



Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

ASPECTOS DA CULTURA DO DENDEZEIRO E PERSPECTIVAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

INGRID DOMITILA INÁCIO

Orientador(a): Prof. Claudenir Facincani Franco

**Trabalho apresentado a Faculdade de Tecnologia
de Jaboticabal - Fatec, para obtenção do título de
Tecnólogo em Biocombustíveis.**

Jaboticabal – SP

Semestre 1º/ 2012

Inácio, Ingrid Domitila

I35a Aspectos da cultura do dendezeiro e perspectivas para produção de biodiesel /
Ingrid Domitila Inácio- Jaboticabal: Fatec, 2012.

32f.

Orientador: Prof.º MSc. Claudenir Facincani Franco

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal, 2012

1. Biocombustíveis.2. Dendê.3*Elaeis guianensis*.I. Franco, C. F. II.
Mestre.

CDU 665.75

Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASPECTOS DA CULTURA DO DENDEZEIRO E PERSPECTIVAS
PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

AUTOR: INGRID DOMITILA INÁCIO

ORIENTADOR: PROF. CLAUDENIR FACINCANI FRANCO

Trabalho de Graduação aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis, apresentado à FATEC-JB para a obtenção do título de Tecnólogo.

CLAUDENIR FACINCANI FRANCO

CELSO ANTÔNIO JARDIM

DENISE APARECIDA CHICONATO

Data da apresentação: 22 de junho de 2012

Presidente da Comissão Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, porque foi ele que me deu forças quando tive vontade de desistir.

Agradeço aos meus pais Idair Aparecido Inácio e Marinalva Ribeiro Soares Inácio, que me apoiaram até o final dessa jornada.

Agradeço a todos meus amigos que me proporcionou momentos indescritíveis durante os anos da faculdade, e aos funcionários da FATEC – Jaboticabal.

Agradeço principalmente ao meu orientador Claudenir Facincani Franco que foi um verdadeiro anjo da guarda, auxiliando e incentivando todos os orientados dele.

SUMÁRIO

RESUMO	V
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Biodiesel: Definição e suas características.....	9
2.2 Biodiesel no Mundo	10
2.3 Biodiesel no Brasil	12
2.4 Vantagens do Biodiesel	14
3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL	15
3.1 Preparação da Matéria-Prima	17
3.2 Processo de Transesterificação.....	17
3.3 Separação de fases.....	18
4 O DENDÊ.....	20
4.1 Processo de extração do óleo de dendê	21
5 ASPECTO SOCIAL.....	23
6 ASPECTO AMBIENTAL.....	25
7 ASPECTOS ECONÔMICOS.....	27
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
9 REFERÊNCIAS	30

RESUMO

ASPECTOS DA CULTURA DO DENDEZEIRO E PERSPECTIVAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A busca por novas fontes de energia, renováveis e ambientalmente corretas, é de suma importância, para que a produção de energia seja sustentável. Desta forma, nos últimos anos, o estudo de fontes alternativas aos derivados de petróleo tem sido realizado em vários centros de pesquisa do mundo. Uma destas fontes de energia é a produção de biodiesel a partir de óleos vegetais ou gordura animal, o qual pode substituir o óleo diesel, diminuindo os impactos ao meio ambiente. O Brasil é um país com dimensões continentais e por isso, quando se pensa em biodiesel, existem várias opções de matéria-prima como é o caso da soja, do amendoim, do girassol, da mamona, do dendê, entre outros. O dendê tem um potencial enorme como combustível na substituição do óleo diesel. Este trabalho teve como objetivo analisar a produção do biodiesel a partir do dendê. O biodiesel utilizando como matéria-prima o óleo de dendê possui grandes perspectivas já que a cultura possui um grande teor de óleo e poder energético, além de contribuir com o meio ambiente reduzindo significativamente os gases poluentes e também ajudando o país a gerar mais empregos e renda já que o cultivo do dendê necessita de bastante mão-de-obra, beneficiando a agricultura familiar, aumentando o índice de empregabilidade nas regiões mais pobres do país.

PALAVRA-CHAVE: biocombustíveis, dendê, *Elaeis guineensis*

ABSTRACT

OIL PALM CULTIVATION ASPECTS OF AND PROSPECTS FOR BIODIESEL PRODUCTION

The search for new energy sources, renewable and environmentally correct, is of paramount importance, so that energy production is sustainable. Therefore, in recent years, the study of alternative to petroleum has been accomplished in several research centers in the world. One of these energy sources is the production of biodiesel from vegetable oils or animal fat, which can substitute diesel fuel, reducing environmental impacts. Brazil is a country with continental dimensions and therefore, when thinking about biodiesel, there are several choices of raw materials such as soybean, peanut, sunflower, castor, palm oil, among others. The palm has a huge potential as a fuel to replace diesel. This study aimed to analyze the production of biodiesel from palm oil. The biodiesel using feedstock palm oil has great prospects as the culture has a large concentration of oil and power energy, and environment contribute significantly to reducing greenhouse gases and also helping the country create more jobs and income because the cultivation of oil palm needs a lot of hand labor, benefiting family farms, increasing the rate of employability in the poorest regions of the country.

KEY-WORDS: biofuels, palm oil, *Elaeis guianensis*

1 INTRODUÇÃO

A procura dos combustíveis alternativos é devido à grande preocupação com o meio ambiente, que sofre com a poluição dos combustíveis fósseis, assim procura-se um meio alternativo para essa substituição. Apesar de se já saber que o óleo vegetal poderia ser utilizado como combustível em motores ciclo diesel, o alto custo dos óleos propiciou para que o petróleo fosse à fonte mais barata a ser utilizada.

As alterações climáticas tem sido uma das ameaças mais graves ao meio ambiente, interferindo na saúde e no bem-estar social e econômico mundial. O desenvolvimento para novas tecnologias para produção de energia limpa em grande escala vem sendo impulsionadas por países que necessitam atender o Protocolo de Kyoto (TRZECIAK *et al*, 2008). Outro fator que contribuiu para a adesão dos biocombustíveis foi a crise do petróleo que ocorreu na década de 70 pelos aumentos de preços do petróleo (CAMARA, 2009).

O Biodiesel é um combustível de fontes renováveis que possui uma queima limpa, é biodegradável e livre de compostos sulfurados e aromáticos e apesar de não conter o petróleo pode ser adicionado a ele (BENEDETTI *et al*, 2006). O óleo vegetal, por ser miscível ao óleo diesel, pode ser utilizado puro ou em misturas sem qualquer modificação. As misturas binárias são denominadas por BX, sendo X a porcentagem adicionada à mistura (CAMARA, 2009).

Para se obter o biodiesel é necessário um processo químico que pode ser feito principalmente pelos métodos da transesterificação, da esterificação ou do craqueamento. No principal processo usado, que é a transesterificação, acaba gerando dois produtos: o biodiesel e a glicerina, que após sua purificação pode ser vendida para aumentar a eficiência econômica do processo (SILVA *et al*, 2008)

O biodiesel pode ser produzido a partir de matérias-primas vegetais, tais como: a soja, mamona, canola, palma, girassol, amendoim, pinhão-manso, amêndoa de dendê e de coco, caroço de algodão, semente de girassol, baga de mamona, semente de colza, entre outras.

Entre essas culturas as mais utilizadas para produção de biodiesel no Brasil são a da soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso, sendo o dendezeiro com maior rendimento em produtividade (ANP, 2010).

O dendezeiro é uma palmeira que pode render de 4 a 6 toneladas de óleo, isso é de 10 a 12 vezes mais que a soja, principal oleaginosa destinada a produção de biodiesel hoje em dia. (SLUSZZ & MACHADO, 2006)

Este trabalho tem o objetivo de analisar os aspectos da cultura do dendezeiro e suas perspectivas para produção de biodiesel.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biodiesel: Definição e suas características

Consideram-se biocombustíveis todas as substâncias sólidas, líquidas ou gasosas que tenham sido criadas a partir de produtos orgânicos naturais não fósseis de origem animal ou vegetal, que possam ser utilizados em motores de combustão interna e também como em caldeiras e turbinas a gás (RODRIGUEZ, 2010).

O biodiesel é um combustível biodegradável, oriundo de fontes renováveis, obtido a partir da reação química de óleos ou gorduras com um álcool, na presença de um catalisador (TRZECIAK *et al*, 2008), pode ser obtido principalmente pelos processos de craqueamento, esterificação e transesterificação. O craqueamento térmico ou pirólise é um processo que provoca a quebra das moléculas por aquecimento em altas temperaturas (aproximadamente 450°C), na ausência de ar ou oxigênio, formando uma mistura de compostos químicos com propriedades muito semelhantes às do diesel de petróleo. A esterificação é uma reação química reversível, na qual um ácido carboxílico reage com um álcool produzindo éster e água. A transesterificação é, atualmente, o processo mais utilizado para a produção de biodiesel e consiste em uma reação química entre um éster e um álcool, da qual resulta um novo éster e um álcool. Este processo tem por objetivo modificar a estrutura molecular do óleo vegetal, tornando-a praticamente idêntica à do óleo diesel e por conseqüência com propriedades físico-químicas similares (TRZECIAK *et al*, 2008).

Nesses processos de produção de Biodiesel utilizam-se catalisadores (KOH, NaOH e H_2SO_4), com o objetivo de facilitar e ou acelerar as reações (TRZECIAK *et al*, 2008).

Em relação ao álcool, pode-se utilizar tanto o etanol como o metanol. No Brasil, a vantagem na utilização do etanol para a produção do Biodiesel está na grande oferta deste álcool em nosso território. Sob o ponto de vista ambiental, o uso do etanol (obtido a partir de fontes renováveis) leva vantagem sobre o metanol (geralmente obtido a partir do petróleo) (TRZECIAK *et al*, 2008).

A glicerina, subproduto do processo de produção de Biodiesel apresenta, hoje em dia, alto valor de mercado, sendo utilizada pela indústria farmacêutica, para produção de anestésicos e xaropes, indústria de cosméticos, produção de cremes dentais e batons, e pela indústria bélica e para produção de explosivos, por exemplo (TRZECIAK *et al*, 2008).

Antes de iniciar a reação química, faz-se necessária uma preparação da matéria-prima para que esta tenha o mínimo de acidez e umidade. Assim, para que isso ocorra, deve submeter-se a matéria-prima ao processo de neutralização, por meio de lavagem com solução alcalina de hidróxido de potássio ou sódio, seguindo-se a operação de secagem e desumidificação (CAMARA, 2009).

2.2 Biodiesel no Mundo

O biodiesel vem sendo utilizado na Alemanha e na França, que aproveitam os excedentes de óleo de canola para sua produção (RODRIGUEZ, 2010).

A Europa é o maior produtor do biodiesel do mundo, sua produção total em 2004 foi cerca de 1700 milhões de litros, com Alemanha, França e Itália como produtores mais importantes, seguidos pela República Tcheca e Áustria, com produção também destacável. Em 2006, a produção mundial de biodiesel foi de aproximadamente 6800 milhões de litros. Em 2007, a produção europeia foi de 6400 milhões de litros e a produção americana foi de 1700 milhões de litros. Já em 2008, a produção europeia foi de 8800 milhões de litros e a produção americana foi de 2600 milhões de litros (RODRIGUEZ, 2010).

A Alemanha estabeleceu um programa agressivo de produção de biodiesel a partir da canola, liderando a produção e o consumo do produto. Hoje em dia, os postos de combustíveis desse país vendem biodiesel puro, também chamado B100. A Alemanha conta com uma rede de mais de 1000 postos de venda de biodiesel. Grande parte dos usuários mistura em diversas proporções o biodiesel com o diesel convencional. Com a isenção de tributos em toda linha de produção, o biodiesel é comercializado a um preço baixo (RODRIGUEZ, 2010).

A França com uma capacidade de produção de 460 mil toneladas ao ano, é o segundo maior produtor europeu do biodiesel; as motivações e sistemas dos seus produtos são semelhantes aos da Alemanha. O combustível é fornecido já misturado nos postos de combustíveis com uma proporção de 5% de biodiesel (RODRIGUEZ, 2010).

Os Estados Unidos possui um programa de biodiesel está baseado em pequenos produtores e o grande incentivo para o uso deste biocombustível é a qualidade e a preservação do meio ambiente. Eles estão se preparando para o uso deste biocombustível, especialmente nas grandes cidades. Em 2008, a produção aproximada de biodiesel foi de 700 milhões de galões (2650 milhões de litros) (RODRIGUEZ, 2010).

Nos Estados Unidos, o programa de biocombustíveis vem se desenvolvendo com relativa intensidade desde a primeira crise de petróleo de 1973. Desde o final dos anos 90, um programa de fomento do uso de biodiesel, que se obtém a partir de soja e canola, vem se desenvolvendo (RODRIGUEZ, 2010).

Em outros Países que já utilizam em escala comercial o biodiesel, além dos citados, são: Austrália, Bélgica, Canadá, Espanha, Estônia, Itália, Índia, Malásia, Reino Unido, Republica Checa, Tailândia e Taiwan. Um dos motivos é a necessidade de reduzir a dependência do petróleo, cujas grandes reservas estão localizadas em regiões politicamente complicadas; outro fator é o aumento das pressões ambientais, a necessidade de substituir os combustíveis fósseis pelos renováveis, muito menos poluentes.

2.3 Biodiesel no Brasil

Em 1980 foi lançado pela Universidade do Ceará, em conjunto com o professor Expedito Parente, o que foi denominado na época de “prodiesel” (BENEDETTI *et al*, 2006)

Em outubro de 2002, o MCT (Ministério de Ciências e Tecnologia) lançou o PROBIODIESEL (Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel). Este programa teve por finalidade desenvolver as tecnologias de produção e o mercado de consumo dos biocombustíveis, assim como estabelecer uma Rede Brasileira de Biodiesel que pudesse organizar as ações de especialistas e entidades responsáveis para o desenvolvimento deste setor (RODRIGUEZ, 2010).

O biodiesel passou a fazer parte oficialmente da matriz energética brasileira a partir da lei nº 11097, de 13 de janeiro de 2005 (BENEDETTI *et al*, 2006).

Segundo BENEDETTI *et al* (2006) o projeto brasileiro de biodiesel possui estudos que visam apoiar e difundir novas tecnologias. Dentre as principais diretrizes do programa estão:

- Sustentabilidade da matriz energética: desenvolver tecnologias ambientalmente corretas;
- Sustentabilidade energética comunitária: propiciar às comunidades isoladas, agricultores e assentamentos disporem de energia elétrica;

As propostas envolvem parcerias organizacionais e a mobilização das competências para atuar no programa resolvendo seus principais entraves.

Especificamente em relação ao biodiesel, a atuação na cadeia produtiva visa, dentre outras ações:

- Propiciar o adensamento energético da matéria-prima, tendo como referencial 2.000 kg/ha de óleo para curto prazo e de 5.000 kg/ha para longo prazo;
- Aprimorar as atuais rotas de produção de biodiesel, com valorização do etanol como insumo, e desenvolvimento de novas rotas;

- Desenvolver tecnologias para racionalização do uso de energia na propriedade e substituir fontes de carbono fóssil por fontes renováveis;
- Criação de emprego e renda rural;
- Redução de gases causadores do efeito estufa;
- Qualidade de vida e da saúde pública;
- Uso de terras inadequadas para produção de alimentos.

As práticas agrícolas adotadas no cultivo das espécies produtoras de biodiesel são aspectos determinantes das eficiências econômica e energética do processo de obtenção de biodiesel. Devido à diversidade climática e à grande extensão territorial, nove culturas (Tabela 1) são indicadas para a extração de biodiesel no país (SILVA & FREITAS, 2008).

TABELA 1- Características das principais culturas oleaginosas do Brasil.

Espécie	Origem do óleo	Teor de óleo (%)	Meses de colheita por ano	Rendimento (%)
Dendê	Amêndoa	22	12	3-6
Côco	Fruto	55-60	12	1,3-1,9
Babaçu	Amêndoa	66	12	0,1-0,3
Girassol	Grão	38-48	3	0,5-1,9
Canola	Grão	40-48	3	0,5-0,9
Mamona	Grão	45-50	3	0,5-0,10
Amendoim	Grão	40-43	3	0,6-0,8
Soja	Grão	18	3	0,2-0,4
Algodão	Grão	15	3	0,1-0,2

Adaptado de SILVA, 2008.

As espécies com maior potencial produtivo são o dendê e o côco, que ainda têm a vantagem de serem culturas perenes e com colheita contínua durante o ano. Isso diminui os dispêndios energético e financeiro para a produção dessas espécies e evita a sazonalidade do fornecimento de matéria-prima, um bônus imenso em relação aos cultivos anuais. Nos Estados das Regiões Central e Sul do país, as culturas anuais são as mais recomendadas. Das nove culturas, quatro são adaptadas para cultivo no Estado do Rio Grande do Sul: mamona (*Ricinus communis L.*), soja (*Glycine Max (L.) Merrill*), canola (*Brassica napus L.*) e girassol (*Helianthus annus L.*) (SILVA & FREITAS, 2008).

2.4 Vantagens do Biodiesel

Segundo RODRIGUEZ (2010), no Brasil o uso de biodiesel representa vantagens na matriz energética do País. Tais como:

- É o único combustível alternativo que pode ser usado diretamente em motores a diesel, sem qualquer modificação do motor;
- É biodegradável, degrada quatro vezes mais rápido que o diesel convencional;
- Isento de enxofre;
- Altamente lubrificante para motores;
- Baixíssima corrosividade;
- O biodiesel reduz significativamente as emissões de gases do efeito estufa, comparado ao diesel convencional.

Apesar das vantagens, o biodiesel também possui desvantagens de acordo com Rodriguez (2010).

- Custo de produção do biodiesel, sendo maior que o diesel;
- O arranque do motor em dias frios é um dos problemas mais frequentes;
- Em comparação com o diesel, o biodiesel tem um menor rendimento energético;

3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL

O biodiesel pode ser tecnicamente definido como um éster alquílico de ácidos graxos, obtido através do processo de transesterificação entre qualquer triglicerídeo (óleos e gorduras animais ou vegetais) e álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). É denominado transesterificação o processo de separação entre a glicerina contida no óleo, e sua posterior substituição pelo álcool na cadeia. O resultado é um óleo mais fino e menos viscoso, capaz de ser utilizado como combustível. O processo só corre na presença de um catalisador, que pode ser ácido (como o ácido clorídrico) ou básico (hidróxido de sódio). Na figura 1 pode-se observar o fluxograma da produção do biodiesel (LUCENA, 2008).

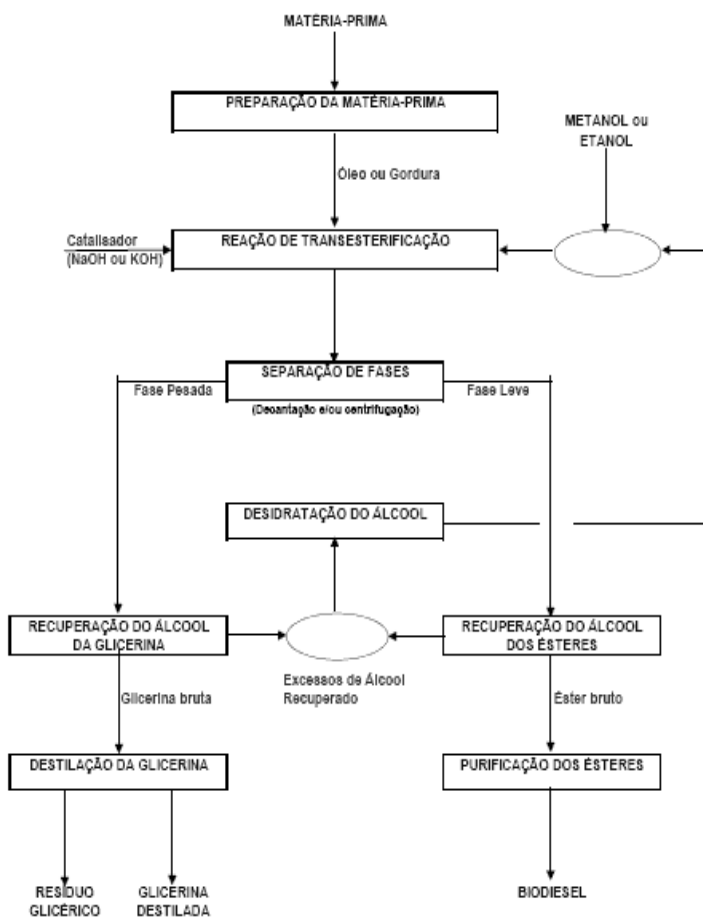


FIGURA 1 - Fluxograma do processo de produção do Biodiesel.

FONTE: PARENTE, 2003.

As matérias-primas mais comuns para a produção de biodiesel são plantas oleaginosas, tais como a soja, o girassol, o amendoim, algodão, dendê, coco, babaçu, mamona, colza, etc.

Podem ser utilizados também gorduras animais, ou óleos de fritura residuais, que normalmente são despejados nos esgotos (LUCENA, 2008).

3.1 Preparação da Matéria-Prima

Antes de iniciar a reação química, faz-se necessária uma preparação da matéria-prima para que esta tenha o mínimo de acidez e umidade. Assim, para que isso ocorra, deve submeter a matéria-prima ao processo de neutralização, por meio de lavagem com solução alcalina de hidróxido de potássio ou sódio, seguindo a operação de secagem e desumidificação (CAMARA, 2009).

3.2 Processo de Transesterificação

Um dos processos para transformar óleo vegetal em biodiesel é a transesterificação. Parece ser um processo simples, mas não é, devem-se levar em conta as propriedades dos reativos, sua solubilidade, as condições termodinâmicas de reação e finalmente as etapas de separação e purificação, de modo a obter o produto final (RODRIGUEZ, 2010).

A molécula de óleo vegetal é formada por três ésteres, unidos por uma molécula de glicerina (glicerol), fazendo dela uma molécula de triglicerídeo. Transesterificação significa separar a glicerina do óleo vegetal, sendo que aproximadamente 20% da molécula de óleo vegetal é formada por glicerina, tornando o óleo mais denso e viscoso. Durante o processo de transesterificação, a glicerina é removida do óleo vegetal, deixando-o mais fino e reduzindo, assim, a sua viscosidade (RODRIGUEZ, 2010).

Para que essas moléculas de triglicerídeos possam ser quebradas usa-se um catalisador, que pode ser uma base: hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH), ou também chamados de alcóxidos. Catalisadores são normalmente usados para acelerar a reação, podendo ser uma base, ácido ou enzima. O hidróxido de sódio é o catalisador mais usado, tanto por razões

econômicas quanto por sua disponibilidade no mercado, além do fato de que as reações com estes catalisadores são mais rápidas em relação ao uso dos catalisadores ácidos. A quantidade de catalisador usada no processo dependerá do pH do óleo vegetal (RODRIGUEZ, 2010).

A reação de transesterificação pode ser realizada, utilizando-se de diversos tipos de álcoois, de preferência os de baixo peso molecular, e os mais estudados são metanol e etanol.

O metanol é mais utilizado por razões de natureza física e química. Na reação com metanol (metanólise), ocorre mais facilmente a separação devido à baixa solubilidade da glicerina nos ésteres e no álcool. Na etanólise, a separação de fases não ocorre com facilidade, demorando o dobro do tempo em relação ao metanol (CAMARA, 2009).

O metanol é encontrado como subproduto da indústria petrolífera e apresenta desvantagem de ser altamente tóxico, podendo causar cegueira e câncer. Já o etanol é renovável e menos tóxico que o metanol. Além disso, o Brasil apresenta uma enorme área para a produção de oleaginosas e cana-de-açúcar (CAMARA, 2009).

3.3 Separação de fases

Segundo PARENTE (2003), após a reação de transesterificação que converte a matéria graxa em ésteres (biodiesel), a massa reacional final é constituída de duas fases, separáveis por decantação e/ou por centrifugação.

A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água, e de impurezas inerentes à matéria prima. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas. A fase pesada, contendo água e álcool, é submetida a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liquefeitos num condensador apropriado (PARENTE, 2003).

Da mesma forma, mas separadamente, o álcool residual é recuperado da fase mais leve, liberando para as etapas seguintes, os ésteres metílicos ou etílicos. Os excessos residuais de álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água,

necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação (PARENTE, 2003)

De acordo com PARENTE (2003) no caso da desidratação do metanol, a destilação é bastante simples e fácil de ser conduzida, uma vez que a volatilidade relativa dos constituintes dessa mistura é muito grande, e ademais, inexistente o fenômeno da azeotropia para dificultar a completa separação. Diferentemente, a desidratação do etanol, complica-se em razão da azeotropia, associada à volatilidade relativa não tão acentuada como é o caso da separação da mistura metanol – água.

Os ésteres deverão ser lavados por centrifugação e desumidificados posteriormente, resultando finalmente o biodiesel, o qual deverá ter suas características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas para o biodiesel como combustível para uso em motores do ciclo diesel (RODRIGUEZ, 2010).

A glicerina bruta, emergente do processo, mesmo com suas impurezas convencionais, já constitui o subproduto rentável. No entanto, o mercado é muito mais favorável à comercialização da glicerina purificada, quando o seu valor é realçado. A purificação da glicerina bruta é feita por destilação a vácuo, resultando um produto límpido e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada (PARENTE, 2003).

4 O DENDÊ

Conhecido no Brasil como dendezeiro, a palma africana ou palma aceitera, cujo nome científico é *Elaeis guineensis*, é originária da África (Guiné-Bissau), e foi introduzido no Brasil no período colonial por volta do século XVII, pelos escravos africanos. As sementes foram plantadas no litoral e recôncavo baiano, onde encontrou as condições de solo e clima para o seu desenvolvimento. Durante séculos, a cultura era somente para atender as necessidades da culinária regional, nesse período, a produção era essencialmente artesanal (TORRES, 2000).

Atualmente, a produção do óleo de dendê é quase toda destinada à indústria alimentícia, isso ocorre porque ele é o melhor substituto para a gordura *trans*, rico em vitaminas A e E, além de ser complemento nutritivo para população de baixa renda. Porém é o mercado de biocombustíveis que está aumentando a demanda do óleo buscando novas fontes de matéria-prima (AGRIANUAL, 2012).

Os maiores compradores e consumidores do óleo de dendê são Índia e China. A Índia consome 7.550 milhões de toneladas métricas e compram 7.100 milhões de toneladas métricas, já a China consome 6.599 milhões de toneladas métricas e compram 6.650 milhões de toneladas métricas (AGRIANUAL, 2012).

Em 1949, o dendê foi introduzido na região Norte do País, no Estado do Pará, pelo Instituto Agrônomo do Norte (IAN), conhecido atualmente como Embrapa Amazônia Oriental (CAMARA, 2009).

O dendezeiro é uma palmeira que atinge até 15 m de altura, cultura com uma vida útil de 25 anos, sendo a produção de cachos iniciada a partir do terceiro ano após o plantio, requer uma cultura em solos profundos, não compactos, médias mínimas de temperatura superiores a 24°C, precipitações acima de 2000 mm/ano, sendo distribuídos durante todos os meses, possui vantagem de baixa mecanização e pequena quantidade de defensivos agrícolas. Tais

características fazem do Estado do Amazonas um potencial para prática de tal cultura, pois possui todas as características climáticas necessárias ao seu pleno estabelecimento (MOURAD, 2006).

Do fruto são retirados o óleo de palma da polpa e o óleo de palmiste da amêndoa que são utilizados em produtos alimentícios, cosméticos, lubrificantes de máquinas, etc. As fibras das folhas e os cachos vazios são utilizados como tampas de lareiras, o tronco da palmeira na confecção de móveis, a torta de palmiste resultante da extração do óleo é aproveitada como adubo orgânico e ração para animais. A fibra seca e a casca do fruto são usadas como combustível na caldeira sendo as cascas aproveitadas também como matéria para carvão ativado (MOURAD, 2006).

A rápida expansão da dendeicultura em toda a América Latina ocorreu na década de 90. O Brasil está entre os países com as maiores áreas cultivadas, cerca de 188 mil ha, ficando em 15º colocação no ranking mundial com uma produção de aproximadamente 160 mil toneladas/ano (AGRIANUAL, 2012).

4.1 Processo de extração do óleo de dendê

Em uma usina de extração de óleo de dendê tudo se aproveita. As fibras podem ser queimadas em caldeiras; das amêndoas se extrai o óleo de palmiste, cujas cascas podem servir de combustível para caldeiras. Os cachos vazios e a água servida (efluentes) voltam para o campo, servindo como adubo complementar (MIRANDA & MOURA, 2000). Na figura 2, observamos o fluxograma que mostra as várias fases em que passa o dendê por uma planta de extração de óleo (MIRANDA & MOURA, 2000).

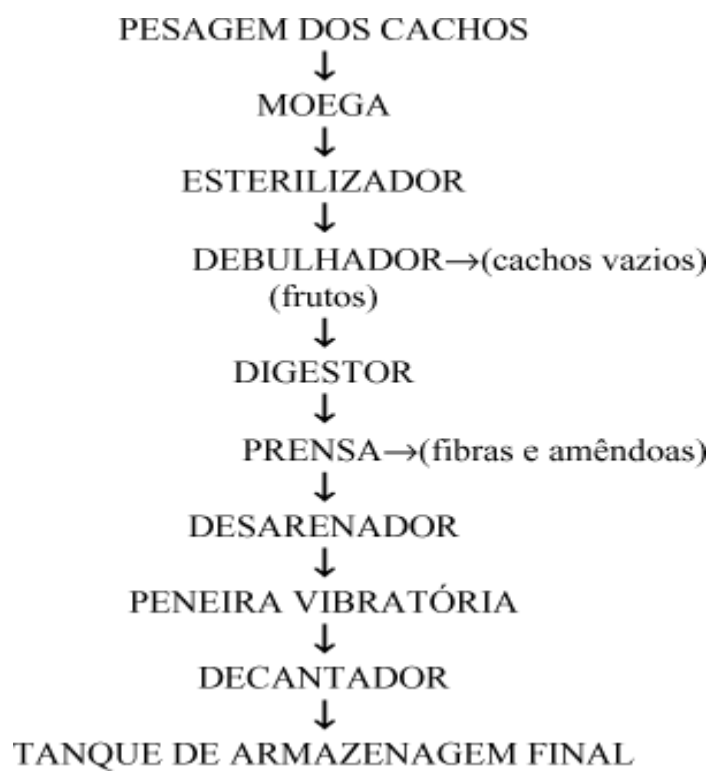


Figura 2. - Fluxograma do processo de produção do óleo de dendê.

FONTE: MIRANDA & MOURA, 2000.

5 ASPECTO SOCIAL

A importância do cultivo do dendzeiro na Amazônia está associada com vários aspectos, incluindo: alta produção de óleo vegetal que é utilizado nas indústrias de cosméticos, de sabões, de alimentos e até como combustível alternativo; alta capacidade de fixação de carbono e de proteção do solo contra erosão; importante alternativa para a ocupação das áreas desmatadas propícias para essa cultura e grande fonte de emprego e renda (BASTOS *et al*, 2001).

A inserção da agricultura familiar no PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel) demandará uma articulação maior para sobreviver em um contexto mais concorrencial. Esta preocupação se fundamenta no fato da produção e cultivo de matérias-primas destinadas à produção de biodiesel poder ajudar a criar milhares de novos empregos na agricultura familiar, principalmente nas regiões mais pobres do Brasil, além da possibilidade de reduzir a dependência brasileira das importações de petróleo. Estudos desenvolvidos pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Integração Nacional e Ministério das Cidades mostram que, a cada 1% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel do país, baseado no uso do B5 (5% de biodiesel no diesel de petróleo), seria possível gerar cerca de 45 mil empregos no campo, a um custo médio de cerca de R\$ 4.900,00 por emprego. Cada R\$ 1,00 aplicado na agricultura familiar gera R\$ 2,13 adicionais na renda bruta anual, o que significa que a renda familiar dobraria com a participação no mercado do biodiesel. Estas estimativas justificam a conotação social dada ao PNPB por parte do governo (PAULILLO *et al.*, 2007).

A cultura familiar proveniente do dendê pode gerar um emprego a cada 10 ha cultivados, diferente da soja que gera um emprego por até 100 ha (LUCENA, 2008).

Para estimular ainda mais o processo de produção de Biodiesel, o Governo Federal lançou o Selo Combustível Social, um conjunto de medidas específicas visando estimular a

inclusão social da agricultura. Este selo é um componente de identificação concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário aos produtores de Biodiesel que promovam a inclusão social e o desenvolvimento regional por meio de geração de emprego e renda para os agricultores familiares enquadrados nos critérios do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar). O enquadramento social de projetos ou empresas produtoras de Biodiesel permite acesso a melhores condições de financiamento junto ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e outras instituições financeiras. As indústrias produtoras também terão direito a desoneração de alguns tributos (tabela 2), mas deverão garantir a compra da matéria-prima, preços pré-estabelecidos, oferecendo segurança aos agricultores familiares. Há, ainda, possibilidade dos agricultores familiares participarem como sócios ou quotistas das indústrias extratoras de óleo ou de produção de biodiesel, seja de forma direta, seja por meio de associações ou cooperativas de produtores (TRZECIAK *et al*, 2008).

TABELA 2. Incidência de PIS/PASEP e Cofins sobre a comercialização de Biodiesel, em R\$ litro⁻¹ de Biodiesel.

Modalidade de produtor de biodiesel	Matéria-prima/região	
	Qualquer matéria-prima/região	Palma e Mamona (norte e nordeste)
Sem Selo combustível social	R\$ 0,22 (67 % red)	R\$ 0,152 (77,5 % red)
Com Selo combustível social	R\$ 0,07 (89,6 % red)	R\$ 0,00 (100 % red)

FONTE: TRZECIAK *et al*, 2008.

6 ASPECTO AMBIENTAL

A matriz energética brasileira em energias renováveis é composta por 35,9%, sendo que a média mundial é de 13,5% (LUCENA, 2008).

O biodiesel possui características químicas em sua composição que se diferem bastante da composição do diesel mineral. Uma das vantagens trazidas por sua queima é a melhoria na qualidade do ar e ganhos em termos ambientais. Existem poucos estudos sobre valoração ambiental conclusivo sobre o tema: diminuição dos gastos públicos com tratamento de doenças respiratórias, redução dos custos das refinarias para adequar o diesel veicular às normas mundiais de emissões de gases, prejuízos ambientais irreversíveis, uso da polpa residual da extração do óleo vegetal como adubo orgânico não tóxico, entre outros (LUCENA, 2008).

A principal característica do biodiesel é a significativa percentagem de massa de oxigênio em sua composição, em torno de 11% em peso, além de ser praticamente isento de compostos de enxofre, bem como de compostos aromáticos. A adição de enxofre ao diesel é responsável pela emissão de materiais particulados do motor, além de formar a chuva ácida, com a produção e a precipitação do ácido sulfúrico (CAMARA, 2009).

A substituição de diesel por misturas com biodiesel e as plantações de oleaginosas, como dendê e babaçu, permitem ao País obter créditos de carbono, sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Estudos mostram que a cultura do dendê é capaz de capturar 36 toneladas de CO₂ da atmosfera por hectare (CAMARA, 2009).

O governo federal lançou o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil, o programa visa produtividade e sustentabilidade, em função disso há o Zoneamento Agroecológico e Econômico da Palma de Óleo (ZAE-Dendê), que serve de instrumento de ordenamento territorial utilizado pelo governo (AGRIANUAL, 2012).

Há também estimativas que indicam que hoje são 72 milhões de hectares de áreas desmatadas na Amazônia e dessas, 51 milhões são ocupadas com pastos com nível de

degradação. Com isso o ZAE-Dendê pode indicar as áreas que possam ser ocupadas com a cultura sem promover desmatamentos, já que a Amazônia pode reduzir o número de pastagens aumentando a plantação de culturas perenes adaptadas à região (AGRIANUAL, 2012).

7 ASPECTOS ECONÔMICOS

O Brasil possui estimativas de conseguir produzir até 2012, 275 mil toneladas métricas de óleo de dendê ficando em 9º lugar dos países produtores, com a Indonésia em 1º lugar com 25.400 milhões de toneladas métricas e Malásia em 2º com 18.400 milhões de toneladas métricas (AGRIANUAL, 2012).

Para o óleo de palmiste existe uma estimativa de se produzir 31 mil toneladas métricas ficando em 8º lugar, com a Indonésia em 1º lugar com uma produção de 2.715 milhões de toneladas métricas, e Malásia em 2º com 2.110 milhões de toneladas métricas (AGRIANUAL, 2012).

O custo de produção do dendê/ha em 2011 foi em média cerca de R\$ 230/tonelada CFF (Cacho de Fruto Fresco) (AGRIANUAL, 2012).

Segundo a ANP (2010), em 2009, a capacidade nominal de produção de biodiesel puro (B100) foi de cerca de 4,4 milhões m³. Entretanto, a produção efetiva do Brasil foi de 1,6 milhão m³, o que correspondeu a 36,6% da capacidade total.

A área total de plantação do dendê em 2007 foi de 57 mil ha, mas a produtividade foi de 2,7 t/ha (BRASIL, 2010). A Agropalma em Belém (PA) tem capacidade de produção nominal de 10.800 m³/ano, mas só produz 3.171,8 m³ de biodiesel em 2009 (ANP, 2010).

Estima-se que a produção brasileira de Biodiesel em 2035 seja de, aproximadamente, dois bilhões de litros e que a área de cultivo de oleaginosas para atender esta produção seja de 20 milhões de ha (TRZECIAK *et al*, 2008), sendo que o óleo de palma deve chegar a 63 milhões de toneladas em 2015 (AGRIANUAL, 2012).

Segundo o AGRIANUAL (2012), o óleo de palma fechou o preço de 2011 com uma média anual de US\$ 1.213,8/tonelada métrica.

Constatou-se que o custo total do investimento agrícola para plantação de 5.000 hectares de dendê corresponde a US\$ 11.000. O preço de custo final do biodiesel obtido do resíduo do processamento industrial poderá ser abaixo de R\$ 1,00 por litro, valor próximo ao de sebo bovino que é em torno de R\$ 0,85 (CAMARA, 2009).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Biodiesel é um biocombustível com claros e declarados objetivos sociais e ambientais, associado à geração de emprego e renda.

A produção de biodiesel utilizando como matéria-prima o óleo de dendê possui grandes perspectivas já que a cultura possui um grande teor de óleo e poder energético para ser usado como combustível.

A cultura contribui muito com o meio ambiente reduzindo significativamente os gases poluentes e também ajuda o país a gerar mais empregos e renda já que o cultivo do dendê necessita de bastante mão-de-obra beneficiando famílias carentes, aumentando o índice de empregabilidade nas regiões mais pobres do país.

A participação do governo é fundamental para que o dendê seja a matéria-prima com maior participação na produção de biodiesel. O governo deverá garantir incentivos fiscais para os produtores aumentando assim a concorrência com o diesel.

Atualmente a soja é a cultura com maior participação na cadeia do biodiesel, porém, se o governo investir em estudos e pesquisas, a cultura do dendê vai se tornar uma alternativa viável e econômica para o Brasil se destacar no cenário mundial em biocombustíveis.

9 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. FNP: São Paulo, 2012. p. 25-40.

ANP. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis /Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. - Rio de Janeiro., 2010.

BASTOS, T. X. ; MÜLLER, A. A. ; PACHECO, N. A. ; SAMPAIO, S. M. N. ; ASSAD, E. D. ; MARQUES, A. F. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.564-570, 2001.

BENEDETTI, O. ; PLÁ, J. A. ; RATHMANN, R. ; PADULA, A. D. Uma proposta de modelo para avaliar a viabilidade do biodiesel no Brasil. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 14, Ed. Especial, p. 81-107, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário estatístico da agroenergia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. – Brasília : Mapa/ACS, 160 p. 2009.

CAMARA, F. T. da. Biodiesel de dendê em trator agrícola: desempenho em função do tempo de armazenamento e da proporção de mistura na operação de preparo do solo. 2009. 92 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

LUCENA, T. K. de. Impactos do uso de biodiesel na economia brasileira: Uma análise pelo Modelo Insumo-Produto. 2008. 93 f. Tese (mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Centro de Estudos Sociais Aplicados, 2008.

MIRANDA, R. de M. e MOURA, R. D. **Óleo de dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidades da Amazônia.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200042&lng=pt&nrm=abn>. Acesso em: 10/03/2012.

MOURAD, A. L. **Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. Proceedings online... Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200029&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 16/04/2012.

PARENTE, E. J. S. “**Biodiesel uma aventura tecnológica num país engraçado.**”, Livro, 2003.

PAULILLO, L. F.; VIAN, C. E. de F.; SHIKIDA, P. F. A.; MELLO, F. T. de. **Álcool combustível e biodiesel no Brasil: quo vadis?**. Rev. Econ. Sociol. Rural [online]. 2007, vol.45, n.3, pp. 531-565. ISSN 0103-2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032007000300001>.

RODRÍGUEZ, C. J. C. Análise termoeconômica da produção de biodiesel: aspectos técnicos, econômicos e ecológicos. 2010. 171 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2010.

SILVA, P. R. F. da; FREITAS, T. F. S. de. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.843-851, maio/junho 2008.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. Proceedings online... Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000100032&lng=en&nrm=abn>. Acesso em 16/04/2012.

TORRES, E. A. **Avaliação de um motor do ciclo diesel operando com óleo de dendê para suprimento energético em comunidades rurais.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Proceedings online... Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200049&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 14/04/2012.

TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. B das ; VINHOLES, P. da S. ; VILLELA, F. A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 18, n. 1.2.3, p. 30-38, 2008.