

# Biodiesel: uma nova realidade energética no Brasil

Rosenira Serpa da Cruz,\* Mônica de Moura Pires,\*\* José Adolfo de Almeida Neto,\*\*\*  
Jaênes Miranda Alves,\*\*\*\* Sabine Robra,\*\*\*\*\* Geovânia Silva de Souza,\*\*\*\*\*  
Cézar Menezes Almeida,\*\*\*\*\* Sérgio Macedo Soares,\*\*\*\*\* Geórgia Silva Xavier,\*\*\*\*\*

## Resumo

Os aumentos do preço do petróleo e as preocupações ambientais renovaram o interesse de países na utilização de combustíveis alternativos como o biodiesel, substituto natural do diesel, produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais. O Brasil, com sua extensão territorial e diversidade edafoclimática, apresenta um grande potencial para a produção desse biocombustível. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel estabeleceu medidas para a sua produção em todo o território nacional, priorizando o uso da mamona e do dendê produzidos sob condições de agricultura familiar e, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do país, como geradora de emprego e renda. Na Bahia, a mamona e o dendê apresentam grande potencial para a produção de biodiesel na região do semi-árido e na região costeira, respectivamente, dada a adaptabilidade dessas culturas a essas regiões.

**Palavras-chave:** biocombustível, matriz energética, viabilidade econômica, marco regulatório.

## BIODIESEL: conceituação

Um dos primeiros registros da utilização de óleos vegetais em motores a combustão foi quando o próprio criador do motor, Rudolf Diesel, utilizou óleo de amendoim para uma demonstração na Exposição de

## Abstract

*The increase in the price of oil and environmental concerns have renewed the international interest in the use of alternative fuels such as biodiesel, a natural substitute for diesel, produced from vegetable oils and animal fat. Brazil, with its territorial extension and edaphoclimatic diversity, has a large potential for the production of this biofuel. The National Program for Biodiesel Use and Production established procedures for its production in all national territory, prioritizing the use of castor and palm seeds produced under family agricultural conditions, especially in the North and Northeast, as a job and income generator. In Bahia, castor and palm seeds have a significant potential for this production of biodiesel, in both semiarid and coastal regions, given their capacity to adapt to the climate and soils conditions.*

**Key words:** biofuel, energetic matrix, economic feasibility, regulatory mark.

Paris, em 1900 (ALTIN *et al.*, 2001). Historicamente, porém, o uso de óleos vegetais *in natura* como combustível foi rapidamente superado pelo uso de óleo diesel derivado de petróleo, tanto por fatores econômicos quanto técnicos. Contudo, os sucessivos aumentos do preço do petróleo e as crescentes preocu-

\* Professora Adjunta, Doutora em Química, Universidade Estadual de Santa Cruz. roserpa@uesc.br.

\*\* Professora Adjunta, Doutora em Economia Rural, Universidade Estadual de Santa Cruz. mpres@uesc.br.

\*\*\* Professor Assistente, Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Santa Cruz. jalmeida@uesc.br.

\*\*\*\* Professor Adjunto, Doutor em Economia Aplicada, Universidade Estadual de Santa Cruz. jaenes@uesc.br.

\*\*\*\*\* Mestranda em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, bolsista CAPES. srobra@web.de.

\*\*\*\*\* Estudante de graduação do Curso de Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, bolsista PIBIC/CNPq. gsilvadsousa@yahoo.com.br.

\*\*\*\*\* Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, bolsista FAPESB. cezaralmieda@terra.com.br.

\*\*\*\*\* Estudante de graduação do Curso de Licenciatura em Química, Universidade Estadual de Santa Cruz, bolsista PIBIC/CNPq. serginhomac1@hotmail.com.

\*\*\*\*\* Estudante de graduação do Curso de Licenciatura em Química, Universidade Estadual de Santa Cruz, bolsista UESC. geosx@hotmail.com.



pações ambientais renovaram o interesse de muitos países na utilização de combustíveis alternativos.

A utilização direta de óleos vegetais pode causar danos aos motores ciclo diesel, especialmente pela ocorrência de excessivos depósitos de carbono; obstrução nos filtros de óleo, linhas e bicos injetores; diluição parcial do combustível no lubrificante e comprometimento da durabilidade do motor (MA e HANNA, 1999). No entanto, por meio de uma reação de transesterificação esses problemas podem ser superados obtendo-se, assim, além do biodiesel, a glicerina.

O biodiesel é um biocombustível derivado monoalquil éster de ácidos graxos de cadeia longa, provenientes de fontes renováveis (ABREU *et al.*, 2004), possuindo propriedades físico-químicas similares ao óleo diesel de petróleo. Pelas suas características é um substituto natural ao diesel, podendo ser produzido a partir de óleos vegetais, gorduras animais e óleos utilizados em frituras de alimentos.

Embora alguns autores definam biodiesel como um tipo de biocombustível, outros adotam de forma genérica o termo biodiesel a qualquer tipo de biocombustível que possa substituir o diesel em uma matriz energética. Assim, óleos vegetais *in natura*, puros ou em misturas e bioóleos – produzidos pela conversão catalítica de óleos vegetais (pirólise) e microemulsões, que envolvem a injeção simultânea de dois ou mais combustíveis, geralmente imiscíveis, na câmara de combustão de motores do ciclo diesel – são denominados de biodiesel (RAMOS *et al.*, 2003).

Neste artigo, define-se biodiesel como o produto originado da transesterificação de óleos vegetais em conformidade com os parâmetros determinados na Resolução nº 42/2004 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, que estabelece as especificações do produto para o mercado doméstico.

**Fontes de matéria-prima**

Com sua extensão territorial e diversidade edafoclimática, o Brasil apresenta um grande potencial para a produção de diferentes espécies oleaginosas (Tabela 1). Assim, o biodiesel pode ser produzido a partir do dendê, babaçu, milho, girassol, soja, canola, colza, amendoim, mamona, óleos utilizados em fritura, etc.

**Tabela 1**  
**Oleaginosas disponíveis por região do território nacional para a produção de biodiesel**

Região	Óleos vegetais disponíveis
Norte	Dendê, babaçu e soja
Nordeste	Babaçu, soja, mamona, dendê, algodão, milho e coco
Centro-Oeste	Soja, mamona, algodão, girassol, dendê, milho e nabo forrageiro
Sudeste	Soja, mamona, algodão, milho e girassol
Sul	Soja, canola, girassol, algodão, milho e nabo forrageiro

Fonte: Adaptado de Kucek (2004).

O uso dessas fontes de matéria-prima para produção de biodiesel deverá, portanto, considerar alguns aspectos específicos, destacando-se entre eles: o monitoramento de toda a cadeia de produção do biocombustível (cultivo, processamento, uso/conversão e destinação dos resíduos) e os limites da capacidade de regeneração dos recursos naturais (solo, água etc.), de tal modo que a taxa de utilização não supere a de renovação e possíveis conflitos e concorrências no uso dessas matérias-primas e recursos naturais utilizados na produção do biocombustível, como, por exemplo, a produção de alimentos *versus* produção de energia.

Assim, o tipo de óleo vegetal a ser utilizado como matéria-prima para o biodiesel dependerá da sua viabilidade técnica, econômica e sócioambiental. Sob o ponto de vista agrônomo, aspectos como o teor em óleos vegetais (Tabela 2), a produtividade por unidade de área, o equilíbrio agrônomo, o atendimento a diferentes sistemas produtivos, a sazonalidade e demais aspectos relacionados ao ciclo de vida da planta, tornam-se relevantes.

**Tabela 2**  
**Rendimento anual em óleos vegetais brutos de algumas culturas oleaginosas**

Oleaginosa	Produtividade (L/ha/ano)
Dendê	6000
Babaçu	2000
Amendoim	1000
Colza	1180
Mamona	800
Girassol	650
Soja	500

Fonte: Adaptado de Lopes (1982).

Sob o ponto de vista econômico e ambiental, torna-se relevante analisar a relação entre a energia gasta na produção de um combustível (*Input*) e a energia obtida na sua combustão (*Output*). Conforme Almeida *et al.* (2004) verificaram, o balanço energético (O-I) é positivo, no caso da mamona, tanto para a rota etílica como metílica em todas as alternativas de alocação dos co-produtos (ração e adubo).

Quanto ao aspecto tecnológico, as características inerentes à matéria-prima empregada deverão possibilitar a sua viabilidade produtiva e, para tanto, se devem considerar alguns aspectos como: menor complexidade no processo de extração do óleo, número reduzido de etapas de tratamento e de componentes indesejáveis no óleo (como fosfolípidos, presentes no óleo de soja), adequado teor de ácidos graxos poli-insaturados e de ácidos graxos saturados e aproveitamento dos co-produtos gerados (hormônios vegetais, vitaminas, anti-oxidantes, proteínas e fibras).

Assim, o biodiesel constitui-se em uma alternativa para geração de energia limpa, que além do apelo ambiental, a produção desse combustível, a partir de diversas oleaginosas, implica na necessidade de expansão da produção agrícola das potenciais culturas para atender a esse novo mercado. Como resposta a essa maior demanda por oleaginosas, espera-se um aumento no nível de emprego e uma realocação na distribuição de renda, principalmente em regiões mais carentes do Norte e Nordeste do país.

Partindo-se dessa premissa inicial, o governo federal, através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, lançado em dezembro de 2004, estabeleceu as medidas de política para a sua produção em todo o território nacional, priorizando algumas matérias-primas, principalmente a mamona e o dendê produzidos sob condições de agricultura familiar, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do país.

**Aspectos tecnológicos**

A transesterificação de óleos vegetais ou gorduras animais (Figura 1) pode ser conduzida por uma variedade de rotas tecnológicas, dependendo, principalmente, do tipo de catalisador utilizado.

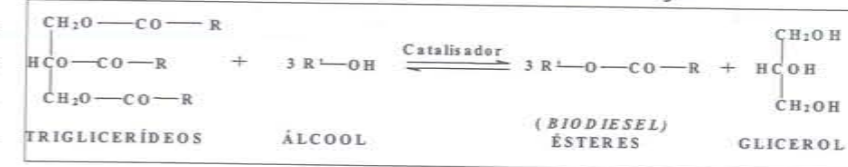
O rendimento em ésteres (biodiesel) pode ser influenciado por uma série de fatores que podem atuar isoladamente ou em conjunto, como: a pureza dos reagentes, o tipo e concentração do catalisador, a razão molar álcool: óleo e a temperatura da reação (MA e HANNA, 1999). Conversões totais são impraticáveis em uma única etapa de reação, pois além de reversíveis, tem-se a ocorrência de reações secundárias como a saponificação; por isso a maioria dos processos de produção ocorre em duas etapas sequenciais que garantem taxas de conversão maiores que 98%. Convém salientar que

para a obtenção de um biodiesel que atenda às especificações de qualidade são necessárias etapas de purificação para eliminação de sabões, triglicerídeos não reagidos, catalisador residual e glicerina livre.

Em nível mundial, a produção de biodiesel utiliza o metanol como agente de transesterificação e

**Sob o ponto de vista econômico e ambiental, torna-se relevante analisar a relação entre a energia gasta na produção de um combustível (Input) e a energia obtida na sua combustão (Output). Conforme Almeida et al. (2004) verificaram, o balanço energético (O-I) é positivo, no caso da mamona, tanto para a rota etílica como metílica em todas as alternativas de alocação dos co-produtos (ração e adubo)**

**Figura 1**  
**Equação geral para uma reação de transesterificação**



catálise homogênea em meio alcalino (hidróxido de potássio ou de sódio). Embora essa tecnologia prevaleça como a opção mais imediata e economicamente viável, a opção pela produção de biodiesel utilizando o etanol deve ser considerada como estratégica e de alta prioridade para o país por diversas razões, que vão desde implicações ambientais, econômicas e políticas até implicações soci-



ais (PAZ, 2003), além do domínio tecnológico na produção do etanol.

Quimicamente, o biodiesel possui características apropriadas de uso, especialmente pela ausência de enxofre e compostos aromáticos, melhor qualidade de ignição, ponto de combustão apropriado, não tóxico e biodegradável. Ademais, quando comparado ao diesel ele é menos poluente, reduzindo sensivelmente as emissões de materiais particulados, óxidos de carbono, óxidos de enxofre e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

**PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL – PNPB**

O PNPB envolve 14 ministérios no âmbito da Comissão Executiva Interministerial (CEI) – coordenado pela Casa Civil da Presidência da República, tendo como gestor operacional o Ministério de Minas e Energia. A evolução desse programa pode ser delineada pelos seguintes fatos:

- Decreto Presidencial – 23 de dezembro de 2003; Nomeação dos Membros – 19 de janeiro de 2004; Primeira Reunião da Comissão – 6 de fevereiro de 2004;
- Aprovação do Plano de Trabalho – 30 de março de 2004;
- Lançamento Oficial do Programa – 6 de dezembro de 2004;
- Lançamento do Portal do Biodiesel ([www.biodiesel.gov.br](http://www.biodiesel.gov.br)) e da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel – 29 e 30 de março de 2005.

A Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), coordenada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, é composta por 56 instituições e integra cerca de 210 pesquisadores, que atuam nas diversas áreas da cadeia produtiva do biodiesel. A finalidade dessa rede é discutir os aspectos agrônômicos, processo de produção, especificação de qualidade, aproveitamento de co-produtos, condições de armazenamento e ensaios em motores com biodiesel.

**Marco regulatório**

A utilização comercial do biodiesel no Brasil está amparada no marco regulatório lançado em 6 de dezembro de 2004 pelo Governo Federal, por meio da Medida Provisória 214, convertida na Lei 11.097/2005 em 13 de janeiro de 2005. Conforme definido nesse marco, autorizou-se a mistura de 2% de biodiesel ao diesel (B-2), desde janeiro de 2005, tornando-a obrigatória em 2008, quando será autorizado o uso de 5% (B-5).

**Assim, o biodiesel constitui-se em uma alternativa para geração de energia limpa, que além do apelo ambiental, a produção desse combustível, a partir de diversas oleaginosas, implica na necessidade de expansão da produção agrícola das potenciais culturas para atender a esse novo mercado**

O marco regulatório é constituído por atos legais, em que se definem os percentuais de mistura do biodiesel ao diesel, a forma de utilização do combustível e o regime tributário. Quanto à regulação e fiscalização da comercialização dos biocombustíveis, a competência é

da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), conforme Medida Provisória 227, de 6/12/2004. Por meio do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE estabeleceram-se as diretrizes de produção e o percentual de mistura do biodiesel ao diesel de petróleo. Com isso, criou-se, por meio de resoluções, a figura do produtor de biodiesel (RANP 41/2004) e estabeleceram-se as especificações do novo combustível (RANP 42/2004), estruturando a cadeia de comercialização. Além disso, foram alteradas 18 Portarias do Abastecimento Nacional de Combustíveis (biodiesel e/ou mistura óleo diesel/biodiesel especificado ou autorizado pela ANP) – RANP 23 a 40/2004.

No regime tributário adota-se uma diferenciação de alíquotas em função da região de plantio, do tipo de oleaginosa e da categoria de produção, se agronegócio ou agricultura familiar, e prevê a isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).

Em 22 de fevereiro de 2005, a Secretaria da Receita Federal, por meio da Instrução Normativa SRF nº 516, estabeleceu que os estabelecimentos produtores e importadores de biodiesel são obrigados a fazer sua inscrição no Registro Especial instituído pelo art. 1º da Medida Provisória no. 227/2004, não podendo exercer suas atividades sem prévio atendimento a

essa exigência. A concessão desse Registro dar-se-á por estabelecimento, de acordo com o tipo de atividade desenvolvida, e será específico para produtor e para importador de biodiesel.

O modelo tributário aplicável ao PIS/PASEP e COFINS, Lei 11.116, de 18 de maio de 2005, prevê que a incidência ocorra uma única vez sobre a receita bruta auferida pelo produtor ou importador de biodiesel, com alíquotas de 6,15% (PIS/PASEP) e 28,32% (COFINS), podendo o contribuinte optar por uma alíquota específica, com o recolhimento dos valores de R\$ 120,14 (PIS/PASEP) e R\$ 553,19 (COFINS) por m³. Assim, os níveis de PIS/PASEP e COFINS podem ser reduzidos conforme disposto na Tabela 3.

**Tabela 3**  
**Níveis de redução do PIS/PASEP/COFINS**

Tipo de Matéria-prima	Região Produtora	Tipo de agricultura	Coefficiente de redução (%)	PIS/PASEP/COFINS (R\$)
Qualquer	Qualquer	Qualquer	67,00	0,22220
Mamona ou palma	N, NE e Semi-árido	Qualquer	77,50	0,15150
Qualquer	Qualquer	Familiar/PRONAF	89,60	0,07002
Mamona ou palma	N, NE e Semi-árido	Familiar/PRONAF	100,00	0,00000

Fonte: dados da pesquisa.

Assim, o coeficiente de redução geral fica fixado em 67,9%, sendo distribuídos da seguinte forma: R\$ 0,03965/L (PIS/PASEP) e R\$ 0,18255/L (COFINS), implicando em um total de redução em termos monetários de R\$ 0,2222/L.

O governo, no entanto, procura privilegiar o biodiesel produzido a partir de mamona ou dendê, dado que o uso dessas matérias-primas, sob determinadas condições, poderia ter a carga tributária das contribuições de PIS/PASEP e COFINS reduzida em até 100%. Os benefícios tributários serão concedidos apenas aos produtores industriais de biodiesel que tiverem o Selo combustível social. Isso acontece quando o produtor industrial compra matéria-prima de agricultores familiares.

Para o biodiesel de mamona ou dendê, produzidos na região Norte, Nordeste e no Semi-Árido, pelo agronegócio a redução da alíquota é de 30,5%.

O Selo "Combustível Social" será concedido ao produtor de biodiesel que cumprir as seguintes exigências:

- a) adquirir percentual mínimo de matéria-prima definido de acordo com o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA);
- b) realizar contratos com agricultores familiares especificando condições de comercialização, garantindo renda e prazos compatíveis com a atividade, conforme requisitos estabelecidos pelo MDA;
- c) assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

Sob tais condições, o produtor de biodiesel poderá utilizar o selo "Combustível Social" objetivando:

- a) usufruir de políticas públicas específicas voltadas para a promoção da produção de combustíveis renováveis com inclusão social e desenvolvimento regional;
- b) promover a comercialização da produção.

O Selo "Combustível Social", portanto, tem como meta promover a inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF e comprovar regularidade perante o Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores – SICAF.

Comparando-se a lei sem o redutor e o decreto que estabelece os índices de redução (Tabela 4), têm-se as seguintes relações:

Nesse contexto, o modelo tributário para a cadeia produtiva do biodiesel visa coibir fraudes e desvios no recolhimento de tributos e conceder tratamento diferenciado ao biodiesel. Quanto ao financiamento da produção agrícola, a Resolução BNDES nº 1.135/2004 institui o Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel no âmbito do Programa Nacional, prevendo investimentos em todas as fases da cadeia produtiva: fase agrícola; equipamentos para produção de óleo bruto e de biodiesel; armazenamento; logística; e aquisição de máquinas e equipamentos homologados para uso de biodiesel. Estabeleceu-se, assim, redução do percentual de garantias reais de 130% para 100% do valor do financiamento e possibilidade de dispensa de garantias reais e pessoais quando houver contrato de longo prazo para compra e venda de biodiesel.

No que se refere à logística de suprimento do biodiesel, esta se dá da seguinte forma: produtor



agrícola – transporte para unidade de produção de biodiesel – transporte para unidade de distribuição ou refinaria (agentes autorizados para adicionar biodiesel ao diesel) – mistura (especificada ou autorizada pela ANP) – distribuição aos revendedores.

**BIODIESEL NA BAHIA**

A inserção do biodiesel na matriz energética do país implica em consideráveis mudanças, seja pelos aspectos econômicos, seja pelos aspectos sociais. No caso específico da Bahia, a mamona e o dendê são as oleaginosas que apresentam grande potencial

para alavancar o programa estadual de biodiesel, dada a adaptabilidade dessas culturas às condições edafoclimáticas da região do semi-árido e da região costeira, respectivamente.

**Tabela 4**  
**Modelo tributário para diesel e biodiesel**

Combustível	Lei sem redutor						
	CIDE	PIS/COFINS	Total CIDE + PIS/COFINS	ICMS CIDE + PIS/COFINS	Total CIDE + PIS/COFINS		
				12%	17%	12%	17%
Diesel	0,3900	0,4615	0,8515				
Biodiesel	0,0000	0,6733	0,6733				
Decreto com redutor							
Diesel	0,0700	0,1480	0,2180	0,0297	0,0447	0,2477	0,2627
Biodiesel (100%)	0,0000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Biodiesel (89,6%)	0,0000	0,07002	0,0700	0,0095	0,0143	0,0796	0,0844
Biodiesel (77,5%)	0,0000	0,15150	0,1515	0,0207	0,0310	0,1722	0,1825
Biodiesel (67%)	0,0000	0,22220	0,2222	0,0303	0,0455	0,2525	0,2677

**Unidades de produção**

Como resultado dos esforços governamentais, o Brasil, em 24 de março de 2005, inaugurou a primeira usina industrial de biodiesel (Grupo Biobras), com capacidade de produção de 12 milhões de L/ano, no município de Cássia, Minas Gerais; posteriormente foram autorizadas oito unidades de produção. Segundo a ANP, existem 61 projetos de solicitação de autorização para produção de biodiesel. A implementação de tais projetos resultaria em mais 1,6 milhão de litros, ampliando assim a capacidade nominal atual. Porém, isso ainda é pouco frente a uma demanda de 840 milhões de litros, no caso do uso do B2.

A ANP vem adotando os leilões para comercialização do biodiesel. Tal política visa garantir o escoamento da matéria-prima, principalmente da agricultura familiar, garantindo, assim, mercado para os produtores do biodiesel. Nesse sentido, já foram realizados quatro leilões, sendo que os dois primeiros conseguiram vender para a Petrobras 240 milhões de litros e a expectativa é que os dois últimos, realizados em julho de 2006, atinjam 600 milhões de litros de biodiesel. Atualmente, existem 500 postos da BR Distribuidora comercializando o biodiesel e a expectativa é que se atinja 7 mil postos em 2007.

A mamoneira (*Ricinus communis L.*), por exemplo, é uma espécie de oleaginosa que possui uma adaptabilidade produtiva em quase todas as zonas tropicais e subtropicais do mundo (PIRES *et al.*, 2004). No Brasil, o cultivo da mamona tem sido, tradicionalmente, realizado por pequenos e médios produtores, consorciado com feijão e milho. Constitui-se em importante alternativa agrícola para o semi-árido nordestino, como geradora de emprego e como fonte de matéria-prima para a indústria química do país. O modelo atual de produção da mamona possibilita a geração de emprego para uma população situada em localidades que estão à margem do processo de desenvolvimento do país e inibe a existência de monoculturas, dado o caráter de produção consorciada. Tais características representam um cenário favorável para o emprego dessa cultura como fonte de matéria-prima na produção de biodiesel.

Da mamona pode-se extrair o óleo e outros co-produtos, sendo o óleo o produto mais nobre. Em cada amêndoa, pode-se retirar cerca de 43% a 49% de óleo, segundo experimentos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Campina Grande, Paraíba.

Historicamente, o estado da Bahia tem-se revelado como principal produtor nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2003, a área plantada foi de 125 mil hectares (93% de toda área plantada com mamona no país), distribuí-

da, basicamente, em quatro microrregiões: Irecê (84.900 ha – 68%), Jacobina (19.270 ha – 15%), Senhor do Bonfim (7.475 ha – 6%) e Seabra (5.060 – 4%). Essas microrregiões apresentam grande potencial de expansão, pois as condições locais prevalentes são favoráveis, em função da pouca exigência quanto à fertilização e aos tratamentos fitossanitários.

Com relação aos aspectos sociais, a mamona é uma cultura de grande apelo social por fixar mão-de-obra e gerar emprego em uma região do estado com poucas alternativas de trabalho e renda para o agricultor. Além disso, essa oleaginosa produz co-produtos que possuem valor de mercado, como a torta, para uso como fertilizante, a polpa, para ração animal, e o caule, utilizado na fabricação de papel e tecidos rústicos. Assim, o cultivo da mamona tem grande perspectiva de expansão no Nordeste brasileiro, em especial no semi-árido, seja pelo uso atual do óleo, seja pela possibilidade de uso como combustível na produção de biodiesel.

Estima-se que o nordeste brasileiro disponha de mais de 45 milhões de hectares de terras com aptidão para o cultivo da mamona (PIRES *et al.*, 2004). Nesse sentido, a expansão da cultura é importante, pois, além da produção atual estar comprometida com outros usos (cola, náilon, lubrificação de avião, tinta, cosmético, papel, entre outros), a quantidade produzida de óleo é ainda insuficiente, o que tem implicado em importação do produto (FAO, 2004).

A mamona, dentre as diversas alternativas de matéria-prima para produção de biodiesel, possui uma característica peculiar que é a não concorrência com o mercado de alimentos, pois não se insere nas cadeias alimentar humana e animal, diferentemente de outras oleaginosas, como, por exemplo, a soja.

O dendê constitui-se em outra potencial fonte de matéria-prima para produção de biodiesel, sendo que seus plantios encontram-se localizados na região costeira do estado da Bahia. A maioria dos plantios baianos adota manejos inadequados e a idade média

dessas palmáceas é de, aproximadamente, 20 anos, implicando em níveis declinantes de produtividade. Portanto, tornam-se necessárias políticas que propiciem a inserção de novos plantios e novas tecnologias de produção, colheita e processamento para que

se possa incorporar essa matéria-prima na produção de biodiesel, pois o rendimento de óleo por hectare pode atingir entre três e seis toneladas/hectare/ano, o que caracteriza uma vantagem para essa cultura comparativamente a outras oleaginosas (Tabela 2).

Em termos de área produtiva, o país possui, ainda, 750 mil hectares com aptidão para o cultivo de dendê, o que implicaria em uma expansão de, aproximadamente, oito vezes a área atual (86 mil hectares). Do total atualmente cultivado, a Bahia possui segundo dados do IBGE, quase 42 mil hectares localizados predominantemente na microrregião de Valença (Nilo Peçanha, Taperoá, etc.), região cos-

teira do estado.

Diferentemente da mamona, o dendê concorre na cadeia alimentar humana, pois seu óleo é usado como fonte de alimento em algumas localidades do país. No entanto, a produção nacional de dendê, assim como a da mamona, deve aumentar dada a maior demanda pelo óleo.

Percebe-se, porém, que enquanto a produção de óleo de dendê tem crescido ao longo dos últimos anos, a produção de mamona praticamente se estagnou ao longo do período de 1990 a 2002 (Tabela 5).

A substituição de 2% de diesel por biodiesel retira do mercado cerca de 800 milhões L/ano de diesel, para um consumo anual em torno de 40 bilhões de L, minimizando assim o impacto das importações, que estão em torno de 10% (4 bilhões de L de diesel importado) na balança de pagamentos do país. Como o setor de transportes de cargas e passageiros representa, aproximadamente, 38 bilhões de L da demanda interna de diesel, este deverá sofrer os primeiros impactos nos custos.

**No que se refere à logística de suprimento do biodiesel, esta se dá da seguinte forma: produtor agrícola – transporte para unidade de produção de biodiesel – transporte para unidade de distribuição ou refinaria (agentes autorizados para adicionar biodiesel ao diesel) – mistura (especificada ou autorizada pela ANP) – distribuição aos revendedores**



**Tabela 5**  
**Produção brasileira e mundial de óleo das principais oleaginosas, período de 1990 a 2002**

Ano	Óleo de Dendê (T)			Óleo de Soja (T)			Óleo de Mamona (T)		
	Brasil (a)	Mundial (b)	(a/b) %	Brasil (a)	Mundial (b)	(a/b) %	Brasil (a)	Mundial (b)	(a/b) %
1990	65.600	11.445.248	0,57	2.674.080	15.655.903	17,08	66.400	460.782	14,41
1991	69.900	11.876.422	0,59	2.420.090	15.718.058	15,40	73.300	507.063	14,46
1992	60.000	12.860.070	0,47	2.832.360	17.194.768	16,47	54.400	419.700	12,96
1993	53.800	14.158.630	0,38	3.088.088	17.313.163	17,84	26.900	407.799	6,60
1994	70.800	14.713.582	0,48	3.280.721	17.823.844	18,41	27.900	456.854	6,11
1995	75.500	15.923.981	0,47	3.875.376	19.826.159	19,55	22.200	412.008	5,39
1996	79.500	17.027.367	0,47	3.861.000	19.911.442	19,39	21.400	469.163	4,56
1997	80.400	18.275.850	0,44	3.544.000	20.072.410	17,66	42.500	448.559	9,47
1998	88.600	18.204.524	0,49	4.163.000	23.150.105	17,98	21.100	452.125	4,67
1999	92.000	21.225.736	0,43	4.106.000	23.904.783	17,18	19.400	435.693	4,45
2000	108.000	22.394.751	0,48	4.036.000	23.893.952	16,89	39.600	608.891	6,50
2001	110.000	24.201.093	0,45	4.430.000	25.661.248	17,26	44.900	476.855	9,42
2002	108.000	25.292.145	0,43	4.450.000	25.904.930	17,18	37.000	498.818	7,42
TGC (%)	5,5***	7,0***		5,0***	4,7***		ns	ns	

Fonte: FAO (2004). Nota: TGC significa taxa geométrica de crescimento; \*\*\* significativa pelo teste de t de student a 1% e; ns, não significativo estatisticamente.

Para atender a essa demanda de importação, são necessários 4 bilhões de L de biodiesel, o que implicaria na necessidade de expansão da área plantada com oleaginosas para fins energéticos. A dimensão dessa área dependerá da produtividade de óleo/hectare. Como o país dispõe de cerca de 150 milhões de hectares para a agricultura e, no caso da Bahia, de cerca de 12 milhões de hectares.

Com relação ao B-2, cria-se um mercado interno potencial, nos próximos três anos, de pelo menos 800 milhões de L/ano para o novo combustível, sendo necessários cerca de 1,5 milhões de hectares, o que representa apenas 1% da área plantada e disponível para agricultura no país.

Outra matéria-prima importante são os óleos e gorduras residuais (OGR). A principal vantagem dessa matéria-prima reside no fato do aproveitamento de um resíduo, implicando em uso mais racional das redes de esgoto, evitando o descarte via rede fluvial. Atualmente, o Brasil gera de 1,8 a 2,2 kg/per capita/ano, o que implicaria na produção de 300 mil L de biodiesel/ano.

Dados da pesquisa realizada em 2000 por pesquisadores da UESC indicaram que as cidades de Salvador, Itabuna e Ilhéus geram, em média, 4.500 T/ano, 234 T/ano e 144 T/ano, respectivamente. No entanto, essa matéria-prima deve ser empregada junta-

mente com óleos *in natura*, em função da complexidade da sua coleta e da quantidade gerada.

#### Biodiesel na UESC

Em relação às pesquisas sobre biodiesel na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, estas tomaram impulso a partir do "I Workshop Sobre a Geração de Energia a Partir de Óleos Vegetais", em março de

1998. Naquele momento, as propostas priorizavam o estudo de oleaginosas locais, como o dendê, na produção de combustíveis para uso local, na geração termoelétrica ou para aplicação em motores estacionários de moendas, prensas ou conjuntos moto-bomba para irrigação.

Os estudos preliminares realizados em 1998, com o dendê como combustível em motores ciclo diesel, apontaram alguns problemas para sua execução. O principal problema inicialmente verificado estava associado à qualidade da matéria-prima a ser utilizada para produção do combustível. Com isso houve uma mudança na direção desses estudos e partiu-se para pesquisas com outras matérias-primas, em especial com óleos e gorduras residuais (OGR), em função de estudos realizados na Universidade de Kassel, na Alemanha. O reaproveitamento de óleos e gorduras usados na produção de combustível tipo diesel apresentou resultados e perspectivas promissoras, tanto do ponto de vista técnico como econômico. Diante dessa perspectiva, foi firmado um acordo de cooperação entre a UESC e o Departamento Agrartechnik da Universidade de Kassel, em outubro de 1998, o que propiciou o intercâmbio de pesquisadores entre as Universidades.

Em 1999, foram realizados estudos preliminares sobre o potencial, a qualidade e a origem dos OGR

descartados pelo setor alimentício nas cidades de Ilhéus, Itabuna e Salvador. A partir desse estudo foi estruturada uma rede de coleta de OGR junto a 40 estabelecimentos comerciais, localizados nas cidades de Ilhéus e Itabuna, com a finalidade de colocar em operação a planta piloto doada pela Universidade de Kassel para a UESC, inaugurada em março de 2000. Essa planta opera em regime de batelada, com capacidade de produção de até 2.000 litros de combustível por dia, por meio de processo de transesterificação. Com a realização da Campanha "Saúde e Meio Ambiente", no verão 2000/2001, junto aos estabelecimentos colaboradores, foi possível um controle mais rigoroso do processo de fritura dos alimentos, resultando na melhoria na qualidade dos OGR descartados nas cidades de Ilhéus e Itabuna, refletindo positivamente na saúde da comunidade regional.

Atualmente, o projeto encontra-se na fase de aprofundamento das pesquisas com mamona e dendê tendo como objetivo: a otimização da reação em laboratório (utilizando tanto o etanol como metanol como agente de transesterificação), o estudo de catalisadores heterogêneos, a avaliação da qualidade do biodiesel produzido e a avaliação econômica (viabilidade econômico-financeira, determinação de custos de produção, análise de cenários, entre outros) e ambiental (análise de ciclo de vida, entre outros), além da transferência de tecnologia de unidades de produção para escala comercial, em parceria com o setor privado.

Os experimentos até então realizados mostraram que o uso do biodiesel em veículos da frota da UESC não apresentou problemas quanto ao motor, pois, desde março de 2000, vários veículos rodaram com misturas diferenciadas de biodiesel/diesel e passaram por avaliação técnica na Retífica de Itabuna - ITAREL.

Em 2004, a UESC participou de um programa interlaboratorial, dentro do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, para análise de amostra

de biodiesel e verificação da conformidade dos resultados com a especificação ANP, Portaria nº 255, de 15/09/2003, modificada em 2004 (RANP 42/2004). As amostras foram analisadas em três laboratórios Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), Institu-

**O dendê constitui-se em outra potencial fonte de matéria-prima para produção de biodiesel, sendo que seus plantios encontram-se localizados na região costeira do estado da Bahia. A maioria dos plantios baianos adota manejos inadequados e a idade média dessas palmáceas é de, aproximadamente, 20 anos, implicando em níveis declinantes de produtividade**

to Nacional de Tecnologia (INT) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), sob a coordenação da ANP. Essas análises mostraram que o biodiesel produzido na planta piloto da UESC, usando OGR e metanol como matérias-primas e hidróxido de potássio como catalisador, atendeu à maioria dos itens constantes na portaria, à exceção do ponto de fulgor, resíduo de carbono e teor de potássio. Esses resultados mostram que devem ser feitas pequenas modificações técnicas na planta piloto da UESC para que o biodiesel atenda plenamente às

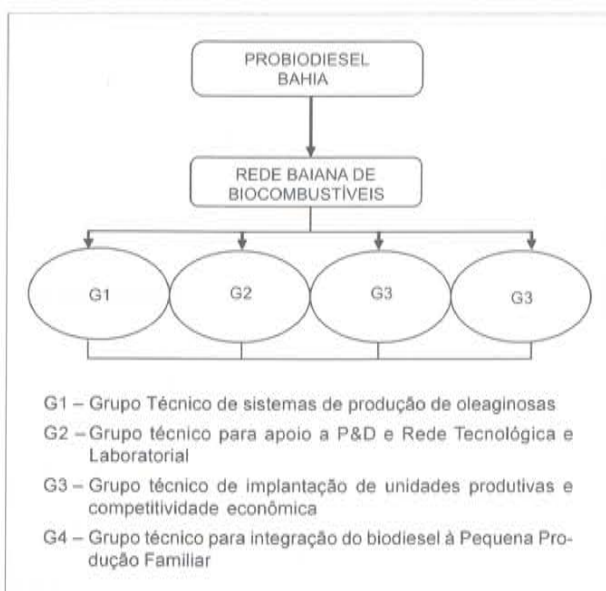
especificações, conforme discutido entre representantes do Ministério de Minas e Energia, da ANP e da UESC. A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB aprovou projeto de infra-estrutura para a realização de modificações na planta piloto da UESC, que se encontra em fase final. Outros projetos na área que contam com aporte financeiro da FAPESB são o de Fortalecimento da Rede Baiana de Biodiesel e o Projeto de Unidade Industrial de Processo Contínuo para a Produção de Biodiesel, visando a estruturação de um laboratório de controle de qualidade na UESC e um laboratório de avaliação de desempenho e emissões na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Recentemente foi aprovado projeto de implantação de dois modelos de produção sustentável em pequenas unidades nos estados da Bahia e Ceará, com aporte financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e de secretarias do estado da Bahia (Secretaria de Combate à Pobreza - SECOMP e Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação - SECTI).

A experiência do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente da UESC, responsável pelas pesquisas de biodiesel na instituição, ao longo desses anos, propiciou sua participação ativa no Programa Nacional de



Produção e Uso Biodiesel e na Rede de Tecnologia para a Produção de Biodiesel, cabendo à UESC, juntamente com a Universidade de Brasília (UNB) e a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), a coordenação do tema produção do combustível nessa rede. Em nível estadual, o grupo organizou, em maio de 2003, o I Seminário da Rede de Biodiesel da Bahia (UESC/UFBA – Escola Politécnica), impulsionando a implementação no estado do Programa Estadual de Biodiesel (PROBIODIESEL BAHIA), coordenado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI). Hoje, o Probiodiesel Bahia é uma realidade, cabendo, atualmente, à UESC a coordenação de dois dos quatro Grupos de Trabalho (Figura 2).

**Figura 2**  
**Estrutura organizacional do Probiodiesel Bahia**



O projeto biodiesel, desenvolvido pelo Grupo Bioenergia e Meio Ambiente, tem alcançado uma grande aceitação junto à comunidade regional, como pode ser demonstrado pelas constantes visitas de empresas privadas da região e pelo crescente número de convites para palestras em diferentes eventos. Em 2006, oito trios elétricos do carnaval de Salvador utilizaram a mistura B-5 produzida na UESC, com autorização da ANP para essa finalidade.

No Estado da Bahia, diversas instituições vêm realizando pesquisas na área de biodiesel, dentre as quais se destacam a UFBA, Universidade Salvador

(UNIFACS), Centro de Tecnologia Industrial Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/CE-TIND), EMBRAPA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

## REFERÊNCIAS

ABREU, R. F.; LIMA, D. G.; HAMAÚ, E. H.; WOLF, C.; SUAREZ, P. A. Z. Utilization of metal complexes as catalysts in the transesterification of brazilian vegetable oils with different alcohols. *Journal of Molecular Catalysis*, v. 209, p. 29-33, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Disponível em: [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br). Acesso em: 04 abril 2005.

ALMEIDA NETO, J. A. *Balanço energético de ésteres metílicos e etílicos de óleo de mamona*. In: Congresso Brasileiro de Mamona Energia e Sustentabilidade, I, 2004. *Anais...* Campina Grande: Embrapa, 2004.

ALTIN, R.; ÇETINKAYA, S.; YÜCESU, H.S., The potencial of using vegetal oil fuels as ful for diesel engines, *Energy Conversion and Management*, 42, p. 529, 2001.

IBGE. Disponível em: [www.ibge.gov.br / bda / acervo2](http://www.ibge.gov.br/bda/acervo2) aps Acesso em: janeiro 2005.

KUCEK, K.T. *Otimização da transesterificação etílica de óleo de soja em meio alcalino*. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. 2004.

LOPES, O.C. *Novos catalisadores para transesterificacao de óleos vegetais*. 1982. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1982.

MA, F.; HANNA, M. A; *Biodiesel production: a review*, Bioresource Technology, 1999.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Disponível em: [www.apps.fao.org / faostat / collections](http://www.apps.fao.org/faostat/collections). Acesso em: janeiro. 2005.

PAZ, M. J. D. *A química e a físico-química na produção e no uso do biodiesel*. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE QUÍMICA, 06, 2004, Salvador. *Anais...* Salvador: Centro de Convenções da Bahia, 2004.

PIRES, M. de M. *et al*, *Biodiesel de mamona: uma avaliação econômica*. In: Congresso Brasileiro de Mamona Energia e Sustentabilidade, I, 2004, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Embrapa, 2004.

RAMOS, L.P; DOMINGOS, A.K.; KUČEK, K.T.; WILHELM, H.M. *Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil*. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, Brasília, DF, v. 31, p. 28-37, 2003.