regulação brasileira do biodiesel, construída a partir da experiência internacional, com forte influência da legislação alemã, apresenta uma estrutura bem formatada e vem conseguindo mobilizar o empresariado nacional para investimentos

no setor. Com o objetivo de contribuir para a sua melhoria, algumas considerações serão abordadas nos parágrafos seguintes.

O biodiesel na sua condição mais incentivada, com a participação da agricultura familiar, produzido com matéria-prima das regiões mais carentes do país (norte, nordeste e semi-árido) e com as oleaginosas definidas pelo governo federal (mamona ou palma), tem incentivos federais que representam um diferencial de preço de R\$ 0,218 por litro em relação ao preço do óleo diesel, aproximadamente, US\$ 0,10 por litro, que é 60% inferior ao incentivo concedido pelo governo dos EUA aos pequenos produtores rurais de biodiesel, por exemplo.

Em função das externalidades positivas nos aspectos sociais e ambientais demonstradas, justifica-se a inclusão do sebo bovino entre as matérias-primas incentivadas através do PNPB, como forma de estimular os empreendedores nesta nova atividade econômica.

A legislação apresenta uma definição dúbia em relação à responsabilidade pela mistura do biodiesel ao óleo diesel. A Resolução ANP nº 42/2004, estabelece que somente os distribuidores de combustíveis líquidos e as refinarias, autorizados pela ANP, poderão proceder à mistura do biodiesel com o óleo diesel (BRASIL, 2004). Como se trata de um investimento em instalações industriais (com a montagem de tanques, bombas, misturadores, medidores, sistemas de controle, sistema de proteção contra incêndio etc) e a resolução não determina qual agente deva arcar com estes custos, nenhuma das partes se sentem com a obrigação e o objetivo da regulação não é alcançado.

Outra lacuna na regulação diz respeito ao percentual máximo de biodiesel que vigorará a partir de 2008, uma vez que a Lei nº 11.097/2005 determina, apenas, o valor mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado, em qualquer parte do território nacional, de 2% em volume (BRASIL, 2005).

Permanecendo o acima exposto, o País pode conviver com teores elevados de biodiesel no óleo diesel, em regiões com maior disponibilidade de biodiesel, sem que a frota nacional de veículos diesel esteja adequada para o uso de misturas com estes elevados teores.

Numa estimativa que considera o percentual de sebo bovino já utilizado para produção de combustível, principalmente queima em caldeiras, e os investimentos

em curso para produção de biodiesel, estima-se que 25% da produção atual de sebo poderão ser deslocados para produzir biodiesel, o que corresponderia a 160 milhões de litros por ano e atenderia, aproximadamente, a 20% da demanda mínima obrigatória de biodiesel para 2008.

À medida que a pecuária de corte alcance os índices de produtividade dos líderes mundiais do segmento (EUA, Austrália e Nova Zelândia), a disponibilidade de sebo bovino pode atingir o montante de 1,2 milhão de t/ano a 1,75 milhão de t/ano, no médio prazo e até cinco milhões de toneladas por ano no longo prazo.

Havendo estímulo governamental à pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para esta nova atividade, com foco nos médio e longo prazos, o potencial de produção de biodiesel a partir do sebo bovino, será suficiente para substituir 10% de todo o óleo diesel consumido no Brasil, com ganhos sociais, ambientais, energéticos e econômicos, conforme demonstrados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABOISSA óleo vegetais - sebo bovino. Disponível em: <
<http://www.aboissa.com.br/sebo/index.htm>> Acesso em: 10 jul. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Importações e Exportações (metros cúbicos). Disponível em: <
http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Importacoes_e_Exportacoes_m3.xls>. Acesso em: 20 maio 2007.

ANDRADE, José S. Oliveira. Pequenas Centrais Hidrelétricas: Análise das Causas que Impedem a Rápida Implantação do Programa de PCH no Brasil. Unifacs. Salvador, 2006.

ANP concede autorização a mais um produtor de biodiesel. A Tarde, Salvador, 30 jul. 2005. Disponível em: <
<http://www3.atarde.com.br/economia/interna.jsp?xsl=noticia.xsl&xml=NOTICIA/2005/07/30/829949.xml>>. Acesso em: 30 jan 2006.

ANUALPEC 2006 : Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006.

ANUÁRIO da Indústria Química Brasileira. São Paulo: ABIQUIM, 2004.

ARGENTINA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Censo Nacional Agropecuario 2002. Disponível em: <
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>> Acesso em: 10 mar. 2007.

ARGENTINA. Secretaria de Energia. Balance Energético Nacional: serie 1960-2005. Nov. 2006. Disponível em: <
http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_energeticos2005/BEN%202005%20nov%2006.pdf> Acesso em: 10 mar. 2007.

AUSTRALIA. Environment and Natural Resources Committee. [Report on the] Inquiry into the production and/or use of biofuels in Victoria. Victoria, 2006. Disponível em: <
http://www.parliament.vic.gov.au/enrc/inquiries/biofuels/Biofuels_Inquiry_report.pdf> Acesso em: 20 fev. 2007.

ÁUSTRIA. Biofuels in the transport sector in Austria in 2006: summary of the data for the Republic of Austria pursuant to article 4 (1) of Directive 2003/30/EC for the reporting year 2005. Vienna: 2006. Disponível em: <
http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_at_report_en.pdf> Acesso em: 24 fev. 2007.

BANKÚTI, Ferenc Istvan; AZEVEDO, Paulo Furquim de. Abates clandestinos de bovinos: uma análise das características do ambiente institucional. USP, 2002. 9p.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2004, Santos, SP. Anais... Campinas: FACTA, 2004. v.1, p.79-102.

BIODIESEL Dedini: combustível verde e amarelo. Disponível em:
<<http://www.dedini.com.br/pdf/biodiesel.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2007.

BIODIESEL Petrobrás : a energia que se planta. Disponível em: <
<http://www2.petrobras.com.br/minisite/biodieselb5/clipping.asp?pinicio=clipping#>>
Acesso em: 20 maio 2007. (verificar quais notícias apresentavam aqueles dados).

BRASIL ecodiesel. Disponível em: <<http://www.brasilecodiesel.com.br/ri/index.htm>>
Acesso em: 11 mar. 2007.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Resolução n. 15, de 17 de julho de 2006. Estabelece as especificações de óleo diesel e mistura óleo diesel/biodiesel – B2 de uso rodoviário, para comercialização em todo o território nacional, e define obrigações dos agentes econômicos sobre o controle da qualidade do produto. Diário Oficial da União [da] República do Brasil, Brasília, DF, 19 jul. 2006. Disponível em: < <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Resolução n. 37, de 22 de dezembro de 2005. Diário Oficial da União [da] República do Brasil, Brasília, DF, 23 dez. 2005d. Disponível em: < <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Resolução n. 42, de 23 de novembro de 2004. Diário Oficial da União [da] República do Brasil, Brasília, DF, 24 nov. 2004. Disponível em: <<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

BRASIL. Decreto de 23 de dezembro de 2003. Institui a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 24 dez. 2003a. Disponível em: <
http://www.biodiesel.gov.br/docs/Decreto_Casa_Civil_23.12.03.pdf>. Acesso em: 20 maio 2007.

BRASIL. Decreto nº 30.691, de 29 de mar. de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial [da]

República Federativa do Brasil. Rio de Janeiro, RJ, 07 jul. 1952. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=14974>>. Acesso em: 26 ago. 2006

BRASIL. Decreto nº 4,873, de 11 de novembro de 2003. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS" e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 12 dez. 2003c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4873.htm>. Acesso em: 20 maio 2007.

BRASIL. Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004. Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 07 dez. 2004b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5297.htm>. Acesso em: 20 maio 2007.

BRASIL. Decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005. Regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 21 maio 2005b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5448.htm>. Acesso em: 20 maio 2007.

Brasil. Diário Oficial da União. Resolução n. 03, de 23 de setembro de 2005. Reduz o prazo de que trata o § 1º do art. 2º da Lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005 e dá outras providências. Capturado em 29 de set. de 2005. Disponível em www.biodieselbrasil.com.br.

BRASIL. Instrução nº 15, de 29 de outubro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos que Processam Resíduos de Animais Destinados à Alimentação Animal, o Modelo de Documento Comercial e o Roteiro de Inspeção das Boas Práticas de Fabricação. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 30 out. 2003d. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=14974>>. Acesso em: 26 ago. 2006

BRASIL. Lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 14 jan. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 20 maio 2007.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Portaria MCT n. 702, de 30 de outubro de 2002. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 31 out. 2002. Disponível em: <http://ftp.mct.gov.br/legis/portarias/702_2002.htm>. Acesso em: 20 maio 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Cartilha Biodiesel: o novo combustível do Brasil. Brasília, 2004, 7p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Relatório final do grupo de trabalho interministerial Encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia. Brasília, 2003b. 15 p.

BRASIL. Presidência da República - Núcleo de Assuntos Estratégicos. Biocombustíveis. Caderno NAE, Brasília, n. 2, jul. 2004. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cadernos_NAE_v.2.pdf> Acesso em: 10 jul. 2005.

CALDEIRA, Alexandre; MOTA, Cláudio. Reações de conversão de glicerina a intermediários petroquímicos. In: REUNIÃO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, Rio de Janeiro, 2005. [Anais eletrônicos...] Rio de Janeiro : MCT, 2005. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/1>>. Acesso em: 17 jul. 2005.

CANADÁ. Natural Resources Minister [Report on the] \$2 billion ecoENERGY Initiatives to help reduce smog and greenhouse gases. Cambridge, 2007. Disponível: <http://news.gc.ca/web/view/en/index.jsp?articleid=269699&keyword=ecoenergy&keyword=ecoenergy>; Acesso em: 20 fev. 2007.

CARNEIRO, Roberto A. Fortuna. A produção de biodiesel na Bahia. Conjuntura e Planejamento. Salvador, n.112, p.35-43, set. 2003

CHEMICAL prices and chemical industry trends from ICIS pricing. Disponível em: <<http://www.icisl.com>> Acesso em: 20 set. 2006.

CLEAN AIR INITIATIVE. Biodiesel in Germany - Institutional set-up and funding. Disponível em: < <http://www.cleanairnet.org/infopool/1411/propertyvalue-19517.html> > Acesso em: 02 ago.2007.

CLEMENTS, F. Ma, L. D.; HANNA, M. A. The effects of catalyst, free fatty acids and water on transesterification of beef tallow. Transactions of the ASAE, v. 41, n. 5, p. 1261-1264, 1998.

COVEC. Enabling biofuels: biofuel economics – final report. Auckland, NZ, Jun. 2006. 76 p.

CZECH REPUBLIC. Report for the European Commission on the implementation of European Parliament and Council Directive 2003/30/EC of 8 May 2003. 2003. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2003_30_cs_report_en.pdf> Acesso em: 20 fev,2007.

CZECH REPUBLIC. Report for the European Commission on the implementation of Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003. 2005. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2005_rapport_s/2003_30_cs_report_en.pdf> Acesso em: 20 fev. 2007.

D'ARCE, Marisa A. B. Regitano. Grãos e óleos vegetais: matérias-primas. São Paulo: USP, 2003. 18 p.

DEDINI S/A Indústrias de base. Disponível em: < <http://www.dedini.com.br>> Acesso em: 10 mar. 2007.

DELLA LATTA, Bruno. O alvo agora são os americanos. Exame, ed. 0850, 11 set. 2005. Disponível em: http://portalexame.abril.com.br/degustacao/secure/degustacao.do?COD_SITE=35&COD_RECURSO=211&URL_RETORNO=http://portalexame.abril.uol.com.br/revista/exame/edicoes/0849/economia/m0080058.html. Acesso em: 20 set. 2006.

DIRECTIVA 2003/30/Ce do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio de 2003 relativa à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes. Jornal Oficial da União Européia, PT, 17 maio 2003. Disponível em: <http://europa.eu.int/eurex/pri/pt/oj/dat/2003/l_123/l_12320030517pt00420046.pdf> Acesso em: 02 fev. 2007.

EUROPEAN BIODIESEL BOARD. Statistics – The EU biodiesel industry. Disponível em: <<http://www.ebb-eu.org/stats.php>> Acesso em: 18 fev. 2007.

EUROPEAN COMMISSION – ENERGY. Member States Reports in the frame of Directive 2003/30EC : reports 2006 – Italy. 2006. Disponível em: < http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_it_report_en.pdf> Acesso em: 18 fev. 2007.

FASONLINE. Tallow and grease production. Foreign Agricultural Service, 16 dez. 2003. Disponível em: < <http://www.fas.usda.gov/dlp2/circular/1997/97-03/tallprod.htm>> Acesso em: 10 mar. 2007.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO . Estudo do mercado de óleos de origem vegetal e animal no Brasil. [S.l.], 2003.

FRANCE. Note des autorités françaises - rapport 2005 de la France (prévu dans le cadre de la directive 2003/30/CE). 2006. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_fr_report_fr.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2007.

FREEDMAN, B.; PRYDE, E. H.; MOUNTS, T. L. Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, Heidelberg, v. 61, nº10, oct. 1984. Disponível em: < <http://www.springerlink.com/content/j51u664727t523h3/>> Acesso em: 20 fev. 2007.

FRIGORÍFICO Margem, Disponível em: <http://margem.com.br/margem_pt/> Acesso em: 27 ago. 2006.

GLICERINE Market Report. Oleoline.com, France, ed. 65, jun. 2004, 24 p.

GLYCERIN price report. 2006. Disponível em: <http://www.icispricing.com/il_shared/Chemicals/SubPage506.asp> Acesso em: 01 maio 2007.

GOV-CN – The Central People Government of the People's Republic of China. Disponível em: < <http://english.gov.cn> > Acesso em: 26 fev. 2007.

GRABOSKI, Michael S.; McCORMICK, Robert L., Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines. Progress in Energy and Combustion Science, v.24, n.2, p. 125-164, 1998.

GRUPO Bertin. Disponível em: <<http://www.bertin.com>>. Acesso em: 05 ago. 2006.

INDIA. Planning Commission 10th Five Year Plan (2002-2007). New Delhi, 2002. Disponível em: < <http://planningcommission.nic.in/plans/planrel/fiveyr/welcome.html> > Acesso em: 03 mar. 2007.

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>> Acesso em: 07 jan. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Trimestral de Abate de Animais. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/default.shtm>> Acesso em: 20 maio 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Pecuária Municipal. 2005. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2005/default.shtm> > Acesso em: 28 jul. 2005.

ICIS Pricing. Report Glycerine (Europe). 2007. Disponível em < http://www.icispricing.com/il_shared/Samples/SubPage99.asp > Acesso em: 08 ago. 2007.

JUDD, Barry. Biodiesel from Tallow. Nov., 2002. 43f. Prepared for: Energy Efficiency and Conservation Authority. Disponível em: <<http://www.eeca.govt.nz/eeca-library/renewable-energy/biofuels/report/biodiesel-from-tallow-report-02.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2007.

KNOTHE, Gerhard; GERPEN, Jon Van; KRAL, Junger; RAMOS, Luiz Pereira. Manual de Biodiesel. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006. 340p,

KOJIMA, Masami; JOHNSON Todd. Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries. Disponível em: < <http://www.esmap.org/filez/pubs/31205BiofuelsforWeb.pdf> >. Acesso em: 16 fev. 2007.

KALAM, APJ Abdul. Bio-diesel mission. In: CONFERENCE TOWARDS ENERGY INDEPENDENCE AT RAHSTRPATI NILAYAM, HYDERABAD, 2006. Address at the inauguration of bio-diesel... Hyderabad, 2006. Disponível em: <<http://presidentofindia.nic.in/scripts/eventslatest1.jsp?id=1235>>. Acesso em: 03 mar. 2007.

MOTA, Claudio J. A.; CAJAÍBA, João; CALDEIRA, Alexandre. Biogásolina: uma alternativa para o aproveitamento da glicerina. In: REUNIÃO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, Rio de Janeiro, 2005. [Anais eletrônicos...] Rio de Janeiro : MCT, 2005. Disponível em: <

http://www.biodiesel.gov.br/docs/05_claudiomotaglicerina.ppt>. Acesso em: 17 jul. 2005.

MOTA, Cláudio J. A.; PERES, Sérgio; RAMOS, Luiz Pereira. Seminário co-produtos do biodiesel [resumo]. 02 jun. 2005. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/resumo.PDF>>. Acesso em: 26 set. 2006.

MPOB - Malasian Pal Oil Board. Disponível em: <<http://www.mpob.gov.my/>> Acesso em: 18 fev. 2007.

NABETANI, Hiroshi; NAKAJIMA, Mitsutoshi ; IWAMOTO, Satoshi. Current research on biodiesel fuel in Japan. Tsukuba, JP: National Food Research Institute, 2005

NAPPO, Márcio. Biodiesel no Brasil: a visão da indústria de óleos vegetais. FÓRUM DE DEBATES SOBRE QUALIDADE E USO DE COMBUSTÍVEIS, 6, São Paulo, 2006. [Palestra]. São Paulo: ABIOVE, 2006. Disponível em: www.abiove.com.br. Acesso em 17/07/2005.

NATIONAL REPORT ON THE IMPLEMENTATION OF DIRECTIVE 2003/30/EC OF 8 MAY 2003 ON THE PROMOTION OF THE USE OF BIOFUELS OR OTHER RENEWABLE FUELS FOR TRANSPORT for 2005, 3., [Germany], 2006. Preliminary comments. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/biofuels_members_states_en.htm> Acesso em: 16 fev. 2007.

NELSON, Richard G., SCHROCK, Mark D. Energetic and economic feasibility associated with the production, processing, and conversion of beef tallow to a substitute diesel fuel. 1993. Disponível em: <http://www.nbb.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/19940101_gen-261.pdf> Acesso em: 29 jul.2007.

NEVES, Lincoln de Camargo. Apresentação biodiesel - novas aplicações. São Paulo: Westfalia Separator do Brasil, Divisão Óleos Vegetais, [s.d], 16 p.

O'DONNELL, Vince; DICKSON, Andrew; WOOD, Anton. Sheep industry outlook to 2010-11: both wool and meat production critical to the industry's future. Australian Commodities, v. 13, n. 1, mar. quarter, 2006. Disponível em: <http://www.abareconomics.com/publications_html/ac/ac_06/livestock.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2007.

OLIVEIRA, Ana Cristina. MP analisa a interdição do matadouro de Ilhéus. A Tarde, Salvador, 25 mar. 2007. Caderno Meio ambiente, p. 16.

PARENTE, Expedito José de Sá. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza, 2003. Disponível em: <<http://www.tecbio.com.br/artigos/Livro-Biodiesel.pdf>> Acesso em: 12 jul. 2005.

PARTENAIRES Diester. Disponível em: <<http://www.partenaires-diester.com/>>. Acesso em: 04 fev. 2007.

PETERSON, Charles L. Introduction to biodiesel. Idaho, USA : University of Idaho, [2007].

PETROBRAS. Carlos Nagib Khalil. Process for Producing Biodiesel Fuel Using Triglyceride-Rich Oleaginous Seed Directly in a Transesterification Reaction in the Presence of an Alkaline Alkoxide Catalyst. US 7,112,229 B2, 20 jan. 2005. Disponível em: <<http://www.uspto.gov/main/sitesearch.htm>> Acesso em: 20 fev. 2007.

PETROBRAS. Composição de preços do óleo diesel. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/portal/frame.asp?pagina=/produtos_servicos/port/Composicao.asp> Acesso em: 10 mar. 2007.

POLAND. Report to the European Commission for 2005 under Article 4 (1) of Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. 2006. Disponível em: < http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_pl_report_en.pdf> Acesso em: 20 fev. 2007.

PORTUGAL. Third national report in the promotion of the use of the biofuels or other renewable fuels for transport in Portugal – Directive 2003/30/EC: (2005). 2006. Disponível em: < http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_pt_report_en.pdf> Acesso em: 20 fev. 2007.

PORTUGAL. 4º relatório nacional relativo à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes em Portugal - Directiva 2003/30/CE (2006). 2006. Disponível em: < http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2007_rapports/2003_30_pt_report_pt.pdf > Acesso em: 31 jul. 2007.

QUINTÃO, Chiara. Biodiesel pode ser compulsório já neste ano. Gazeta Mercantil, São Paulo, 24 ago. 2005, Finanças e Mercados, p. A-1.

REDE Baiana de biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br/>> Acesso em: 01 mar. 2007.

SEBRAE. Biodiesel. Cartilha de informações sobre o biodiesel. Disponível em: < http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha_Sebrae.pdf> Acesso em: 25 fev. 2007.

SINICO, Sean. Germany Phasing Out Price Protection for Biodiesel. 2007. Disponível em: < <http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,2116260,00.html>> Acessado em 02 ago.2007.

SPAIN. Report by the directorate-general for energy police and mines regarding article 4 (1) of Directive 2003/30/EC of 8 may 2003 on the promotion of the use of biofuels for transport: data for 2005. 2006. Disponível em: < http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_es_report_en.pdf> Acesso em: 19 fev. 2007.

STATISTICS New Zealand. Table builder. Disponível em: <<http://www.stats.govt.nz/products-and-services/table-builder/default.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2007.

TAX incentives. Disponível em: <http://www.biodiesel.org/news/taxincentive/> , acessado em 20/02/2007.

UNIÓN EUROPEA. Memo/07/7 - Una política energética para Europa: la Comisión da un paso más para afrontar los retos energéticos del siglo XXI. Bruselas, 10 ene. 2007. Disponível em: <<http://europa.eu/rapid/searchResultAction.do?search=OK&query=ENER&username=PROF&advanced=0&guiLanguage=en>> Acesso em: 16 fev. 2007.

UNITED KINGDOM. Department of Transport. Renewable transport fuel obligation (RTFO) feasibility report. [2005]. Disponível em: <<http://www.dft.gov.uk/pgr/roads/environment/rtfo/sectrfoprodocs/renewabletransportfuelobliga3849>> Acesso em: 19 fev. 2007.

UNITED KINGDOM. UK report to European Commission: article 4 of the Biofuels Directive (2003/30/EC). 2006. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/member_states/2006_rapports/2003_30_uk_report_en.pdf> Acesso em: 19 fev. 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov>> Acesso em: 26 fev. 2007.

UNITED STATES OF AMERICA. Energy Policy Act of 2005, Public Law 109-58—AUG. 8, 2005, [Washington]: Congress, 2005.

UNITED STATES OF THE AMERICA. Department of Energy. Multi Year Program Plan: 2007 – 2012. 31 aug. 2005. Disponível em: <<http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/mypp.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2007.

UNITED STATES OF THE AMERICA. Commercial Biodiesel Production Plants. 2007. Disponível em: <http://www.biodiesel.org/buyingbiodiesel/producers_mapeters/ProducersMap-Existing.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2007.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Disponível em: <<http://www.uspto.gov/main/sitesearch.htm>> Acesso em: 07 jan. 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Expedito José de Sá Parente. Processo de Produção de Combustível a Partir de Frutos ou Sementes Oleaginosas. BR n. PI 8007957-1, 05 dez. 1980.

VAN GERPEN, J.; SHANKS, B.; PRUSZKO, R. Biodiesel Production Technology. Iowa, USA: USDA/NCAUR, 2004.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1997.

ANEXO A – PATENTES AMERICANAS SOBRE BIODIESEL

PATENTES AMERICANAS RELATIVAS À PRODUÇÃO, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DE BIODIESEL, NO PERÍODO DE 1921 A 2002.

Arrowsmith, C.J. and J. Ross, "Treating Fatty Materials," US Patent 2,383,580. 1945.

Assmann, G., G. Blasey, B. Gutsche, L. Jeromin, J. Rigal, R. Armengaud and B. Cormary, "Continuous process for the production of lower alkyl esters", US Patent # 5,514,820, May 7, 1996.

Bam, N., Drown, D.C., Korus, R., Hoffman, D.S., Johnson, T.G., and Washam, J.M., "Method for Purifying Alcohol Esters," US Patent 5424467, June 13, 1995.

Barnhorst, J. A., M D. Staley and D. A. Oester, "Transesterification process", US Patent 6,489,496, December 3, 2002.

Basu, H.N. and M.E. Norris, "Process for Production of Esters for Use as a Diesel Fuel Substitute Using a Non-Alkaline Catalyst," US Patent 5525126, June 11, 1996.

Bayense, C. R., H. Hinnekens and J. Martens, "Esterification process", US Patent 5,508,457, April 16, 1996.

Billenstein, S., B. Kukla and H. Stuhler, "Process for the preparation of fatty acid esters of shortchain alcohols", US Patent 4,668,439, May 26, 1987.

Bollman, H. 1921. Process for the Removal of Fatty Acids, Resins, Bitter and Mucilaginous Substances from Fats and Oils. US Patent 1,371,342.

Bradin, D.S., "Biodiesel Fuel," US Patent 5578090, November 26, 1996.

Bradshaw, G.B. and W.C. Meuly. Process of Making Pure Soaps. US Patent 2,271,619. 1942.

Bradshaw, G.B. and W.C. Meuly, "Preparation of Detergents," US Patent No. 2,360,844, Awarded Oct. 24, 1944.

- Buxton, L.O., "Process for Treating Fatty Oils," US Patent 2,345,097. 1944.
- Colbeth, I. M., "Process of reacting glyceride oils", US Patent 2,469,371, May 10, 1949.
- Connemann, J., A. Krallmann, and E. Fischer, "Process for the continuous production of lower alkyl esters of higher fatty acids", U.S. Patent 5,354,878, October 11, 1994.
- Demmering, G., C. Pelzer and L. Friesenhagen, "Process for the production of fatty acid lower alkyl esters", US Patent 5,455,370, October 3, 1995.
- Feldman, J. and J.M. Hoyt, "Extractive Distillation of Alcohol-ester mixtures," US Patent 4,473,444. 1984.
- Foglia, T.A., L.A. Nelson, W.N. Marmer, "Production of biodiesel, lubricants and fuel and lubricant additives," US Patent 5,713,965. 1998.
- Glossop, G. A., "Treating Fatty Glycerides", US Patent 2,383,599, August 28, 1945.
- Granberg, E. P., R. G. Schafermeyer and J. A. Letton, "Method for purifying an inert gas while preparing lower alkyl esters", US Patent 5,844,111, December 1, 1998.
- Haas, M. J., S. Bloomer and K. Scott, "Process for the production of fatty acid alkyl esters", US Patent 6,399,800, June 4, 2002.
- Hay, R. G., J. G. McNulty, W. L. Walsh, "Process for preparing esters", U.S. Patent 3,692,822, September 19, 1972.
- Hunt, T. K., L. Jeromin, W. Johannisbauer, B. Gutsche, V. Jordon and H. Wogatzki, "Recovery of tocopherols", US Patent 5,646,311, July 8, 1997.
- Jeromin, L., E. Peukert and G. Wellmann, "Process for the pre-esterification of free fatty acids in fats and oils", US Patent 4,698,186, October 6, 1987.
- Jeromin, L., E. Peukert, B. Gutsche, G. Wollman, and B. Schleper, "Process for the continuous transesterification of fatty acid lower alkyl esters" U. S. Patent 4,976,892, December 11, 1990.
- Johnson, L.A. and E.G. Hammond, "Soybean Oil Ester Fuel Blends," U.S. Patent 5,520,708, May 28, 1996.
- Kawahara, Y. and T. Ono, "Process for Producing Lower Alcohol Esters of Fatty Acids," U.S. Patent 4,164,506. Awarded Aug. 14, 1979.
- Keim, G.I., "Treating Fats and Fatty Oils," U.S. Patent 2,383,601, Awarded Aug. 28, 1945.
- Kesling Jr., H. S., L. J. Karas, and F. J. Liotta Jr., "Diesel fuel", U. S. Patent 5,308,365, May 3, 1994.

Klok, R and H. H. Verveer, "Process for producing fatty-acid lower-alkyl monoesters", US Patent 5,116,546, May 26, 1992.

Kuceski, V. P., "Purification of alpha, omega alkanedioic acids by partial esterification", US Patent 2,824,122, February 18, 1958.

Lepper, H. and L. Friesenhagen, "Process for the production of fatty acid esters of short-chainaliphatic alcohols from fats and/or oils containing free fatty acids", US Patent 4,608,202, August 26, 1986.

Lepper, H. and L. Friesenhagen, "Process for the production of fatty acid alkyl esters", US Patent 4,652,406, March 24, 1987.

Matsukura, T. and Y. Nakagawa, "Method for Manufacturing High Quality Fatty Acid Esters" US Patent 4,371,470 February 1, 1983.

Matsumoto, W., E. Nakai, T. Nezu, and K. Suzuki, "Process for the Transesterification of fat and oil," US Patent 5,089,404. 1992.

Mittelbach, M., "Method for the Preparation of Fatty Acid Alkyl Esters," US Patent 5849939, Dec. 15, 1998.

Nourreddini, H., "Process for Producing Biodiesel Fuel with Reduced Viscosity and a Cloud Point Below 32 deg. Fahrenheit," US patent 6,015,440, January 18, 2000.

Noureddini, H., "System and process for producing biodiesel fuel with reduced viscosity and a cloud point below thirty-two (32) degrees fahrenheit", US Patent 6,174,501, January 16, 2001.

Peter, S., R. Ganswindt and E. Weidner, "Method for producing fatty acid esters", US Patent 6,211,390, April 3, 2001.

Reierson, R.L., "Process for Removing Glycerin," US Patent 4,360,407. 1982.

Schmerling, L., "Transesterification of Carboxylic Acids," US Patent 4,112,235. 1978.

Sprules, F. J. and D. Price, "Production of fatty esters", US Patent 2,494,366, January 10, 1950.

Stage, H., "Process for Deodorizing and/or Physical Refining of high-Boiling Organic Edible Oils, Fats, and Esters," US Patent 4,599,143, July 8, 1986.

Stage, H., "Process for Degassing, Dehydrating, and Precut Separation in Straight-run Distillation of Crude Fatty Acids," US Patent No. 4,680,092, July 14, 1987.

Stern, R., G. Hillion, P. Gateau, and J.-C. Guibet, "Process for Manufacturing a Composition of Fatty Acid Esters Useful as Gas Oil Substitute Motor fuel with Hydrated Ethyl Alcohol and the Resultant Esters Composition," US Patent 4,695,411. Awarded Sept. 22, 1987.

Stern, R., G. Hillion, M.N. Eisa, "Process for the Production of Ethyl Esters," US Patent 6,013,817, Awarded Jan. 11, 2000.

Stern, R., G. Hillion, J. J. Rouxel, and S. Leporq, "Process for the production of esters from vegetable oils or animal oils alcohols", US Patent 5,908,946, June 1, 1999.

Stern, R., G. Hillion and J. J. Rouxel, "Improved process for the production of esters from fatty substances having a natural origin", US Patent 5,424,466, June 13, 1995.

Stidham, W. D., D. W. Seaman, M. F. Danzer, "Method for preparing a lower alkyl ester product from vegetable oil", US Patent 6,127,560, October 3, 2000.

Tanaka, Y., A. Okabe and S. Ando, "Method for the preparation of a lower alkyl ester of fatty acids", US Patent 4,303,590, December 1, 1981.

Trent, W.R., "Process of Treating Fatty Glycerides," US Patent 2,383,632. 1945.

Trent, W.R., "Process for Treating Fatty Glycerides," US Patent 2,383,633. 1945.

Venter, J. J. and C. McDade, "Transesterification catalyst", US Patent 5,183,930, February 2, 1993.

Wimmer, T., "Process for the Production of Fatty Acid Esters of Lower Alcohols," US Patent 5,399,731, March 21, 1995.

Wimmer, T., "Process for Preparing Fatty Acid Esters of Short-Chain Monohydric Alcohols," US Patent 5,434,279. 1995.

Wu, W. T. and J. W. Chen "Method of preparing lower alkyl fatty acids esters and in particular biodiesel", US Patent 6,398,707, June 4, 2002.

Yeh, L. I., R. H. Schlosberg, R. C. Miller, J. R. Bateman, R. F. Caers, "Diesel fuel composition", U.S. Patent 6,447,557, September 20, 2002.

Yeh, L. I., R. H. Schlosberg, R. C. Miller, J. R. Bateman, R. F. Caers, "Diesel fuel composition", US Patent 6,458,176, October 1, 2002.

Yeh, L. I., R. H. Schlosberg, R. C. Miller, J. R. Bateman, R. F. Caers, "Diesel fuel composition", US Patent 6,447,558, September 10, 2002.

Fonte: VAN GERPEN; SHANKS; PRUSZKO, 2004.

ANEXO B – PEDIDOS DE PATENTES SOBRE BIODIESEL NO BRASIL.

PROCESSO	DEPÓSITO	TÍTULO
PI0602536-6	07/06/2006	PROCESSO E EQUIPAMENTO PARA OBTENÇÃO DE COMBUSTIVEL BODIESEL
PI0601216-7	04/04/2006	PROCESSO PARA AUMENTAR A ESTABILIDADE A OXIDAÇÃO DE BODIESEL
PI0601217-5	04/04/2006	PROCESSO PARA AUMENTAR A ESTABILIDADE A OXIDAÇÃO DE BODIESEL
PI0504024-8	17/08/2005	QUANTIFICAÇÃO ESPECTROFOTOMETRICA DE GLICEROL EM BODIESEL
PI0502891-4	06/07/2005	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BODIESEL SEM CATALISADOR EM MEIO CONTINUO
PI0503215-6	20/04/2005	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BODIESEL ATRAVES DA TRANSESTERIFICAÇÃO DE TRIGLICERIDEOS UTILIZANDO ALCOOIS EM ESTADO SUPERCRITICO
PI0500790-9	14/03/2005	PROCESSO PARA PRODUZIR UM BODIESEL E BODIESEL
PI0500575-2	22/02/2005	DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA EM INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL
PI0500417-9	16/02/2005	PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL A PARTIR DA ESTERIFICAÇÃO DE ACIDOS GRAXOS LIVRES
PI0405705-8	20/12/2004	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BODIESEL ETIL E METIL ESTERES A PARTIR DE BORRA DE REFINO QUIMICO OU FISICO DE OLEOS VEGETAIS OU ANIMAIS
PI0406347-3	24/11/2004	PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA POR CULTURA SUBMERSA A PARTIR DOS DERIVADOS DA CANA DE AÇUCAR PARA EXTRAÇÃO DE LIPÍDIOS E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE BODIESEL OU USO DIRETO EM MOTORES DIESEL E OU NA GERAÇÃO DE ENERGIA
PI0415046-5	04/10/2004	PRODUÇÃO DE BODIESEL E OUTRAS SUBSTANCIAS QUIMICAS VALIOSAS A PARTIR DE RESIDUOS DE PLANTAS DE TRATAMENTO DE AGUA RESIDUAL
PI0404243-3	04/10/2004	PROCESSO CONTINUO PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL
PI0415072-4	01/10/2004	METODO DE PURIFICAÇÃO DE UM COMBUSTIVEL BODIESEL COM MATERIAIS ADSORVENTES
PI0403530-5	16/08/2004	PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL UTILIZANDO OLEOS VEGETAIS OU GORDURA ANIMAL E INDUÇÃO POR MICROONDAS

PI0413622-5	10/08/2004	PROCESSO NAO CATALITICO NAO GERADOR DE SUBPRODUTOS PARA PRODUÇÃO DE COMBUSTIVEL BIODIESEL
PI0403235-7	09/08/2004	METODOS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL
PI0406233-7	16/06/2004	PROCESSO CONTINUO DE FABRICAÇÃO DE ESTERES ETILICOS (BIODIESEL) EM DUAS REAÇÕES SEPARADAS EM BAIXA TEMPERATURA E PRESSAO
PI0408563-9	17/03/2004	PROCESSO E APARELHO PARA REFINO DE BIODIESEL
PI0318651-2	30/12/2003	PROCESSO MELHORADO PARA PREPARAR ESTERES ALQUIL DE ACIDO GRAXO USADO COMO BIODIESEL
PI0317746-7	22/12/2003	PROCESSO PARA SE DETERMINAR O TEOR DE GLICERINA DE UMA AMOSTRA DE BIODIESEL
PI0305167-6	04/11/2003	METODO SIMPLIFICADO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL
PI0314847-5	08/09/2003	PROCEDIMENTO E DISPOSITIVO PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL
PI0105888-6	30/11/2001	PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL
PI0104107-0	23/08/2001	PRODUÇÃO DE ESTERES ETILICOS BIODIESEL A PARTIR DE OLEOS VEGETAIS E ALCOOL ETILICO
PI9814696-3	18/11/1998	ADITIVO PARA BIODIESEL E OLEOS BIOCOMBUSTIVEIS

Fonte: INPI, 2007.

ANEXO C - PATENTE DO PESQUISADOR BRASILEIRO CARLOS KHALIL,
DEPOSITADA NOS EUA

United States Patent: Nº 7.112.229

Inventor: Khalil, et al.

Date: September 26, 2006

Processo de produção de biodiesel usando semente de oleaginosa rica em triglicerídeos, diretamente na reação de transesterificação na presença de catalisador alcóxido alcalino.

Abstract

An integrated process is described for producing biodiesel from oleaginous seeds, preferably castor bean seeds. The inventive process includes a transesterification reaction where the seeds themselves react with anhydrous ethyl alcohol in the presence of an alkaline catalyst. The resulting ethyl esters are then separated by decantation and neutralized and used as fuel for diesel engines, co-solvents for diesel and gasoline mixtures with anhydrous or hydrated ethyl alcohol. The solid fractions may be used as fertilizers, for feeding cattle and as a raw material for producing ethyl alcohol.

Inventors: Khalil; Carlos Nagib (Rio de Janeiro, BR), Leite; L (Rio de Janeiro, BR)

Assignee: Petroleo Brasileiro S.A. -Petrobras (Rio de Janeiro, BR)

Appl. No.: 10/621,569

Filed: July 18, 2003

Fonte: USPTO, 2007.