

O Futuro da Indústria: **Biodiesel**

Presidência da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Luiz Fernando Furlan

Ministro

Secretaria de Tecnologia Industrial

Jairo Klepacz

Secretário

André Marcos Favero

Chefe de Gabinete

Manuel Fernando Lousada Soares

Diretor de Política Tecnológica

José Rincon Ferreira

Diretor de Articulação Tecnológica

Secretaria de Desenvolvimento da Produção

Antônio Sérgio Martins Mello

Secretário

Nilton Sacenco Kornijezuk

Diretor de Setores Intensivos em Capital e Tecnologia

Confederação Nacional da Indústria e Conselho Superior do IEL

Armando Queiroz Monteiro Neto

Presidente

Instituto Euvaldo Lodi

Carlos Roberto Rocha Cavalcante

Superintendente



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior



O Futuro da Indústria: **Biodiesel**

Coletânea de Artigos

Série Política Industrial,
Tecnológica e de Comércio Exterior – 14

Brasília, DF
2006

© 2006. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC
Instituto Euvaldo Lodi – IEL/Núcleo Central

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

- 1 - O futuro da indústria de bens de capital: a perspectiva do Brasil
- 2 - O futuro da indústria de fármacos: a perspectiva do Brasil
- 3 - O futuro da indústria de semicondutores: a perspectiva do Brasil
- 4 - O futuro da indústria de software: a perspectiva do Brasil
- 5 - O futuro da indústria da construção civil: construção habitacional
- 6 - O futuro da indústria de transformados plásticos: embalagens plásticas para alimentos
- 7 - O futuro da indústria têxtil e de confecções: vestuário de malha
- 8 - O futuro da indústria: produtividade de capital
- 9 - O futuro da indústria: empreendedorismo
- 10 - O futuro da indústria: educação corporativa
- 11 - O futuro da indústria: tendências tecnológicas e a indústria brasileira
- 12 - O futuro da indústria: a importância da metrologia para o desenvolvimento industrial
- 13 - O futuro da indústria: educação corporativa – reflexões e práticas

O futuro da indústria: biodiesel: coletânea de artigos / coordenadores José Rincon Ferreira, Carlos Manuel Pedrosa Neves Cristo. – Brasília : MDIC-STI/IEL, 2006.

145 p. : il. – (Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, 14).

ISBN 000000000

1. Energia renovável. 2. Biocombustível. 3. Política industrial. 4. Biodiesel. I. Título. II. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. III. Instituto Euvaldo Lodi. IV. Série.

CDU 620.92

A Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior tem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no âmbito do projeto Integração de Iniciativas Interinstitucionais ao Fome Zero: Aproximação do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Secretaria de Tecnologia Industrial
Departamento de Articulação Tecnológica
Esplanada do Ministérios, bloco J, sobreloja
70053-900 – Brasília-DF, Brasil
Tel.: 55 (61) 3425-7391 – Fax: 55 (61) 3425-7286
<http://www.desenvolvimento.gov.br> – e-mail: sti@desenvolvimento.gov.br

Instituto Euvaldo Lodi – Núcleo Central
SBN Quadra 1, bloco B, 9º andar, Ed. CNC
70040-902 – Brasília-DF, Brasil
Tel.: 55 (61) 3317-9080 – Fax: 55 (61) 3317-9403
<http://www.iel.cni.org.br> – e-mail: iel.cni@iel.cni.org.br

Agradecimentos

Agradecemos a Amil Assistência Médica, Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (Abipti), Associação Brasileira de Educação Corporativa (ABEC), Banco do Brasil, Banco Itaú, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Companhia Brasileira de Alumínio – Grupo Votorantin, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Datasul Educação Corporativa, Guanabara Química Industrial (Getec), Grupo Gerdau, Isvor/Fiat, Motorola Brasil, Natura, Petrovina Sementes, Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), e, em especial, à Empresa Brasileira de Aeronáutica, Embraer, pela participação na edição das Coletâneas da Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.



Apresentação

Esta coletânea de artigos sobre Biodiesel é um esforço de reflexão num campo de futuro promissor. Estão aqui reunidos textos que revelam uma janela de oportunidade para o desenvolvimento nacional. Esta publicação, articulada pela Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (STI/MDIC), dá seqüência a um trabalho que vem sendo desenvolvido em parceria com a Confederação Nacional da Indústria, em consonância com a nova Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE).

Essa política evidencia o uso da biomassa como uma atividade portadora de futuro e, nessa direção, o Governo Federal, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, vem implementando medidas para a consolidação de uma nova opção energética, não apenas para o País, mas para o mundo.

São reconhecidas as vantagens comparativas do Brasil quanto à qualidade de solo, clima e disponibilidade de água para a produção agrícola. O ProÁlcool desenvolve-se como o maior programa mundial de agroenergia, aproveitando-se dessas condições e da disponibilidade de terras agriculturáveis.

O Biodiesel surge, ainda com uma forte motivação social. Várias oleaginosas adaptam-se generosamente ao semi-árido brasileiro, o que oferece uma opção econômica para as regiões pobres. A utilização de áreas ociosas e a recuperação de áreas degradadas, somadas às ações do programa de produção e uso de biodiesel, são um caminho de desenvolvimento.

As características do nosso óleo mineral cru ensejam uma forte redução do enxofre liberado no meio ambiente, evitando a proliferação de enfermidades respiratórias, principalmente nas áreas urbanas. A redução do enxofre encontra no biodiesel um aliado que, além disso, melhora as condições de uso do combustível para os motores.

Em São Paulo já temos, em caráter experimental, uma expressiva parcela da frota urbana usando uma mistura de 30% de biodiesel.

O biodiesel pode tornar-se uma *commodity* de ampla demanda internacional, principalmente na Europa. No continente Europeu, a produção de biocombustíveis provavelmente não será suficiente para atingir a meta de 5,75% do total dos combustíveis utilizados até 2010, com matéria-prima local. O Brasil já participa de forma expressiva do suprimento do mercado de etanol, para fins automotivos, da Suécia.

A proposta do MDIC aponta para a difusão de conhecimento sobre o uso do nosso biodiesel. Buscamos participar do processo de elaboração das normas internacionais e estimular a indústria automobilística a realizar testes com percentuais crescentes de biodiesel, na mistura com diesel mineral.

Há, ainda, outro tema de grande importância, que deverá se constituir, por si só, assunto de uma futura publicação: os coprodutores e os bioplásticos. Tanto a partir do etanol, quanto a partir de óleos – o de mamona (rícin), em evidência – obtemos plásticos de alta qualidade. A demanda internacional por esses produtos cresce na mesma medida em que a consciência sobre os problemas do meio ambiente se difunde. Da produção de biodiesel, resultam 10% de glicerina, matéria-prima para uma infinidade de produtos a serem pesquisados e desenvolvidos.

O biodiesel oferece uma oportunidade para a integração entre indústria, agricultura familiar e combate à pobreza. Tudo isso ao lado da conquista de novo padrão energético: sustentável, ambientalmente responsável e economicamente dinâmico.

Luiz Fernando Furlan

Ministro de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Sumário

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| Notas do coordenador | 11 |
|-----------------------------------|-----------|

| | |
|--|-----------|
| Biodiesel no Brasil: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade | 15 |
|--|-----------|

Rodrigo Augusto Rodrigues

Mestre em Economia pela Universidade de Brasília, Professor de Graduação e Pós-Graduação em Instituições de Ensino Superior de Brasília, Servidor público federal, Subchefe Adjunto na Casa Civil da Presidência da República, Coordenador da Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel e autor de diversos trabalhos relacionados à Economia da Regulação

| | |
|---|-----------|
| A produção do biodiesel: uma perspectiva para a agroenergia no Nordeste brasileiro | 27 |
|---|-----------|

Wilson Sotero Dália

Universidade de Pernambuco – Escola Politécnica do Departamento de Engenharia Mecânica & Mecatrônica, Colaborador do IEL Pernambuco

| | |
|---|-----------|
| A agroenergia e os novos desafios para a política agrícola no Brasil | 37 |
|---|-----------|

José Nilton de Souza Vieira

Mestre em Economia pela UFRJ, Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, atualmente Coordenador Geral de Acompanhamento e Avaliação, do Departamento de Cana-de-açúcar e Agroenergia, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

| | |
|--|-----------|
| Biodiesel e agricultura familiar no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura | 49 |
|--|-----------|

Arnoldo Campos

Coordenador Geral de Agregação de Valor e Renda, Secretaria de Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Edna de Cassia Carmelio

Coordenadora de Biocombustíveis, Secretaria de Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário

Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial 67

José Roberto Rodrigues Peres

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

As tecnologias de produção de biodiesel 83

Carlos Nagib Khalil

Consultor Sênior do Centro de Pesquisas da Petrobras

Biodiesel no plural 91

Exedito José de Sá Parente

Professor Pesquisador e Presidente da Tecbio

**O programa brasileiro de biodiesel
na visão da indústria de equipamentos** 105

José Luiz Olivério

Vice-presidente de Operações e Dedini S/A Indústrias de Base

Biodiesel: visão da indústria automobilística 127

Gian Gomes Marques

Engenheiro do Produto da Volkswagen do Brasil

Henry Joseph Jr.

Gerente de Desenvolvimento de Motores da Volkswagen do Brasil

**Utilização de óleos vegetais como combustíveis
e lubrificantes: a experiência pioneira do Ceped –
uma contribuição em forma de resenha** 137

Carlos Torres Marchal

Consultor Empresarial, Ex-pesquisador do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (Ceped)

Notas do Coordenador

*Carlos Manuel Pedroso Neves Cristo**

Tema em evidência, o Biodiesel, no Brasil, adquire rapidamente um vulto que aponta para a constituição de uma nova referência mundial, como o é o ProÁlcool.

Diferentemente do etanol, cuja política pública foi formulada em reação à crise do petróleo de 1973, o Biodiesel, também evocado nos anos 80, surge com a perspectiva de inclusão social que a produção de matérias-primas de origem vegetal oferece, por meio de agricultura familiar e em regiões deprimidas e de clima semi-árido.

No entanto, o extraordinário aumento no preço do petróleo tende a transformar os programas de biodiesel, no mundo, em programas de segurança energética, reforçados pelo componente ambientalista, de peso considerável.

No Brasil, onde não se configuram problemas de suprimento de energia, os destaques ficam para os aspectos sociais e econômicos, estes últimos vislumbrando o combustível como futura *commodity*.

Tendo herdado do governo anterior uma iniciativa de caráter tecnológico quanto ao Biodiesel, este Governo inicia, ainda em 2003, os esforços que levam à constituição de uma força-tarefa dedicada à estruturação de um Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.

Iniciado com a prudência reclamada pela indústria automobilística, ou seja, uma adição de apenas 2% de biodiesel ao diesel mineral e, ainda, em caráter autorizativo, utilizando o expediente de leilões para configurar uma demanda real, o Programa supera as suas metas e passa a ser “rebocado” pela ação dos agentes econômicos privados, evidenciando uma resposta muito rápida do setor produtivo e um acerto da política pública.

Por outro lado, à medida que o tema se desenvolve, os desafios aumentam: o aumento da produtividade, ao exemplo do etanol, a conciliação das preocupações ambientais com a intensificação das culturas de oleaginosas, as novas espécies que surgem, as rotas tecnológicas, a proporção de mistura adequada são apenas algumas questões a explorar.

Esta coletânea abre espaço para diversas reflexões sobre esse recente movimento nacional em torno da produção e do uso do biodiesel. O primeiro texto é do Coordenador do Programa Nacional, Rodrigo Rodrigues, que nos mostra a preocupação de introduzir o Biodiesel na matriz energética brasileira de forma sustentável, comenta os objetivos sociais, ambientais e econômicos do programa e detalha as ferramentas fiscais e regulatórias utilizadas.

Wilson Sotero, pesquisador pernambucano, aborda a relação biodiesel-mercado, do ponto de vista do Nordeste e com forte apoio na cultura da mamona. Comenta-nos a deficiência energética na Região, os mecanismos de desenvolvimento limpo e o mercado de carbono e ainda traz uma visão do contexto mundial.

Do setor agrícola, temos duas contribuições. A primeira, de José Nilton de Souza Vieira, do Ministério da Agricultura, com a preocupação de traduzir a equação energia, meio ambiente e desenvolvimento social e confrontá-la com o aparente confronto entre matérias-primas e suas necessidades, diferentes, de capital e de mão-de-obra. A outra contribuição vem do Ministério do Desenvolvimento Agrário, em texto de Arnaldo Campos e de Edna Carmélio, no qual é explicada a lógica e o funcionamento do Selo Combustível Social e da antecipação da demanda, por meio dos leilões. São abordados o programa Pronaf – Biodiesel e as linhas de financiamento à agricultura familiar.

As questões tecnológicas são tratadas por pesquisadores da Embrapa, da Petrobrás e pelo veterano Expedito Parente, autor da primeira patente mundial de biodiesel, em 1980. José Roberto Peres e Napoleão Beltrão, ambos da Embrapa, oferecem um panorama da disponibilidade fundiária para as culturas de oleaginosas, abordando as diversas espécies e classificando-as segundo o domínio tecnológico disponível. Já Carlos Khalil, do Cenpes, da Petrobrás, além de abordar a produtividade das diversas oleaginosas, discorre sobre as diversas tecnologias para a obtenção do Biodiesel e detalha a reação de transesterificação, suas rotas (metílica e etílica) e seus catalizadores. Finalmente, o Professor Expedito Parente, veterano e referência nacional e internacional neste tema, traz-nos a história desse biocombustível, desde a crise de 1973, passando pela primeira patente mundial, de sua autoria, em 1980, versando sobre as diversas matérias-primas e todas as variáveis do processo industrial, até nos oferecer uma visão de futuro. Dublê de acadêmico e empresário, o Prof. Parente possibilita-nos uma visão completa do assunto.

A indústria é representada pela Dedini e pela Anfavea. José Luiz Olivério, do setor de bens de capital, lembra-nos as iniciativas, nos anos 80, com respeito ao Biodiesel e conta-nos como a Dedini percebe e posiciona-se face à movimentação do Governo, que se evidencia no início de 2003. Descreve a reflexão e a decisão sobre a parceria tecnológica com a DeSmet-Ballestra. Finalmente, a indústria automobilística, com o texto de Gian Marques, oferece-nos a perspectiva do uso. Vale ressaltar que o maior cuidado do Programa é demandado por esse setor, em sintonia com a Agência Nacional de Petróleo. O artigo recupera as intenções iniciais do uso de óleos vegetais nos motores de ciclo Diesel, para nos remeter à atual tecnologia automobilística, estabelecendo comparações entre o biocombustível e o mineral e comentando, ainda, o programa de testes, liderado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia,

em curso, e que deverá parametrizar os níveis de misturas a serem autorizados no futuro.

Por último, uma resenha, que nos é oferecida por Carlos Torres, das atividades realizadas no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (Ceped), da Universidade Estadual da Bahia. Nela percebemos a antiga preocupação – quase sonho – em utilizarmos matérias-primas agrícolas, numa química muito diversificada que, além do uso como combustíveis, sugere muitas outras aplicações. Uma visão de futuro de quarto de século, que começa a tornar-se realidade.

* Representante do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior na Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel.



Biodiesel no Brasil: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade

Rodrigo Augusto Rodrigues

Mestre em Economia pela Universidade de Brasília, Professor de Graduação e Pós-Graduação em Instituições de Ensino Superior de Brasília, Servidor público federal, Subchefe Adjunto na Casa Civil da Presidência da República, Coordenador da Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel e autor de diversos trabalhos relacionados à Economia da Regulação

Resumo – O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) constitui exemplo de política pública construída e implantada com ampla participação dos principais atores envolvidos na cadeia produtiva desse combustível de fontes renováveis. O mercado nacional de biodiesel já se encontra plenamente legalizado e regulamentado, além de apoiado por modelo tributário diferenciado e por instrumentos direcionados ao financiamento da cadeia produtiva, à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, nas fases agrícola e industrial, aos testes de componentes e motores com distintas proporções de mistura diesel/biodiesel e à organização de agricultores familiares.

Considerando-se projetos em operação, em fase de implantação e de estudos de viabilidade, a capacidade estimada de produção atinge 1,7 bilhão de litros e a mistura B2 está sendo vendida em mais de 2.500 postos. A capacidade de produção já suplanta as necessidades para a mistura B2 (800 milhões de litros por ano) e se aproxima do volume necessário à mistura B5, a partir de 2013 (cerca de 2,1 bilhões de litros), abrindo a possibilidade de se atingir essa meta antes do prazo.

As operações contratadas nos quatro leilões de compra de biodiesel atingiram o volume de 840 milhões de litros, o que representa operações da ordem de R\$ 1,5 bilhão e a criação de oportunidades de emprego para cerca de 205 mil famílias de agricultores familiares.

As condições de solo e clima e a diversidade biológica existentes no Brasil vêm possibilitando fazer do PNPB um programa de desenvolvimento sustentável com geração de renda e emprego no campo, redução de disparidades regionais, economia de divisas, com diversificação de fontes de energia e benefícios ambientais e contribuindo para dinamizar economias locais e regionais.

1. Introdução

Em julho de 2003, foi criado, por Decreto presidencial, um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), coordenado pela Casa Civil da Presidência da

República e integrado por representantes de 11 ministérios, objetivando analisar a viabilidade da produção e uso do biodiesel no Brasil. Como metodologia, optou-se por um ciclo de audiências, tendo sido ouvidos e consultados representantes de institutos de ciência e tecnologia, universidades, fabricantes de óleos vegetais, produtores e trabalhadores rurais, agricultores familiares, indústria automobilística, fabricantes de autopeças e parlamentares envolvidos com o assunto. Também se buscou conhecer a experiência internacional, como a legislação européia e a produção e uso de biodiesel na Alemanha e França, os dois maiores mercados de biodiesel.

Encerrados os trabalhos, em dezembro do mesmo ano, foi produzido o Relatório Final do GTI contendo diversas conclusões, centradas no potencial do biodiesel de contribuir favoravelmente para equacionar questões fundamentais para o País, tais como promover a inclusão social de agricultores familiares mediante a geração de emprego e renda decorrente de seu progressivo engajamento na cadeia produtiva do biodiesel; atenuar disparidades regionais; contribuir para a economia de divisas e a redução da dependência do petróleo importado; fortalecer o componente renovável de nossa matriz energética, melhorar as condições ambientais e reduzir custos na área de saúde com o combate aos chamados males da poluição.

Diante desse amplo leque de benefícios de natureza social, econômica, ambiental, estratégica e mesmo geopolítica, a decisão do Governo Federal, por meio de outro Decreto presidencial de dezembro de 2003, foi a de criar a Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel e seu braço executivo, o Grupo Gestor do Biodiesel, com o propósito de propor e acompanhar as providências necessárias à introdução desse novo combustível na matriz energética brasileira.

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi lançado em 6 de dezembro de 2004. Para tanto, foram necessários diversos estudos, providências e medidas visando a acolher, no marco legal e regulatório brasileiro relacionado aos combustíveis, o biodiesel como novo integrante. A definição do modelo tributário, o mecanismo denominado Selo Combustível Social, a criação de linhas de financiamento, as ações promotoras do desenvolvimento tecnológico e o estímulo à formação do mercado nacional para o biodiesel, por meio dos leilões de compra conduzidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) constituem os pontos centrais do PNPB, conforme se busca analisar neste artigo.

2. Matriz Energética e Mercado de Combustíveis no Brasil

Como política e estratégia energética, o Brasil procura diversificar as fontes de energia, buscando fortalecer a participação de fontes renováveis no

abastecimento do mercado interno, como forma de prover segurança energética de forma sustentável.

A matriz energética brasileira está representada no Gráfico 1, no qual se observa a participação de 44,7% de energias renováveis, considerando a energia hidrelétrica, a biomassa e o etanol.

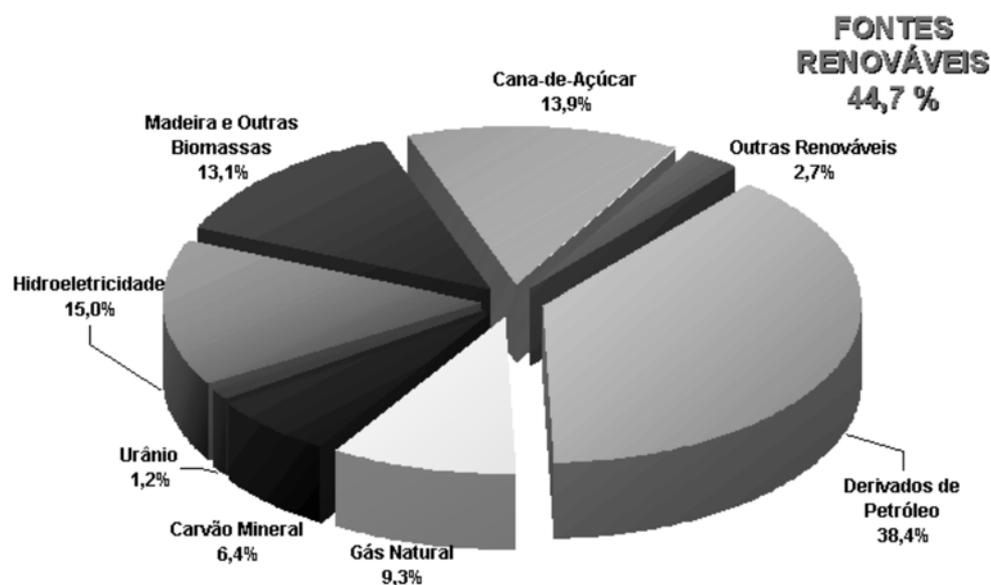


Gráfico 1. Matriz Energética Brasileira – 2005.

Fonte: Ministério de Minas e Energia.

A distribuição do mercado de combustíveis, no Brasil, em 2005, está representada no Gráfico 2. Há participação de fontes renováveis de 16,9%, com o uso do etanol puro (E100) e com a mistura de 25% na gasolina (E25). A participação do óleo diesel é de 54,5%. A mistura de biodiesel ao diesel, de 2% (B2) e de 5% (B5), deverá elevar a participação dos combustíveis renováveis na matriz veicular para 17,9% e 19,6%, respectivamente.

O consumo interno de óleo diesel no Brasil é da ordem de 40 bilhões de litros por ano, sendo 80,3% utilizados em transportes, 16,3% consumidos pela agricultura e 3,4% pela indústria e outros setores. Para o atendimento da demanda nacional, o Brasil importa de 6% a 8% do diesel consumido internamente – 2,5 bilhões a 3,4 bilhões de litros por ano. A mistura de biodiesel na proporção de 2% (B2) requer a oferta anual de 800 milhões de litros para abastecer o mercado interno. A produção necessária à mistura B5 é da ordem de 2,1 bilhões de litros/ano.

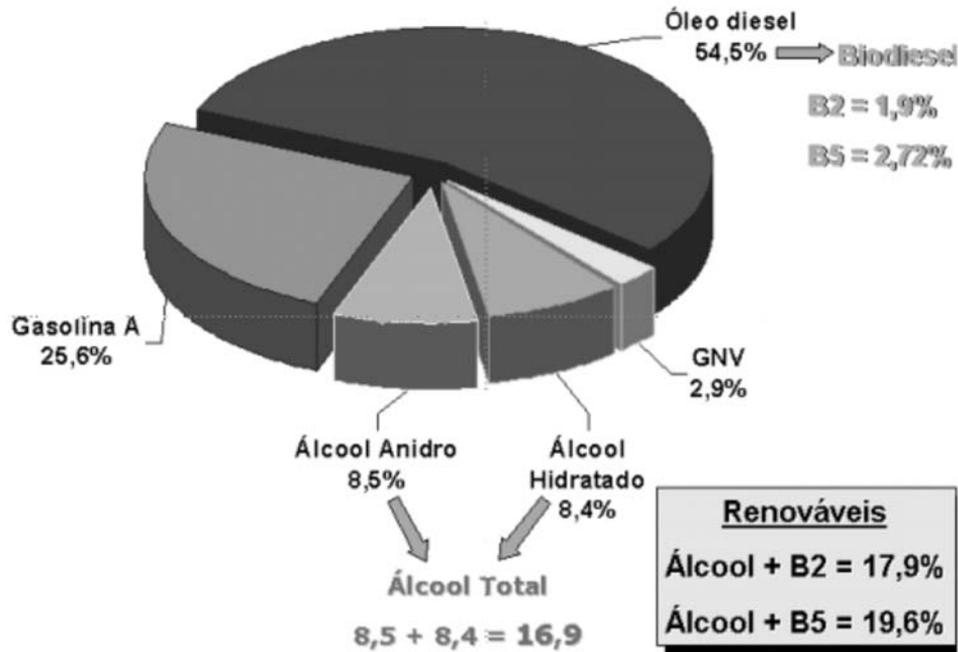


Gráfico 2. Distribuição do Mercado de Combustíveis: Brasil – 2005.
Fonte: Ministério de Minas e Energia.

3. Programa Brasileiro de Biodiesel: diretrizes e marco regulatório

As conclusões e recomendações do Grupo de Trabalho Interministerial referido na Introdução foram aprovadas pelo Conselho de Ministros e pelo Presidente da República, que instituiu a Comissão Executiva Interministerial responsável pela implantação, monitoramento e avaliação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

As principais diretrizes do PNPB podem ser assim resumidas:

- Introdução do biodiesel na matriz energética nacional de forma sustentável, permitindo a diversificação das fontes de energia, o crescimento da participação das fontes renováveis e a segurança energética;
- Geração de emprego e renda, especialmente no campo, para a agricultura familiar, na produção de matérias-primas oleaginosas;
- Redução de disparidades regionais, permitindo o desenvolvimento das regiões mais carentes do País: Norte, Nordeste e Semi-Árido;

- Diminuição das emissões de poluentes e dos gastos relacionados ao combate aos chamados males da poluição, especialmente nos grandes centros urbanos;
- Economia de divisas, com a redução de importações de diesel;
- Concessão de incentivos fiscais e implementação de políticas públicas direcionadas a regiões e produtores carentes, propiciando financiamento e assistência técnica e conferindo sustentabilidade econômica, social e ambiental à produção do biodiesel; e
- Regulamentação flexível, permitindo uso de distintas matérias-primas oleaginosas e rotas tecnológicas (transesterificação etílica ou metílica, craqueamento, etc.).

Implícita nessa listagem de diretrizes está a convicção sobre a viabilidade de se atingir objetivos econômicos, sociais, ambientais e estratégicos com a cadeia produtiva do biodiesel, uma vez que a demanda por fontes de energia renovável é crescente no Brasil e no mundo e o País tem plenas condições de atender parte significativa dessa demanda. De fato, a vocação natural do Brasil é a agregação de valor à produção primária, sendo o biodiesel uma dessas possibilidades, talvez a melhor delas e a mais promissora, porque a demanda de energia vai durar enquanto o mundo estiver se desenvolvendo.

Considerando a extensão territorial do Brasil, a variedade de clima e solo e a existência de diversificadas opções de matérias-primas oleaginosas como a palma (dendê), a mamona, a soja, o algodão, o amendoim, o pinhão manso (*Jatropha curcas L.*), o girassol, gorduras animais e óleos residuais, dentre outras, o Brasil optou por não privilegiar qualquer matéria-prima oleaginosa ou rota tecnológica, deixando a escolha para o produtor, com base em sua análise de custos de produção e de oportunidade.

Com o biodiesel, o Governo brasileiro procura evitar o que ocorreu com o etanol no tocante à concentração em uma cultura ou fonte específica – a monocultura da cana-de-açúcar. A diversificação é uma vantagem e, ao mesmo tempo, um desafio. A vantagem é no sentido de permitir a descentralização da produção de biodiesel, integrando, em sua cadeia produtiva, diferentes categorias de agricultores e de agentes econômicos nas diversas regiões brasileiras. O desafio relaciona-se à necessidade de se selecionar número limitado de fontes que apresentem maiores vantagens e melhores perspectivas, direcionando-lhes políticas públicas adequadas e a devida atenção em termos de desenvolvimento tecnológico, pesquisas, logística de produção e distribuição.

A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, define o biodiesel, faculta a mistura de 2% de biodiesel (B2) a partir daquele mês de 2005, que será obrigatória em todo o território nacional a partir de 2008, ampliada para 5%

(B5) até 2013, e delega competência à ANP para regular e fiscalizar a comercialização de biocombustíveis.

A Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005, define o modelo tributário aplicável ao biodiesel. Há isenção ou redução de impostos federais incidentes sobre os combustíveis, variável por região, por categoria de produtor e por matéria-prima oleaginosa. Atualmente, o incentivo máximo – redução de 100% dos impostos federais incidentes sobre combustíveis – é conferido à produção de biodiesel fabricado com palma (dendê), na Região Norte, ou com mamona, no Nordeste e no Semi-Árido, desde que fornecidas, em ambos os casos, por agricultores familiares. Para as mesmas matérias-primas e regiões, a redução máxima é de 32% dos tributos federais se os agricultores não forem familiares.

A produção de biodiesel com matérias-primas cultivadas por agricultores familiares mereceu tratamento preferencial no modelo tributário. De fato, independentemente da oleaginosa ou da região, se a matéria-prima for adquirida desses agricultores, a redução dos tributos federais é de 68%. Outro aspecto importante do modelo tributário é o de que a tributação total do biodiesel nunca poderá suplantará a do diesel mineral.

Atos normativos da ANP editados em novembro de 2004 regulamentam a produção e a comercialização de biodiesel. O Ministério do Desenvolvimento Agrário instituiu e regulamentou a concessão de um certificado, denominado Selo Combustível Social, que confere ao produtor de biodiesel o reconhecimento das condições requeridas para desfrutar dos incentivos fiscais. Para obter esse certificado, o produtor de biodiesel deve adquirir no mínimo 50% de matérias-primas oleaginosas produzidas por agricultores familiares na Região Nordeste e no Semi-Árido, no mínimo 30% nas Regiões Sul e Sudeste e no mínimo 10% nas Regiões Norte e Centro-Oeste.

4. Os Leilões de Compra no Contexto do PNPB: situação Atual e Perspectivas

Para se compreender a lógica desses leilões, é preciso considerar que, em condições normais de mercado e enquanto sua mistura não fosse obrigatória, o uso de biodiesel somente seria viável caso seu custo fosse competitivo com o diesel mineral. Com a obrigatoriedade da mistura, tornou-se tarefa complexa estimar os efetivos custos de produção desse novo combustível e o desdobramento mais provável seria os fabricantes aguardarem a entrada em vigor dessa obrigatoriedade e/ou montarem coalizão da oferta diante da situação privilegiada de poderem ditar preços de venda.

De forma esquemática, essa situação está representada no Gráfico 3, no qual se pode observar que, enquanto a mistura não é obrigatória (período 2005/2007), a demanda por biodiesel seria infinitamente elástica ao nível do

preço do diesel ($D_{2005/2007}$). A partir de janeiro de 2008, a obrigatoriedade tornaria a demanda infinitamente inelástica na marca de 800 milhões de litros por ano (D_{2008}), os preços dependeriam da evolução da oferta e de um processo competitivo muito pouco provável e tendente a onerar o consumidor.

Tornava-se recomendável, portanto, criar condições para que a competição entre ofertantes viabilizasse a evolução da oferta, estimulando a busca da chamada "curva de aprendizado" da produção de biodiesel, representada pela trajetória AB.

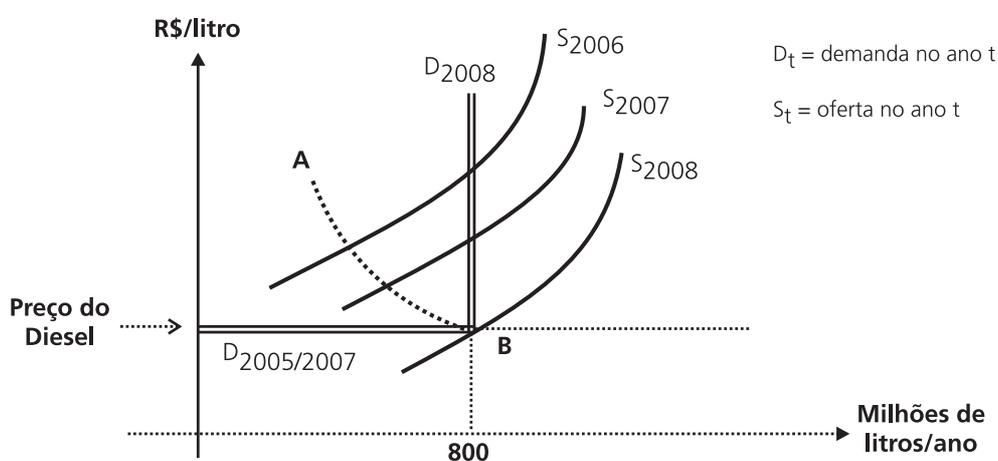


Gráfico 3. Representação do Mercado de Biodiesel e da Curva de Aprendizado.

Fonte: Accarini, 2006.

Adicionalmente, cabe considerar que diferenças de custos de produção existem na imensa maioria dos setores. No caso do biodiesel, elas tendem a ser mais acentuadas pelas disparidades existentes na agricultura, pela diversidade de matérias-primas, de custos dos fatores de produção (incluindo o preço da terra), dos rendimentos de óleo por hectare, tudo isso acentuado pela participação (cerca de 75%) das matérias-primas nos custos de produção do biodiesel.

As diferentes rotas tecnológicas, o reaproveitamento dos reagentes químicos e a destinação dos co-produtos, como o farelo e a glicerina, também concorrem para os diferenciais de custo. Assim, a uniformização artificial desses custos seria tarefa extremamente complexa e pouco recomendável pelas distorções que provocaria. Como o Governo Federal nunca teve qualquer intenção de uniformizar custos, tornou-se recomendável proporcionar estímulo para o surgimento do mercado desse novo combustível e acompanhar seus preços.

Os leilões de compra conduzidos pela ANP tiveram, portanto, como objetivos básicos, estimular a formação/desenvolvimento do mercado interno

de biodiesel, reduzir a assimetria de informações quanto a preços e custos em um mercado ainda nascente e, ao mesmo tempo, antecipar tanto quanto possível as oportunidades de promover a inclusão social. Por essa razão, a obrigatoriedade da mistura B2 foi antecipada para janeiro de 2006, mas condicionada aos volumes arrematados nos leilões, dos quais somente puderam participar empresas detentoras do Selo Combustível Social.

Os leilões fixam um preço de referência e as empresas vencedoras são as que oferecem biodiesel ao menor preço, atendidos os critérios de qualidade exigidos pela ANP. Produtores e importadores de petróleo estão obrigados a adquirir o biodiesel de acordo com sua participação no mercado, no qual a Petrobras é a maior compradora, completando-se, assim, um ciclo que se inicia com a produção de matérias-primas oleaginosas cultivadas por agricultores familiares e se estende até os postos de distribuição de combustíveis.

Cabe assinalar, todavia, que o mecanismo dos leilões de compra foi concebido como instrumento de caráter transitório, enquanto a mistura não é obrigatória, para atingir os objetivos básicos antes realçados.

Com as medidas em vigor no âmbito do PNPB, todo agente econômico que se interessar em produzir e comercializar biodiesel pode fazê-lo, devendo, inicialmente, obter autorização da ANP, cujos requisitos estão expressos em sua Resolução nº 41, de 24 de novembro de 2004. Em seguida, é necessário que a pessoa jurídica beneficiária de autorização da ANP obtenha, junto à Secretaria da Receita Federal, um registro especial, como prevê a Lei nº 11.116/2005. As empresas em condições de usufruir benefícios tributários direcionados à inclusão social e ao desenvolvimento regional devem obter, adicionalmente, o Selo Combustível Social.

O mecanismo dos leilões de compra desempenhou papel importante para o início do mercado do biodiesel. Houve grande interesse das indústrias, evidenciado pela superioridade da quantidade ofertada em relação à arrematada, como pode se observar na Tabela 1. Outro resultado importante foi a redução dos preços médios entre o primeiro e o quarto leilões, que atingiu 9,1% em termos nominais, mostrando que a indústria nacional vem avançando em sua curva de aprendizado e tendendo a ofertar o biodiesel a preços cada vez mais competitivos com o diesel mineral.

Nos quatro leilões conduzidos pela ANP, foram adquiridos 840 milhões de litros de biodiesel para entrega ao longo de 2006 e 2007. Deles participaram 17 empresas (28 plantas industriais).

O Gráfico 4 apresenta a distribuição percentual do volume total arrematado nos quatro leilões (840 milhões de litros), podendo-se verificar que vem sendo atendido o objetivo de contribuir para a redução de disparidades regionais por meio da produção de biodiesel, uma vez que a participação do Nordeste, com 38% (cerca de 317 milhões de litros) é o dobro da Região Sul,

segunda colocada, com aproximadamente 160 milhões de litros (19% do total). A produção contratada será feita com a soja (cerca de 59% do total), com a mamona (26%) e com outras matérias-primas (15%).

Tabela 1. Resumo dos Leilões de Compra de Biodiesel.

| Data do Leilão | Número de Participantes | Volume Ofertado | Volume Arrematado | Prazo de Entrega | Preço Médio Sem ICMS (R\$/litro) |
|----------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | | Milhões de Litros | | | |
| 23.11.2005 | 4 | 92 | 70 | janeiro a dezembro/2006 | 1,905 |
| 30.03.2006 | 10 | 315 | 170 | julho/2006 a junho/2007 | 1,860 |
| 11.07.2006 | 19 | 125 | 50 | janeiro a dezembro/2007 | 1,754 |
| 11.07.2006 | 20 | 1.141 | 550 | janeiro a dezembro/2007 | 1,747 |
| Total | | | 840 | --- | --- |

Fonte: Elaboração do Autor com base em dados da ANP.

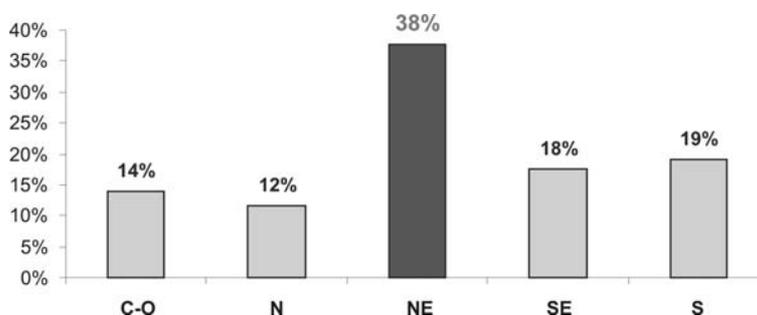


Gráfico 4. Distribuição Regional do Volume Arrematado nos Leilões de Compra.

Fonte: Elaboração do Autor com base em dados da ANP.

A oferta dos volumes arrematados proporcionará oportunidades de emprego para cerca de 205 mil famílias de pequenos produtores e operações de aproximadamente R\$ 1,5 bilhão.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia, atualmente existem sete unidades produtoras de biodiesel em operação, com uma capacidade instalada de produção de 123 milhões de litros/ano. Outras 14 unidades encontram-se em fase final de regularização, com uma capacidade de produção de 466 milhões de litros/ano, e 16 projetos em construção, com capacidade de

1.150 milhões de litros/ano, totalizando potencial produtivo de 1.739 milhões de litros/ano estimada até o final de 2007.

5. Conclusões e considerações finais

Num prazo recorde de aproximadamente 20 meses de intenso trabalho conjunto envolvendo Governo, instituições de pesquisa, empresários e representantes do Congresso Nacional e da sociedade civil organizada, foi possível sair da fase de estudos de viabilidade (julho de 2003) e inaugurar, em março de 2005, a primeira planta industrial e o primeiro posto revendedor da mistura B2 no Brasil.

Com o biodiesel, o Brasil reúne condições de ampliar e consolidar posição de liderança mundial na produção e uso de energias de fontes renováveis, dadas as suas vantagens comparativas em termos de extensão de terras e diversidade de clima e solo na produção agrícola de fontes de energia. A diversificação da matriz energética visa a proporcionar sustentabilidade econômica, social, ambiental e tecnológica, além de segurança no abastecimento.

As medidas integrantes do PNPB foram no sentido de inserir o biodiesel na oferta interna de combustíveis, de forma sustentável, visando a torná-lo vetor de desenvolvimento, com geração de emprego e renda, principalmente no campo e nas regiões mais carentes do País.

No âmbito do PNPB, considera-se fundamental proteger, da forma mais eficiente possível, os elos mais fracos da cadeia produtiva: agricultores familiares e consumidores. O Selo Combustível Social proporciona condições tributárias diferenciadas às empresas que adquiram percentuais mínimos de matérias-primas de agricultores familiares, garantam a compra de sua produção e lhes prestem assistência técnica. Na outra ponta, a especificação físico-química e as normas rígidas de fiscalização mostram-se indispensáveis para que o consumidor tenha acesso a um combustível de qualidade e torne-se aliado fiel e confiante nessa trajetória do Brasil, sem paralelo no mundo, de fortalecer uma matriz energética cada vez mais limpa, renovável e menos dependente do petróleo.

A existência de um mercado interno cativo para o biodiesel, com a mistura compulsória, procura estimular a produção com incentivos fiscais e políticas públicas, evitando a concessão de subsídios generalizados, como o fazem outros países. O objetivo energético e o objetivo social do Programa complementam-se sinergicamente. No mercado interno há espaço para todos os produtores que se interessarem em produzir e comercializar biodiesel, além de flexibilidade de matérias-primas e rotas tecnológicas, as quais são de livre escolha dos produtores, respeitadas, entretanto, as exigências quanto à qualidade do biodiesel usado na mistura com o diesel mineral.

Referências

ACCARINI, J. H. *Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas*. **Revista Bahia, Análise e Dados**, Salvador, v. 16, n. 01, nov. 2006 (em fase de publicação).

BRASIL. Presidência da República. **Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial Encarregado de Apresentar Estudos sobre a Viabilidade de Utilização de Óleo Vegetal : Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia**. Brasília, 2003. Disponível em: < www.biodiesel.gov.br>.

HOLANDA, Ariosto. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. Disponível em: <www.camara.gov.br/caeat>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Biofuels for Transport: An International Perspective**. Paris: OECD/IEA, 2005.

BRASIL. Presidência da República. *Biocombustíveis*. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Cadernos NAE**, Brasília, n. 2, jan. 2005. Disponível em: <www.planalto.gov.br/secom/nae>. <www.biodiesel.gov.br>



A produção do biodiesel: uma perspectiva para a agroenergia no Nordeste brasileiro

Wilson Sotero Dália

Universidade de Pernambuco – Escola Politécnica
do Departamento de Engenharia Mecânica & Mecatrônica,
Colaborador do IEL Pernambuco

Resumo: Este trabalho investigou o mercado com capacidade de influência sobre a viabilidade para a produção de biodiesel no Nordeste brasileiro. Os dados obtidos fornecem algumas respostas a potenciais investidores do setor do agronegócio. O caráter da pesquisa é exploratório, contribuindo para o estabelecimento de novos questionamentos e discussões sobre a produção do biodiesel, cujo potencial de utilização ainda se mantém pouco explorado no Brasil, diferente de outros países que atuam nesse sentido em grande escala.

1. Introdução

A sociedade industrial mundial contemporânea ainda opera em grande escala com recursos energéticos não renováveis, uma vez que as principais fontes energéticas derivam de combustíveis fósseis, como o petróleo, carvão mineral e o gás natural.

A tecnologia disponível e a viabilidade econômica têm representado, nos últimos tempos, parâmetros fundamentais para a escolha dos sistemas energéticos, com os impactos ambientais despontando de maneira muito forte, como condicionante à aprovação ou à recusa das alternativas apresentadas.

Estimular o consumo das energias alternativas se traduz num inconteste fator para o desenvolvimento responsável das nações, principalmente objetivando a preservação e a conservação do meio ambiente, bem como, as reduções das alterações climáticas atuais e futuras.

Nesse contexto, o nordeste brasileiro, dispõe de forte potencial para a produção do biodiesel de origem vegetal. Este mantém, basicamente, as mesmas características operacionais do diesel derivado do petróleo, com a enorme vantagem de não poluir como ele.

A humanidade usa a lenha há muitos séculos como sua principal fonte de energia. O Brasil aponta registros de uma perda de cerca de 36% de sua cobertura vegetal, a partir de seu descobrimento, com 200.000 queimadas por ano, sendo indicadas por satélites. Só na Amazônia, em 2004, o volume de

árvores que foram derrubadas atinge 24,5 milhões de metros cúbicos, com 60% de perdas por apodrecimento (REVISTA VEJA, 2005, n.41).

O avanço do efeito estufa e suas conseqüências, os permanentes e históricos conflitos no Oriente Médio, que atingem diretamente os maiores produtores de petróleo, bem como os fatores diretamente ligados ao longo período para a formação dos combustíveis fósseis, são os principais responsáveis pela procura da produção e uso do biodiesel como energia alternativa.

Estudar as opções de energias alternativas, principalmente as produzidas no Nordeste brasileiro, se torna muito necessário, ao se considerar que as duas fontes energéticas mais utilizadas nessa região, de origem hídrica e fóssil, têm cada vez mais, se apresentado como deficientes e onerosas. Portanto, percebe-se, com facilidade, a impraticabilidade de se pensar em desenvolvimento econômico sustentável, convivendo com uma constante expectativa de ameaça de falta de energia.

No Sertão do Araripe, em Pernambuco, um dos problemas mais sérios enfrentados pelas empresas que lá atuam é a questão energética, onde ainda se utiliza a lenha proveniente da caatinga. A extração de lenha da reserva florestal para atividades produtivas ocupa a segunda colocação como fonte de energia no Estado. A degradação ambiental se verifica diante da ausência de plano de manejo, que possibilite a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (ALBUQUERQUE, 2002).

O Nordeste do Brasil apresenta excelentes condições competitivas, traduzidas pelo seu clima, solo e tecnologia agrícola disponível. O semi-árido nordestino (Fig. 1) compreende uma área com mais de 900 mil km², que reúne grande diversidade em seus recursos naturais, abriga áreas com boa disponibilidade de solos apropriados para desenvolver agricultura irrigada, em condições competitivas com outros semi-áridos do mundo



Figura 1. Distribuição do semi-árido na região Nordeste.

Fonte: Banco do Nordeste, 2005.

Destaca Guimarães (2005) que a irrigação constitui o melhor caminho para uma agricultura economicamente viável e segura no semi-árido do Nordeste, porém outras culturas consideradas, até então, mais nobres têm recebido maior destaque, a despeito de excelentes resultados.

Quanto à vegetação, denominada caatinga, a região do semi-árido é centro de origem de algumas espécies que exibem variabilidade genética, especialmente espécies de emprego múltiplo, com destaque para o uso forrageiro.

2. Uma visão do mercado para o biodiesel

O agronegócio nordestino poderá receber destacado incremento pelo biodiesel, combustível que pode ser produzido a partir de várias oleaginosas, tais como mamona, pinhão manso, dendê, algodão, girassol, canola, babaçu, amendoim, gergelim, soja, entre outras. Essa expansão possibilita resultados positivos nos cenários econômicos e sociais, a partir da evolução do próprio mercado interno e das condições à exportação. As possibilidades de vendas para o comércio internacional são muito amplas

A produção de biodiesel poderá contribuir com a redução da dependência brasileira de importação de petróleo e diesel, cerca de 32% de seu consumo, representando dispêndio anual de aproximadamente US\$ 3,2 bilhões, além da possibilidade de usufruir a exportação de excedentes, principalmente para países da Comunidade Européia (GTI-RELATÓRIO FINAL-ANEXO I, 2003). O Gráfico 1 demonstra a instabilidade dos preços do barril de petróleo nos últimos anos.

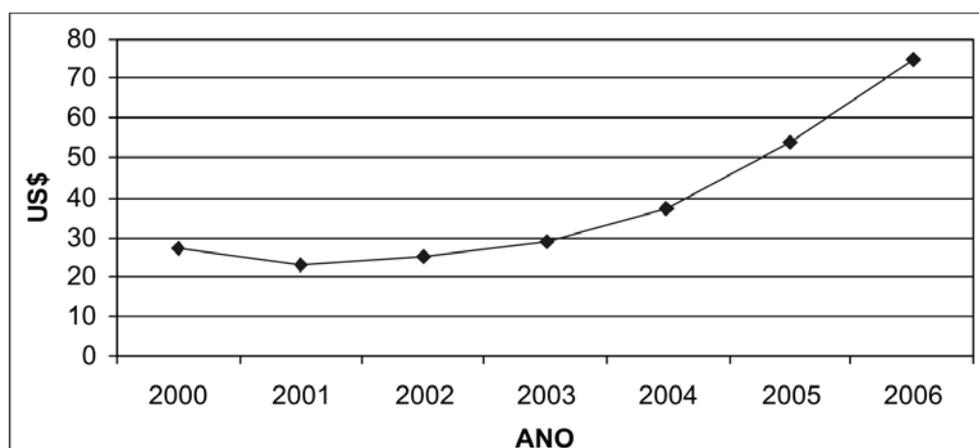


Gráfico 1. Evolução do preço do barril de petróleo.

Dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) apontam no sentido de que a adição de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo gera um mercado interno

potencial nos próximos anos de cerca de 800 milhões de litros/ano para o novo combustível. Dessa forma, trará uma economia para o Brasil de um montante de US\$ 160 milhões/ano com importações de petróleo. Para o uso da mistura com 5% de biodiesel, essa economia anual poderá alcançar cerca de US\$ 400 milhões (BRASIL, Ministério de Minas e Energia, 2004).

A nomenclatura que se passou a adotar internacionalmente é bem apropriada para se identificar a concentração do biodiesel, na mistura com o diesel do petróleo. Trata-se de biodiesel BXX, sendo XX a percentagem em volume do biodiesel na mistura. Assim, tem-se o B2, B5, B20 e B100 como combustíveis, com uma concentração, respectivamente, de 2%, 5%, 20% e 100% de biodiesel.

A Europa já vem fazendo uso de B5 há mais de cinco anos, em destaque a Alemanha e a França, que têm parte da sua frota de veículos circulando com biodiesel puro (B100). A Comunidade Européia produziu em 2002, cerca de 1,06 milhões de toneladas de biodiesel, por meio de uma meta de substituição de diesel semelhante à nossa, especialmente a Alemanha, a Áustria, a Itália, o Reino Unido e a Dinamarca (GTI-ANEXO III, 2003).

O mercado alemão experimentou o ingresso do biodiesel, utilizando as frotas de táxis nas principais cidades. Os próprios veículos promoveram o combustível com o uso de folhetos, ressaltando vantagens e características operacionais. Bombas de abastecimento de combustíveis foram instaladas nos postos, de maneira que o usuário tinha ao dispor, duas saídas: uma para o diesel de petróleo e outra para o biodiesel. As misturas poderiam ser realizadas em diversas proporções, segundo a melhor escolha do comprador. Na Alemanha, a produção de biodiesel aumenta anualmente cerca de 45%, feito com óleo de colza.

A França pretende triplicar sua produção de álcool e de biodiesel até 2007. O Canadá iniciou ações para construir uma usina de álcool combustível a partir da palha do trigo. Os motivos que impulsionam esses países em direção aos biocombustíveis dizem respeito a precauções contra eventuais declínios na oferta de petróleo. São muito fortes os indícios de que todos os grandes lençóis petrolíferos já passaram de seu pico produtivo ou estão próximos dele. A Agência Internacional de Energia, com sede na França, defende uma posição de que será difícil para as economias desenvolvidas se manterem, caso não possuam uma alternativa consistente aos derivados de petróleo.

Na Malásia, foi implementado um programa para a produção de biodiesel a partir de óleo de palma (dendê). A primeira fábrica foi prevista para entrar em operação com capacidade de produção de 500 mil toneladas ao ano.

O biodiesel na Argentina recebeu estímulo por meio do Decreto 1.396, de novembro de 2001, propiciando a desoneração tributária do biodiesel por dez anos, com o *Plan de Competitividad para el Combustible Biodiesel*.

Nos Estados Unidos, o biodiesel está sendo usado em frotas de ônibus urbanos, serviços postais e órgãos do governo, com um consumo de cerca de 126.000 toneladas por ano (Fig.2). Já existem cerca de 4 milhões de veículos operando com uma mistura de gasolina e álcool de milho, com a produção desse biocombustível crescendo 30% ao ano.

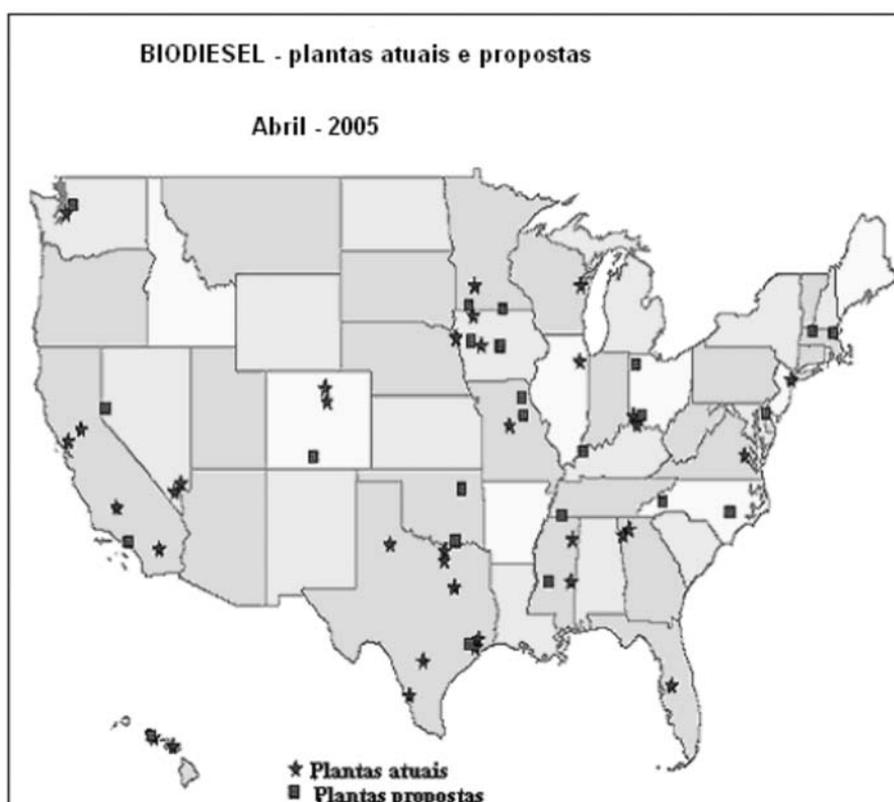


Figura 2. Distribuição de plantas de biodiesel – USA.

Fonte : NATIONAL BIODIESEL BOARD, 2005.

O primeiro leilão de biodiesel realizado no Brasil, pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), atingiu a compra de 70 milhões de litros de combustível, vendidos por produtores com o Selo Combustível Social, envolvidos obrigatoriamente com a agricultura familiar.

No primeiro semestre de 2006, o governo japonês anunciou sua disposição para financiar a longos prazos e juros mais baixos que os atualmente praticados no mercado brasileiro, num montante aproximado de R\$ 1,28 bilhão, o desenvolvimento de pesquisas, expansão de lavouras e construção de unidades industriais, voltadas à produção do biodiesel no Brasil. As operações

têm como foco os pequenos produtores, desde que possam se associar e trabalhar com capital estrangeiro (JORNAL VALOR ECONÔMICO, 2006).

3. O mercado dos créditos de carbono

A Organização das Nações Unidas (ONU) detém a mais expressiva resposta da política internacional às alterações climáticas, quando 186 países signatários, estabeleceram uma proposta de ação para a estabilização das concentrações atmosféricas dos gases geradores do efeito estufa. Em dezembro de 1997, na cidade de Kyoto, Japão, a adesão dos países resultou num protocolo, que veio a se denominar como Protocolo de Kyoto. Foi estabelecido um compromisso para os países desenvolvidos, bem como para outros em rota para uma economia de mercado, de se reduzir as emissões totais dos gases geradores do efeito estufa para níveis inferiores a 5% dos registrados em 1990. Essa meta deverá ser cumprida entre os anos de 2008 e 2012, segundo o Protocolo. Foram eleitos três mecanismos para apoiar os países no cumprimento de suas metas de redução, sendo o sistema de comércio de emissões, o que permite que um país compre de outro as cotas de reduções realizadas (CEBDS, 2002).

Pelas regras do tratado, 30 países na fase inicial comprometem-se a reduzir 5,5 bilhões de toneladas de emissões de CO₂, considerado como o principal gás causador do efeito estufa. Os países da União Européia precisam reduzir 8% de suas emissões. O Japão tem uma meta de redução de 5%. O Brasil é apontado como grande opção para investimentos, diante da diversidade de negócios que oferece, tais como a geração de energia renovável, e troca de combustíveis nos sistemas de transportes.

Considerando a menor emissão de poluentes em relação ao diesel de petróleo, a utilização de biodiesel no transporte rodoviário e urbano oferece grandes vantagens para o meio ambiente. A característica dos óleos vegetais de não possuir enxofre confere ao biodiesel completa isenção desse elemento. Os produtos derivados do enxofre são bastante agressivos ao meio ambiente, a motores e seus componentes ligados à alimentação e combustão (PARENTE, 2003). A Tabela 1 apresenta as reduções de emissões geradas pelo biodiesel, comparadas às do diesel mineral.

O potencial dos créditos de carbono do Brasil, Índia e China somam US\$ 3,2 bilhões. O preço médio atual, por tonelada de carbono, de projetos ambientais brasileiros já atingiu a faixa dos 13 euros. Nesse novo negócio, já surgem fundos de investimentos que especificamente se voltam a financiar projetos de geração de créditos. O Fundo Europeu de Carbono acenou com 143 milhões de euros, pretendendo comprar entre 10 e 20 milhões de toneladas de carbono de projetos da América Latina (REVISTA ISTOÉ DINHEIRO, n.446,

2006). O Brasil ainda não despertou para seu imenso potencial diante desse novo mercado internacional. Destaca Beltrão (2005) que, além dos focos econômico e energético, a mamona é uma das principais fontes de biomassa que pode participar efetivamente na produção de biodiesel e reversão do processo de poluição atmosférica mundial, já que estudos apontam no sentido de que pode seqüestrar cerca de 10 a 20 toneladas de carbono, por ano e por hectare plantado.

Tabela 1. Redução das emissões do biodiesel.

| Tipo de emissão | B 100 |
|-----------------------------|--------------|
| Emissões de hidrocarbonetos | - 37% |
| CO ₂ | - 78,45% |
| Material particulado | - 32% |
| SO _x | - 100% |

Fonte: GTI-RELATÓRIO FINAL-ANEXOII, 2003.

4. Conclusões

O mundo tem consumido cada vez mais petróleo. Associado a esse fato, o preço internacional do barril aumentou bruscamente. Para tal cenário, impõe-se reflexão e reavaliação de posturas, pelo impacto negativo que terá no ritmo de crescimento global das nações. A disparada dos preços abre espaço para as recorrentes previsões catastróficas que proliferam em momentos de instabilidade. O cenário fica ainda mais preocupante quando se considera que as maiores reservas de petróleo estão dispostas em países potencialmente conturbados, levantando hipóteses de instabilidade de produção e, conseqüentemente, muita instabilidade financeira.

Sabe-se que o aumento na concentração dos gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), tem promovido profundas mudanças climáticas no planeta. O aumento da temperatura média global, as alterações das precipitações pluviométricas e a elevação do nível dos oceanos são efeitos que poderão ser catastróficos diante da contínua tendência de aumento da população mundial. Dessa forma, a inclusão de combustíveis renováveis, como o biodiesel, em nossa matriz energética, necessita em muito ser incentivada, para estancar a dependência e as emissões provocadas pelo uso dos combustíveis fósseis.

No Brasil, a produtividade alcançada na produção do biodiesel a partir das diversas oleaginosas disponíveis ainda está muito abaixo das possibilidades, a despeito de se dispor de conhecimento tecnológico nos centros de pesquisas

nacionais. Faz-se necessário, portanto, ampliar a disseminação da informação e o incremento das ações do Estado, nos diversos níveis, visando a promover o plantio segundo as melhores práticas alcançadas, repercutindo de maneira favorável no aumento da oferta do óleo, enquanto matéria-prima, bem como na redução de custos e na melhoria nas margens de contribuição para a formação de preços do combustível. Toda a cadeia produtiva que será desenvolvida para dar sustentação ao programa nacional do biodiesel vai exigir assistência técnica, para que os produtores tenham qualidade na produção, competitividade e custos compatíveis com o mercado. A qualificação do pessoal, para o processo de difusão tecnológica junto aos agricultores familiares, requer um conhecimento adequado da realidade local e do seu dia-a-dia.

O biodiesel se beneficia de uma demanda de mercado exponencial, tanto internamente como para exportação. O produtor tem à sua disposição diversas opções de acesso ao crédito, por meio de linhas de financiamento oferecidas pela rede bancária oficial do País. A legislação criada para amparar o programa de produção do biodiesel brasileiro destaca o envolvimento da agricultura familiar.

O preço do biodiesel aparenta ser ainda elevado, quando comparado ao do óleo diesel mineral. Entretanto, isso não pode se revestir como barreira ao seu desenvolvimento, uma vez que os produtos agropecuários tendem a apresentar preços declinantes e, no outro sentido, a cotação do petróleo mantém sua tendência de elevação, principalmente em função da expansão da demanda sobre suas reservas mundiais. Há que se considerar as externalidades positivas, como melhoria da proteção ao clima e ao meio ambiente, geração de emprego e renda, inclusão e bem-estar social. São necessários estudos sobre o desenvolvimento de novas rotas e técnicas de obtenção do biodiesel que propiciem uma redução dos custos de produção, que são imprescindíveis para a sustentabilidade e aumento do ciclo de vida desse produto.

O mercado internacional para o biodiesel brasileiro acena como promissor, bastando para isso considerar que apenas os Estados Unidos consomem 35% de todo o petróleo produzido no mundo e importam 60% de suas necessidades de petróleo e gás natural. Da mesma forma, a União Européia e o Japão importam praticamente todas as suas necessidades de petróleo e, ainda, possuem um movimento ambientalista cada vez mais forte no sentido de buscar energias limpas, fortalecendo muito o mercado para o biocombustível.

A produção do biodiesel no Nordeste brasileiro se reveste de uma esperança de vida melhor para incontáveis agricultores do semi-árido nordestino. Um dos maiores problemas da região do semi-árido no Nordeste brasileiro é que o homem não se fixa no campo, pela falta de geração de renda por meio de oportunidades de trabalho. A dimensão maior do problema

é a migração para as regiões metropolitanas das capitais e das maiores cidades dos Estados. Para se produzir 800 milhões de litros de biodiesel por ano no Brasil, será necessário o envolvimento de cerca de 400 mil famílias, o que representa aproximadamente 2 milhões de brasileiros, com oportunidade de emprego e renda. A implementação da produção de biodiesel a partir das oleaginosas é uma excelente oportunidade de integração social para as famílias excluídas do processo econômico, justamente por ser o meio rural o setor de maior concentração de baixa renda e desempregados. Dessa forma, ao mesmo tempo em que se tem a possibilidade de produzir um combustível de valor econômico e ambiental, tem-se a chance de se promover um grande programa de inclusão social no País.

Referências

ALBUQUERQUE, José de Lima. **Diagnóstico ambiental e questões estratégicas**: uma análise considerando o pólo gesseiro do Sertão do Araripe – Estado de Pernambuco. Curitiba, Brasil, 2002. (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFPA, 185p.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Grupo de Trabalho Interministerial – GTI. **Relatório Final – Anexo II**. Brasília: imprensa oficial, 2003. 32 p.

_____. Casa Civil da Presidência da República. Grupo de Trabalho Interministerial – GTI. **Relatório Final – Anexo I**. Brasília: imprensa oficial, 2003. 08 p.

_____. Casa Civil da Presidência da República. Grupo de Trabalho Interministerial – GTI. **Relatório Final – Anexo III**. Brasília: imprensa oficial, 2003. 55 p.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS). **Roteiro básico para elaboração de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL (2002)**. Homepage. Disponível em : <<http://www.cebds.org.br/cebds/>>. Acesso em : 22 jul. 2005.

GUIMARÃES, Oswaldo Mello Barreto. **A inserção do semi-árido pernambucano nas linhas do comércio internacional**: a partir do complexo mamona-biodiesel. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

Jornal Valor Econômico. **Japão investe em etanol e biodiesel**. São Paulo, 31 maio, 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Programa nacional de produção e uso do biodiesel (2004)**. Homepage. Disponível em: <<http://www.pronaf.gov.br>>. Acesso em 22 jan.2005.

NATIONAL BIODIESEL BOARD. **Biodiesel production plants**. Homepage. Disponível em : <<http://www.biodiesel.org/>>. Acesso em 27 mar. 2005.

Revista ISTOÉ Dinheiro, **O mercado dos créditos de carbono**. São Paulo, n.446, 2006.

Revista Veja. **O tamanho da destruição no Brasil**. São Paulo: Ed. Abril, v. 1926, n.41, p.96, 2005.

PARENTE, Expedito de Sá. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 66 p.

A agroenergia e os novos desafios para a política agrícola no Brasil

José Nilton de Souza Vieira

Mestre em Economia pela UFRJ, Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, atualmente Coordenador Geral de Acompanhamento e Avaliação, do Departamento de Cana-de-açúcar e Agroenergia, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Apresentação

O presente ensaio se propõe a fazer uma breve reflexão sobre os desafios colocados para a agricultura brasileira no contexto atual. O setor passa por um processo de ajustes, depois de um período de fortes investimentos na expansão da capacidade produtiva, desencadeado pela desvalorização cambial de 1999.

O ambiente de crise, vivenciado nos últimos dois anos, coincide com a abertura de uma nova oportunidade de negócios para o setor, a partir do lançamento do programa nacional de produção e uso do biodiesel. Curiosamente, a agroenergia, vista como alternativa para a revitalização do meio rural, explica o sucesso do seu setor mais dinâmico na atualidade.

A indústria sucroalcooleira, impulsionada pelas demandas interna e externa pelo álcool combustível, vem se mantendo como uma das poucas exceções, uma vez que a elevação nas cotações internacionais do açúcar e do álcool mais do que compensou eventuais perdas causadas pela valorização cambial.

O conjunto de interesses em torno dos biocombustíveis, resumidos no tripé energético-ambiental-social, impõe a necessidade de uma visão estratégica do processo de inserção de novas alternativas, como o biodiesel, de forma a aproveitar as potencialidades da agricultura como produtora de energia limpa e renovável, respeitando as restrições impostas pelo seu intranferível papel de produzir alimentos.

Dentro desse enfoque, a tradicional política agrícola deve ser repensada, para um contexto em que surgem novos atores. A possibilidade de ingresso de investimentos de empresas gigantes, como as do setor de petróleo, também poderá implicar a necessidade de novos arranjos produtivos, de forma a conciliar os interesses conflitantes desses dois mercados, até recentemente independentes.

1. Introdução

Alguns fenômenos recentes, como o agravamento das catástrofes climáticas, as crises políticas no Oriente Médio e o crescimento econômico da China, têm colocado em xeque o modelo de desenvolvimento adotado pelas civilizações modernas, baseado no petróleo como principal fonte de energia.

A busca por alternativas renováveis e menos poluentes tende a conferir um importante papel para a agricultura, seja pela produção de matérias-primas ou pelo aproveitamento de resíduos de natureza energética. Nesse campo, a experiência brasileira, a partir do Programa Nacional do Álcool, permite afirmar que, embora os biocombustíveis possam prestar uma notável contribuição, algumas restrições precisam ser respeitadas.

A primeira delas, evidenciada com a crise de abastecimento doméstico de álcool na entressafra de 1989-1990, está associada à necessidade de se planejar o crescimento do consumo em conformidade com a capacidade de oferta. Esse problema já é relativamente complicado num ambiente de economia fechada. Logo, quando se pensa na transformação dos biocombustíveis em *commodities*, o desafio é ainda maior.

Dentro desse ambiente em que vários países empenham esforços pelo aumento da participação dos biocombustíveis em suas matrizes energéticas, o Governo Brasileiro lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Tal programa, que representa um resgate histórico do compromisso nacional com a redução de sua dependência em relação ao petróleo, está calcado em três motivações distintas:

- Energética (redução da dependência em relação ao óleo diesel, visto que parte dele ainda é importada para suprir a demanda interna);
- Ambiental (melhoria da qualidade do ar, especialmente dos grandes centros urbanos, a partir da aditivação do diesel mineral com um produto renovável e menos poluente);
- Social (possibilidade de agregação de renda e geração de postos de trabalho no meio rural, especialmente nos estabelecimentos de agricultura familiar).

É importante lembrar que, por ocasião do Programa Nacional do Álcool, também se pensou no lançamento de um programa nacional de apoio à produção e uso de óleos vegetais em substituição ao diesel mineral. Entretanto, por problemas de viabilidade técnica, especialmente no que diz respeito a restrições quanto à produtividade agrícola, o Pró-Óleo foi abandonado.

O contexto atual sugere a necessidade de analisar o PNPB, a partir de suas virtudes e limitações, de forma construtiva. Dentro desse enfoque, talvez o maior desafio esteja relacionado à necessidade de respeitar as limitações

naturais impostas, seja pela necessidade de assegurar economicidade, ou pelas restrições técnicas à produção em larga escala.

2. Diretrizes gerais do PNPB

O PNPB foi concebido como um instrumento de fomento à introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, priorizando a participação da agricultura familiar na produção de matérias-primas. Enquanto no âmbito do Poder Executivo se discutia a possibilidade do uso voluntário, na tramitação da Medida Provisória nº 214, pelo Congresso Nacional, optou-se pela obrigatoriedade, no limite de 5%, a vigorar a partir de 2013.

Essa obrigatoriedade, que passa a vigorar a partir de 2008, com um percentual de 2%, tem como aspecto positivo a oferta de garantias mínimas para os potenciais investidores. Entretanto, representa um engessamento do programa, na medida em que aumenta os custos de mistura à distribuição do novo combustível. Há, com isso, o conflito entre privilegiar níveis mais elevados de mistura nas regiões produtoras, ou assegurar a aditivização de todo o diesel consumido nacionalmente.

Há que se destacar que a utilização de misturas superiores aos 2% está condicionada à realização de programas de testes. Desse modo, ainda que haja o atrativo econômico da utilização de níveis mais elevados de mistura nas regiões distantes das refinarias de petróleo (onde o óleo diesel chega a preços mais elevados), essa prática somente pode ser legalmente adotada a partir da homologação de programas de testes que assegurem a sua viabilidade.

Se do ponto de vista do uso não há o desafio de se encontrar os limites apropriados, do lado da produção os complicadores são maiores. O programa prevê um tratamento diferenciado para matérias-primas intensivas em mão-de-obra (palma e mamona), que possam ser produzidas nas regiões mais carentes do País (Norte e Nordeste, especialmente no Semi-Árido), a partir de pequenos estabelecimentos rurais (produtores rurais enquadráveis nas normas do Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar).

Essas diretrizes produzem um natural conflito entre as escalas requeridas pelo mercado de energia e a carência de oportunidades relacionadas aos agricultores familiares. Desse modo, o Governo Federal optou por privilegiar os aspectos sociais nessa primeira fase do programa, criando um conjunto de incentivos para as regiões e produtores rurais que apresentam menores condições de competir num ambiente de livre mercado.

É fundamental, no entanto, aceitar que, ao balizar as vertentes energética, ambiental e social, os pontos ótimos de equilíbrio podem estar distantes dos pontos desejados pelos defensores de cada um desses aspectos.

Em suma, não há como estruturar um programa que cumpra todos os diferentes propósitos, alheio a quaisquer tipos de restrições.

De todo modo, na medida em que houver o aumento do nível de organização da cadeia produtiva, especialmente a partir da exploração de matérias-primas mais apropriadas para atender aos desafios colocados, as expectativas são muito positivas. Os ganhos sociais, ambientais e energéticos deverão ser claramente percebidos pelos diferentes elos da cadeia produtiva.

3. Os desafios colocados pelo PNPB no âmbito da agricultura

Quando se pensa na substituição de combustíveis fósseis por alternativas renováveis e menos poluentes, a grandiosidade da missão acaba criando dificuldades para analisar suas limitações. A cautela sugere a necessidade de estruturação de uma rampa de crescimento, em que as metas devem ser gradualmente impostas e os esforços intensificados para a superação dos gargalos.

No caso brasileiro, no qual o óleo diesel aparece como o principal produto da pauta de consumo doméstico, representando mais de 56% da matriz de combustíveis líquidos, esse desafio parece ainda maior. O País tem como grandes vantagens a dimensão continental e a diversidade de alternativas agrícolas. Entretanto, isso também impõe a necessidade de conciliar diretrizes de curto, médio e longo prazos.

Nesse plano, o primeiro embate para a estruturação do PNPB se deu em função do conflito de interesses entre a cadeia produtiva da soja (matéria-prima que representa mais de 90% da produção atual de óleos vegetais) e os objetivos sociais, levando à priorização de matérias-primas onde há a possibilidade de maior inserção da agricultura familiar.

Dentre essas matérias-primas, houve a opção pela palma (apresenta atributos que a deixam numa condição privilegiada no longo prazo, mas cujo período de maturação dos investimentos se apresenta como importante restrição de curto e médio prazos), e pela mamona (sua produção atual está concentrada no Semi-Árido Nordestino, uma das regiões mais pobres e carentes de oportunidades, reforçando a vertente social do programa).

Essas matérias-primas, que receberam um tratamento diferenciado na estruturação do modelo tributário para o programa, têm alguns obstáculos por serem superados. No tocante à parte agrícola, enquanto uma demanda grandes investimentos iniciais e tem o cultivo restrito às regiões de clima equatorial úmido, a outra corre o risco de atrair investimentos em novos pacotes tecnológicos, intensivos em capital, que poderão resultar na inviabilização econômica dos estabelecimentos tradicionais, que a cultivam de forma rústica.

Há que se destacar o papel de transição a ser cumprido por alternativas como a soja (abundância relativa de óleo, embora com produtividade por unidade de área muito baixa), o girassol e o amendoim (possibilidade de rendimentos maiores que os da soja, embora distantes do ideal). Essas matérias-primas podem ter sua oferta facilmente expandida no curto-prazo, mas não preenchem os requisitos que as permitam se manter como boas alternativas de longo prazo, dado o que se espera para matérias-primas energéticas.

Da mesma forma, o sebo bovino também deve cumprir importante papel nessa fase de transição. Por se tratar de um subproduto, é a alternativa que apresenta os menores custos. Entretanto, sua oferta não guarda relações com o mercado de combustíveis e, portanto, deverá figurar de forma marginal no programa. Destaque-se que tal como o da mamona e da palma, o biodiesel de sebo ainda apresenta alguns gargalos técnicos que permitam a sua estocagem ou utilização em níveis mais elevados de mistura.

Pensando no longo prazo, a sustentabilidade de programas de biocombustíveis está associada à minimização de impactos ambientais. Significa que, ao assumir a restrição de fatores produtivos, há a necessidade de priorizar matérias-primas com alta produtividade por unidade de área cultivada. A palma aparece na frente, em função da longa experiência no seu cultivo, inclusive fora do Brasil. Na Malásia, por exemplo, a produtividade ultrapassa as dez toneladas de óleo por hectare/ano em algumas plantações.

No caso brasileiro, além da necessidade de equacionar os problemas ambientais (conclusão do zoneamento ecológico e econômico para a Amazônia Legal e conseqüente realização do zoneamento agrícola da palma para aquela região), há a necessidade de investir no desenvolvimento de material genético que permita elevados níveis de produtividade nas áreas sub-equatoriais.

Também é preciso considerar que há um conjunto de outras palmáceas, nativas da Região Amazônica, que podem apresentar grande potencial, mas cuja exploração econômica atual está baseada no extrativismo. Nesse caso, o hiato temporal para se chegar a respostas conclusivas em relação às potencialidades de seu cultivo intensivo é significativamente maior.

Dentre as alternativas exóticas não há como deixar de mencionar o pinhão manso, cujos resultados preliminares dos estudos conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) são bastante animadores. Essa matéria-prima parece reunir os principais atributos que se busca para a estruturação do PNPB: lavoura permanente, rústica, intensiva em mão-de-obra, com baixo custo e curto período de maturação dos investimentos, alta produtividade por unidade de área cultivada, e, ainda, óleo com boas propriedades físico-químicas.

Embora haja um conjunto de possibilidades já desenhadas, é imprescindível a intensificação dos esforços de pesquisas de forma a ratificar as

expectativas aqui apresentadas. Nesse caso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, ao lançar o Plano Nacional de Agroenergia, já deu um importante passo nesse sentido¹.

O Plano contempla a estruturação de um centro de pesquisas da Embrapa, com a missão de catalisar os esforços de pesquisa da empresa no campo da agroenergia. Da mesma forma, também foi prevista a criação de um consórcio nacional de agroenergia, com as funções de promover a integração dos centros de referência na pesquisa bem como de captar recursos e gerenciar a sua aplicação conforme diretrizes estabelecidas.

4. O novo papel da política agrícola

Desde que o PNPB começou a ser estudado, uma das questões recorrentes esteve relacionada aos eventuais incentivos a serem dados ao combustível renovável. Os benefícios socioambientais levavam à natural pressão pela redução ou mesmo pela completa desoneração fiscal. Entretanto, não se pode ignorar a pesada carga tributária sobre os alimentos que integram até mesmo a cesta básica.

Dentro dessa abordagem, assumindo o princípio da equidade, de forma a minimizar disfunções alocativas, o modelo tributário deveria encontrar um meio termo entre as cargas aplicadas sobre o uso alimentar e os impostos incidentes sobre os combustíveis fósseis. Essa questão da tributação, no entanto, é apenas um dos aspectos do problema.

Do ponto de vista da agricultura, outros desafios são colocados: o caráter sazonal da produção, os problemas de logística para armazenagem e movimentação de estoques, a necessidade de apoio à organização das cadeias produtivas, a busca do equilíbrio entre as metas de curto, médio e longo prazo. Esses desafios serão brevemente abordados a seguir.

4.1 O caráter sazonal da produção

Uma das principais características das *commodities* agrícolas é a sazonalidade do processo produtivo. Significa a necessidade de instrumentos de regulação que permitam o carregamento dos estoques, de forma a abastecer o mercado durante a entressafra. Desse modo, o biodiesel já nasce

¹ O Plano Nacional de Agroenergia foi um trabalho conjunto dos Ministérios da Agricultura, da Ciência e Tecnologia, de Minas e Energia e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Foi lançado oficialmente no dia 14 de outubro de 2005, na cidade de Piracicaba. Prevê a intensificação dos esforços do Governo em benefício do aumento da participação da agroenergia na matriz energética nacional. Está calcado em quatro grandes vertentes: álcool, biodiesel, florestas energéticas cultivadas e aproveitamento de resíduos agro-florestais e animais.

com um problema que ainda não foi satisfatoriamente resolvido para o álcool combustível, cujos custos de estocagem, normalmente, recaem sobre as unidades produtoras.

No caso do álcool, porém, há uma grande diferença, posto que a cana-de-açúcar é perecível e a atividade industrial (produção de açúcar e álcool) ocorre apenas durante a safra. Quando se pensa em biodiesel, ou mesmo álcool, produzido a partir de grãos, há a possibilidade de estocagem da matéria-prima e manutenção da atividade industrial ao longo de todo o ano.

Essa vantagem do biodiesel pode ser reforçada a partir de matérias-primas como a palma e o pinhão manso, cuja produção é quase ininterrupta (apresenta apenas variações de produtividade ao longo do ano), o que facilita a gestão dos estoques, seja de matéria-prima ou do produto final.

Entretanto, considerando a regularidade no consumo (consumo de combustíveis apresenta poucas variações ao longo do ano, comparado com as descontinuidades do processo de produção agrícola), há a necessidade de desenvolvimento de instrumento de gestão dos estoques de forma que a oferta também possa ser regular.

4.2 Problemas de logística para armazenagem e movimentação dos estoques

Esse é um dos graves problemas da agricultura brasileira, potencializado pela migração da produção de grãos para o Centro-Oeste. Além das grandes distâncias e da precariedade dos modais de transporte, a falta de capacidade de armazenagem nas propriedades é outro fator que dificulta uma boa política de gestão de estoques.

Quando se pensa que o PNPB prevê a aditivização de todo o diesel consumido nacionalmente, o desafio de escoar matérias-primas se soma ao de escoar o combustível renovável. Esse problema será tão maior quando maior o descasamento entre a produção e a localização das bases de distribuição de combustíveis, local onde deverá ser procedida a mistura.

De todo modo, ao impor a obrigatoriedade da mistura, restringindo a possibilidade de utilização de percentuais mais elevados nas proximidades das regiões produtoras, há um natural encarecimento da logística de movimentação dos estoques, que poderá não se reproduzir em benefícios ambientais da mesma proporção.

Nesse caso, cabe considerar que, conforme alguns estudos (especialmente do IPT-SP e do TECPAR), os ganhos ambientais decorrentes da mistura de pequenos percentuais de biodiesel (até 5%) são pouco significativos.

Desse modo, o custo de transportar o combustível renovável do norte do Mato Grosso, para ser utilizado em pequenas proporções na Região Metropolitana de São Paulo, poderá não ter equivalente em termos de reduções líquidas de emissões.

Ainda que do ponto de vista econômico se possa recorrer a instrumentos como o Prêmio para o escoamento da Produção, a obrigatoriedade da mistura em regiões com restrições de oferta levará à perda de eficiência econômica, sem a devida contrapartida ambiental.

4.3 A necessidade de apoio à organização das cadeias produtivas

As portas abertas pelo mercado de combustíveis colocam grandes desafios para a agricultura mundial, em especial no Brasil, onde o baixo nível de escolaridade se apresenta como um dos importantes entraves ao empreendedorismo e à busca de novos arranjos produtivos, condizentes com as exigências do mundo moderno.

Desse modo, os benefícios sociais do PNPB estão subordinados ao apoio governamental à estruturação produtiva dos estabelecimentos rurais. Nesse campo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Agrário e o Ministério da Ciência e Tecnologia, já vem dando um importante passo, qual seja, a realização do zoneamento agrícola para as culturas energéticas².

A Embrapa também vem dando significativa contribuição ao estruturar um modelo de integração lavoura-pecuária, voltado especificamente para a agroenergia. Esse modelo prevê a estruturação de uma cooperativa de produtores rurais no entorno de um projeto agroindustrial voltado para a produção de álcool e biodiesel.

A sinergia da produção desses dois produtos sugere a oportunidade de se trabalhar com plantas integradas. Desse modo, tal como a produção do biodiesel demandaria o vapor e o álcool da destilaria, as áreas de renovação da cana-de-açúcar poderiam ser ocupadas com oleaginosas, como a soja e o girassol. Além disso, devem ser estimuladas atividades complementares, como a pecuária e a fruticultura, de forma a garantir a manutenção dos postos de trabalho ao longo de todo o ano.

Esses arranjos técnicos, no entanto, encontram restrições para a sua implantação. Além da baixa formação educacional, o agricultor brasileiro, especialmente o que não tem a tradição sulista, é avesso ao cooperativismo e

² O Zoneamento Agrícola é um estudo que busca mapear as vocações produtivas para cada região do País, permitindo recomendar as variedades mais adequadas a serem cultivadas bem como o período de plantio e os pacotes tecnológicos adequados. Ele é um instrumento fundamental para a redução dos riscos, facilitando o acesso ao financiamento bancário e ao seguro rural.

ao associativismo³. Com isso, é fundamental o resgate dos serviços públicos de assistência técnica e extensão rural.

Cabe salientar que essa responsabilidade pública foi abandonada em função das transformações ocorridas na agricultura nas últimas décadas. Ao ver crescer a produção, a partir da incorporação dos novos pacotes tecnológicos e da ocupação do Cerrado, o Governo passou a administrar apenas políticas macroeconômicas, como o crédito rural e a política de preços mínimos.

Essas políticas enfatizam apenas a produção. Elas podem assumir características de horizontalidade (tratando todos os produtos e produtores de forma semelhante), ou de seletividade (privilegiando determinadas cadeias, consideradas estratégicas). Embora venham cumprindo um importante papel, elas apresentam como grande deficiência o fato de serem gerais, tratando os produtores como potencialmente iguais.

A pressuposição de igualdade, embora até legítima, ignora que as gritantes diferenças socioeconômicas e culturais entre os agricultores, em um país de dimensões continentais como o Brasil, os deixam tão desiguais que políticas horizontais acabam contribuindo para agravar ainda mais o processo de concentração de renda no meio rural. Por outro lado, as políticas seletivas têm seu escopo limitado a um pequeno número de cadeias produtivas e de beneficiários.

4.4 A busca de equilíbrio no tempo

Uma assertiva que talvez resuma bem essa preocupação pode ser assim resumida: “os biocombustíveis podem resolver os problemas mercadológicos da agricultura, mas a agricultura não poderá resolver os problemas da matriz energética”.

Essa afirmação deriva do gigantismo do mercado de combustíveis, comparado com os mercados agrícolas tradicionais. Em função disso, quando o mercado ainda sinalizava com a possibilidade de recorrer aos biocombustíveis como aditivos limpos e renováveis, houve certa convicção de que a demanda não-alimentar poderia contribuir para a recuperação dos preços das *commodities* agrícolas, levando inclusive à redução dos subsídios praticados pelos países desenvolvidos.

Entretanto, quando se vislumbra nos biocombustíveis uma alternativa energética, as restrições tornam-se patentes. Basta lembrar que, no caso do álcool, em que a produtividade brasileira chega a mais de 7 mil litros por hectare/ano,

³ Quando se fala de tradição sulista, faz-se referência aos gaúchos e paranaenses, mais propensos à organização cooperativa. Embora eles venham cumprindo um papel fundamental na exploração agrícola do Cerrado brasileiro, a implantação dessa cultura de associativismo e cooperativismo encontra restrições.

a produção mundial em 2005 (pouco mais de 47 bilhões de litros) não chegou a 10% do consumo americano de gasolina (538 bilhões de litros).

No caso do biodiesel, há o agravante da escala de produção, visto que a matéria-prima que oferece os melhores resultados tem seu cultivo restrito a uma faixa não superior a 10° de distância da linha do equador. A expansão da produção esbarra em problemas como segurança alimentar (sudeste asiático), ou restrições ambientais (Amazônia brasileira).

Desse modo, a transformação dos biocombustíveis em *commodities* depende da capacidade de organização dos diferentes mercados domésticos, bem como da organização do mercado internacional, de forma a permitir que eles venham a contribuir para a redução dos problemas energéticos, num contexto de transição, respeitadas as restrições impostas pela segurança alimentar e pelo respeito ao meio ambiente.

5. O biodiesel num contexto de restrições regionais à produção

Uma análise comparativa dos últimos dois censos agropecuários (1985 e 1995/96) permite, ainda que de forma grosseira, conhecer algumas transformações ocorrida no setor durante esse período. As regiões/microrregiões podem ser agrupadas, por exemplo, em:

- Regiões de agricultura estagnada: normalmente regiões de agricultura tradicional, caracterizadas pela presença de práticas conservadoras, tanto na escolha das atividades quanto no seu manejo. A grande maioria dos produtores tem um baixo padrão socioeconômico e a região vem se tornando incapaz de gerar empregos suficientes para absorver a força de trabalho local (é perdedora líquida de população);
- Regiões de agricultura modernizante: regiões onde, embora a atividade agrícola seja tradicional, a conjunção de fatores favoráveis, tais como clima, solo, localização, topografia e até mesmo o perfil cultural dos agricultores, permitiram a sua dinamização. A grande maioria dos produtores vem ingressando na agricultura de mercado, absorvendo as práticas mais modernas de manejo no campo e procurando alocar a estrutura produtiva às atividades mais adequadas à propriedade;
- Regiões de novas fronteiras agrícolas: regiões que vêm se consolidando como centros dinâmicos de exploração da atividade agrícola. Normalmente apresentam grande potencial de expansão e facilidade de implantação da chamada agricultura moderna, baseada na grande escala e na incorporação dos processos tecnológicos mais sofisticados.

Um mapeamento agrícola do País, com base nesse enfoque, contribuirá para a adoção dos instrumentos de política mais apropriados a cada uma dessas regiões. Mais do que isso, ele permitirá corrigir equívocos do passado, em que a ineficiência resultou da adoção de políticas ineficazes, a partir de diagnósticos equivocados, ou até mesmo da falta de diagnósticos.

A ação eficiente é capaz de derrubar o argumento de que o livre mercado é o melhor orientador para os agentes econômicos. O mercado realmente ensina, mas o custo por ele cobrado acaba por excluir muitos produtores. Não porque simplesmente foram ineficientes, mas porque estavam despreparados. As condições de competição são extremamente assimétricas, demandando que o setor público intervenha, reduzindo essas assimetrias, o que permite uma competição mais saudável e benéfica para todos e não simplesmente para os mais fortes.

A redução dessas assimetrias requer uma postura mais ativa por parte dos órgãos públicos. Não basta disponibilizar instrumentos de política agrícola e deixar que os produtores os procurem. É preciso levá-los até as propriedades. E mais do que isso, é preciso mudar o padrão comportamental dos produtores, marcado pelo conservadorismo tanto na escolha das culturas quanto em relação às técnicas empregadas.

A melhor maneira de mudar o comportamento dos produtores é mostrando-lhes, por meio de experiências práticas, que existem procedimentos mais modernos do que os que eles vêm adotando. Além disso, mostrar que esses procedimentos também são acessíveis e com uma razão custo/benefício amplamente favorável.

Profissionalizar o setor agrícola significa dar um tratamento diferenciado para os produtores que estejam dispostos a se enquadrar dentro dessa nova realidade. Nesse sentido, o associativismo e o cooperativismo devem conquistar espaço crescente no meio rural, historicamente caracterizado pela cultura individualista na maioria das regiões do País.

O PNPB abre a oportunidade para propagação do conhecimento, a partir da criação de projetos-piloto, com a participação de um pequeno número de produtores, amparados por um serviço de assistência técnica de alta qualidade. É fundamental levar experiências inovadoras ao campo e, mais do que isso, mostrar que elas podem ser reproduzidas com igual êxito.

Alguns cuidados especiais devem ser tomados para garantir, inclusive, o sucesso dos projetos-piloto: diagnóstico da região e das propriedades que a integram, de forma a conhecer as suas potencialidades e limitações; viabilidade técnico-econômica dos projetos; prévia eliminação de gargalos; e cumprimento das ações planejadas.

6. Conclusões

O presente trabalho busca apresentar um conjunto de idéias a respeito da necessidade de se repensar a forma como vem sendo conduzida a atual política agrícola, de modo que seja capaz de oferecer as respostas demandadas pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

Ele teve como subsídios o marco regulatório do programa, bem como um conjunto de notas técnicas e artigos escritos no passado recente, abordando a problemática da assimetria de informações como fator de desequilíbrio no processo de desenvolvimento do meio rural brasileiro. Dentro dessa perspectiva, o biodiesel, ao criar um novo mercado para a agricultura, constitui oportunidade de repensar o papel do Governo junto aos potenciais beneficiários.

Os desafios colocados pelo programa, serão satisfatoriamente superados à medida que o Governo sinalize claramente para as diretrizes a serem seguidas. Os arranjos necessários para promover o equilíbrio do tripé energético-ambiental-social demandam uma ação efetiva das diferentes esferas de governo, privilegiando aspectos técnicos.

Há que se considerar, porém, que essa ênfase no rigor técnico pode não contemplar plenamente os anseios políticos, seja no que diz respeito à ênfase na maior capilaridade da produção, ou no ímpeto de ter o programa como vetor de redução das desigualdades regionais. Nesse caso, é importante lembrar que se há grandes desigualdades no meio rural, nos centros urbanos elas não são menores.

Desse modo, tão importante como ter na produção do biodiesel um vetor de redistribuição de renda é assegurar que ele chegue aos mercados consumidores a custos acessíveis. Há que se encontrar flexibilidade para balizar os diferentes interesses relacionados ao programa.

Bibliografia Consultada

COMISSÃO EXECUTIVA INTERMINISTERIAL DO BIODIESEL. Várias notas. Brasília, 2006.

SECRETARIA DE PRODUÇÃO E AGROENERGIA. Documentos internos.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. 118p.

LEGISLAÇÃO SOBRE BIODIESEL. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br>.

O BIODIESEL e a inclusão social. Conselho de Altos Estudos e Desenvolvimento Econômico da Câmara dos Deputados. **Coletânea de artigos**. Set. 2003.

Biodiesel e agricultura familiar no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura

Arnoldo Campos

Coordenador Geral de Agregação de Valor e Renda, Secretaria de
Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário

Edna de Cassia Carmelio

Coordenadora de Biocombustíveis, Secretaria de Agricultura Familiar do
Ministério do Desenvolvimento Agrário

1. Apresentação

A Agricultura Familiar, como sujeito do desenvolvimento, é ainda um processo em consolidação. O seu fortalecimento e valorização dependem de um conjunto de fatores econômicos, sociais, políticos e culturais que necessitam ser implementados de uma forma articulada por uma diversidade de atores e instrumentos. Sem dúvida, o Estado e as políticas públicas cumprem um papel fundamental. Quanto mais essas políticas conseguirem se transformar em respostas à estratégia geral de desenvolvimento com sustentabilidade e, ao mesmo tempo, às demandas concretas e imediatas da realidade conjuntural, mais adequadamente cumprirão o seu papel.

Nesse sentido, o acompanhamento da conjuntura de mercado das mais importantes cadeias produtivas, muito embora não deva ser o fator determinante para a elaboração das políticas públicas, assume uma importância fundamental para a sua definição, adequação e redimensionamento, especialmente para aquelas relacionadas aos diversos instrumentos da política agrícola.

Por parte dos órgãos governamentais responsáveis pela condução das políticas públicas voltadas à agricultura familiar, como é o caso do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e, em particular, da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF), é de extrema importância a clareza da estratégia e das diretrizes de desenvolvimento a serem implementadas. O acompanhamento sistemático da situação conjuntural das diversas cadeias produtivas nas quais está envolvida a agricultura familiar é vital para a tomada de decisões e para o exercício da função de gestor das políticas públicas.

As políticas públicas com foco no Biodiesel para Agricultura Familiar, desenvolvidas no âmbito da SAF/MDA, passaram a ter um importante papel de catalisador da Agricultura Familiar para o desenvolvimento do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), implementado pelo Governo Federal em 2004.

2. Perfil da Agricultura Familiar

A Lei da Agricultura Familiar (Lei nº 11.326, de 24 de Julho de 2006) estabelece as diretrizes para formulação de Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Rurais Familiares.

Em 2003, o valor gerado pelas cadeias produtivas de agricultura familiar correspondeu a 10% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo estudo da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe). Traduzindo-se em números absolutos, uma participação de R\$ 156 bilhões.

Quando se fala de agricultura familiar no Brasil, fala-se na integração do policultivos – manejando, além de diversas espécies agrícolas, muitas variedades de cada uma delas – com a criação de diversas espécies animais e com o uso múltiplo das plantas nativas. Alguns fatores determinam essa opção pela diversificação. Primeiro, a unidade agrícola familiar é um sistema econômico de produção e de consumo. A preservação e a valorização de subsistemas voltados para o mercado e para o autoconsumo da família e a manutenção do equilíbrio de suas inter-relações são condições fundamentais para a reprodução socioeconômica do sistema em seu conjunto.

É na categoria dos agricultores familiares, daqueles que vivem e trabalham no meio rural em sua individualidade (crianças, jovens, idosos, homens, mulheres), na unidade familiar como forma associativa de gestão do agroecossistema na unidade produtiva, no capital social como forma de gestão das relações nos âmbitos da comunidade que poderemos, por meio de um diálogo participativo, contribuir com diagnóstico, planejamento, pesquisas e projetos para a construção de um desenvolvimento local sustentável nos campos econômico, social e ambiental.¹

3. O Papel do Ministério do Desenvolvimento Agrário na Agricultura Familiar

A melhoria das condições de vida dos agricultores familiares é o foco de ação de todos os programas e projetos do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Buscando dar uma resposta a demanda crescente da sociedade brasileira, o MDA vem desenvolvendo várias ações de promoção de estilos de agricultura mais sustentáveis. Atuando no fortalecimento da agricultura familiar, com apoio às agriculturas de base ecológica e à transição agroecológica, articulando políticas públicas destinadas a apoiar agricultores familiares,

¹ BIANCHINI, Valter. O Universo da Agricultura Familiar e Sua Contribuição ao Desenvolvimento Rural. 2004.

pescadores artesanais e aqüicultores, extrativistas, silvicultores, ribeirinhos, quilombolas e indígenas.

O MDA atua também junto a organizações governamentais e não-governamentais e instituições de extensão rural, ensino e pesquisa aplicados em processos de desenvolvimento rural, para que possam realizar e/ou apoiar a transição dos modelos produtivos convencionais para estilos mais sustentáveis.

Evoluiu bastante nos últimos anos a percepção social sobre as vantagens que podem trazer as políticas públicas de expansão e fortalecimento da agricultura familiar. Com muito atraso histórico, as elites brasileiras começam a identificar os agricultores familiares como um grupo social distinto e, sobretudo, a reconhecê-lo como um dos agentes coletivos do processo de desenvolvimento rural. Por isso, talvez não seja exagerado otimismo esperar que esse grupo social também venha a ser visto como o segmento importante da estratégia de desenvolvimento de que o Brasil necessita, isto é, um dos protagonistas do lado rural da agenda de desenvolvimento que está emergindo com a renovação do debate público posterior à estabilização da economia².

A discussão sobre a importância e o papel da agricultura familiar no desenvolvimento brasileiro vem ganhando força nos últimos anos, impulsionada pelo debate sobre desenvolvimento sustentável, geração de emprego e renda, segurança alimentar e desenvolvimento local. A criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) reflete e alimenta esse debate na sociedade³.

O debate sobre os conceitos e a importância relativa da agricultura familiar também é intenso, produzindo inúmeras concepções, interpretações e propostas, oriundas das diferentes entidades representativas desse segmento, dos intelectuais que estudam a área rural e dos técnicos governamentais encarregados de elaborar as políticas para o setor rural brasileiro.

Alterando o atual modelo que prioriza a agricultura intensiva de escala, essa iniciativa do Governo Brasileiro defende o fortalecimento da agricultura familiar por sua maior capacidade de compatibilizar produção para o autoconsumo e para o mercado, geração de empregos, melhoria das condições das famílias rurais e diversificação das atividades. A agricultura familiar também tem grande capacidade de assumir a proteção ambiental, na manutenção da diversidade cultural, da biodiversidade, além de grande capacidade de dinamização das economias locais.

² VEIGA, José Eli da. Diretrizes para uma Nova Política Agrária. 1998.

³ Agricultura Familiar no Brasil: uma análise a partir do Censo Agropecuário de 95/96. Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO. 1999.

4. O Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF)

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) é um programa que tem por missão promover o desenvolvimento local sustentável, por meio da valorização humana e dos recursos naturais. Cabe à Secretaria de Agricultura Familiar do MDA orientar a aplicação do crédito rural da agricultura familiar para projetos produtivos adequados às potencialidades regionais e às especificidades de cada bioma, de modo a obter maior eficiência e eficácia na aplicação dos recursos financiados, inclusive com redução do risco nas atividades.

Nos últimos três anos, o Pronaf obteve um importante aperfeiçoamento, resultando em melhor integração das políticas que ampliam o alcance do programa e que o ajustam às especificidades regionais da agricultura familiar brasileira. A participação ativa dos agricultores familiares e de suas organizações como protagonistas dos processos de mudança e do diálogo e ação conjunta de governo e sociedade estão possibilitando novas oportunidades de trabalho para homens e mulheres do campo e a melhoria das condições de vida, fortalecendo a cidadania desta população.

Nos últimos anos, o Pronaf cresceu e nacionalizou-se, estando presente, em 2005, em todos os estados e em 5360 municípios. O acesso ao crédito também aumentou nas regiões Norte e Nordeste, uma importante contribuição para a superação das desigualdades regionais.

5. Ações que Contribuíram para o Fortalecimento da Agricultura Familiar no País

5.1. Crédito Rural

Historicamente o crédito disponibilizado para a agricultura familiar vem crescendo a uma taxa de 40% ao ano quando comparado o ano agrícola de 2002/2003 e a safra atual 2006/2007.

O montante de crédito disponibilizado para os agricultores familiares em 2002/2003 foi de R\$ 2,38 bilhões (dois bilhões, trezentos e oitenta milhões de reais) e na safra atual a previsão é disponibilizar a cifra de R\$ 10 bilhões (dez bilhões de reais).

Por outro lado, a quantidade de contratos realizados na safra de 2002/2003 foi de 905 mil e a expectativa para essa safra é atingir o total de dois milhões de contratos realizados com o crédito da agricultura familiar. Isto representa uma taxa de crescimento da ordem de 22% ao ano. Crescimento menor do que o crescimento do montante de crédito utilizado, representando

não somente o aumento do número de contratos para a agricultura familiar, e sim, um valor maior para cada família.

Em 10 anos, foram investidos mais de R\$ 27 bilhões para o financiamento da Agricultura Familiar em todo o País. Na safra 2004/2005, foram disponibilizados R\$ 6,2 bilhões em crédito para cerca de 1,6 milhões agricultores familiares. Já em 2005/2006, foram R\$ 7,5 bilhões, beneficiando cerca de 1,8 milhões de agricultores.

Constata-se, nesses últimos três anos, a ampliação da entrada do Pronaf em áreas antes carentes de crédito, como a região Nordeste. Outro destaque é o grupo B, que é linha de microcrédito do Pronaf (que atende agricultores com renda bruta de até R\$ 2.000), e que teve um crescimento de 30% em número de contratos e volume de contratação.

Na região Sul, dados preliminares mostram que foram realizados na safra 2005/2006 cerca de 480 mil contratos, totalizando mais de R\$ 2 bilhões.

O crédito do Pronaf hoje é muito importante para o desenvolvimento da agricultura familiar, mas ainda é ineficiente para atender todas as demandas dos agricultores.

5.2. Assistência Técnica e Extensão Rural e Capacitação

Ações de apoio às Emateres e às organizações não-governamentais vêm ampliando e reforçando, a partir de 2003, os trabalhos de assistência técnica e extensão rural no Brasil por meio de convênios e da criação de uma rede para fortalecer princípios como a agricultura agroecológica, a inclusão social e possibilitar uma vida digna no campo. Lançada em 2003, a Política Nacional de ATER (PNATER) orienta as ações de assistência técnica e de capacitação.

A construção de um Sistema Nacional de Ater alcançou seu primeiro objetivo, no início de 2006, com a assinatura da portaria que cria o Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (Sibrater), composto por organizações diversas, que vão desde os serviços oficiais, passando por cooperativas de técnicos até as escolas que adotam o regime de alternância.

O Sibrater vai possibilitar a gestão, estruturação e atuação por meio de redes, articulando instituições em diferentes regiões do país e fortalecendo institucionalmente as órgãos oficiais de ATER em todos os estados.

Outro passo importante é o credenciamento das instituições que fazem parte do sistema, possibilitando a aplicação de receber recursos do governo federal, estabelecendo um conjunto de requisitos básicos e verificando a adoção de práticas em consonância com a atual política.

Com recursos do MDA foi possível, em 2005, atender a 66.587 agricultores na ação capacitação e 323.252 agricultores na assistência técnica e

extensão rural. Do esforço conjunto das instituições parceiras foi possível atender cerca de 1,9 milhões de famílias na Safra 2005/2006.

O número de técnicos contratados pelas instituições oficiais de ATER também cresceu, passando de 723, em 2003, para 2.747 contratados, em 2005.

5.3. Seguro da Agricultura Familiar

A agricultura sempre foi uma atividade de risco, sensível as variações climáticas como seca, granizo, tromba d'água, vendaval, chuva na fase de colheita e as geadas por doença fúngica ou praga sem método difundido de combate, controle ou profilaxia.

Para minimizar esses riscos e reduzir os prejuízos que eles podem causar aos agricultores familiares, o governo federal, por meio do MDA, em parceria com as organizações dos agricultores familiares e agentes financeiros que atuam no Pronaf, dando seqüência à política do governo de apoio à agricultura familiar, está à frente da aplicação de medidas que irão dar maior segurança às plantações.

O Seguro da Agricultura Familiar (SEAF) foi iniciado na safra 2004/2005 justamente para dar maior segurança ao plantio dos agricultores familiares, garantindo a cobertura de 100% do financiamento mais 65% da receita líquida esperada pelo empreendimento financiado pelo agricultor(a) familiar, até o limite de R\$1.800,00.

A safra 2005/2006 assegurou cerca de 500 mil empreendimentos familiares. A seca severa nos três estados do Sul, além de estiagens prolongadas em três estados da região Sudeste fizeram com 263.680 famílias demandassem cobertura ao seguro em 2005.

Com o SEAF, diminuiu-se a necessidade de adoção de medidas emergenciais, proporcionando um ambiente de muito maior segurança para a atividade produtiva.

5.4. Agregação de valor e renda e agroindústria

O Programa de Agroindustrialização da Produção Familiar é uma importante ferramenta para a organização e agregação de valor. Esta ação busca apoiar projetos de diversificação das atividades na agricultura familiar. A ação de Agregação de Valor e Renda está voltada para o desenvolvimento e aplicações de políticas para geração de trabalho, renda e agregação de valor aos produtos da agricultura familiar.

Agricultores familiares, pescadores artesanais, extrativistas, silvicultores e aqüicultores, na condição de proprietários, posseiros, arrendatários, parceiros ou concessionários da reforma agrária podem contar com o apoio desse importante programa, que visa à agroindustrialização da produção e a sua comercialização de modo a agregar valor, gerar renda e oportunidades de trabalho no meio rural, com conseqüente melhoria de vida dos agricultores.

No período de 2003/2005, foram apoiadas 3.885 agroindústrias, beneficiando cerca de 39 mil famílias, possibilitando a agregação de valor aos produtos da agricultura familiar e criando postos de trabalho.

5.5. Turismo Rural na Agricultura Familiar

O turismo permite não só a valorização dos aspectos naturais, culturais e da atividade produtiva das comunidades familiares, mas também estimula a recuperação e conservação da economia das regiões envolvidas. Os benefícios sociais se materializam na dinamização da cultura rural, na manutenção da sua identidade e autenticidade, resgatando valores, costumes e códigos. Reaparece o orgulho da ascendência, o resgate da história e valorizam a gastronomia local. Objetos antigos, antes considerados velhos e inúteis, passam a ser valorizados. Ganham valor o modo peculiar de falar, o vestuário, as festas e o saber. Ressurgem as artes, as crenças, os cerimoniais, a linguagem, o patrimônio arquitetônico, que são restituídos ao cotidiano, transformados em atrativos típicos e usado como marcas locais interessantes para o turismo.

Do norte ao sul do país, podem-se observar as possibilidades que o turismo desenvolvido pelos agricultores familiares pode oferecer: fazer um passeio pelas tradições gaúchas, conviver com o bucolismo e a tradição polonesa junto à metrópole, conhecer comunidades tradicionais à beira-mar em busca do desenvolvimento sustentável, interagir com o modo de vida e cultura em harmonia com a natureza do povo do pantanal mato-grossense, imergir em uma excursão técnico-científica na busca da convivência com o semi-árido baiano. O fato é que, a agricultura familiar oferece uma série de produtos turísticos próprios, com marcas locais diferenciadas que destacam e valorizam o modo de vida peculiar de cada região do Brasil.

O Programa Nacional de Turismo Rural na Agricultura Familiar atua nas diversas regiões brasileiras e, em dois anos de implantação, já ajudou a tornar real uma série de projetos que envolvem as mais diferentes realidades. A estratégia é fomentar a inclusão do agricultor familiar no arranjo do turismo, de forma competitiva, seja oferecendo serviços de lazer, alimentação ou hospedagem, seja criando mais um canal de comercialização com empreendimentos maiores da cadeia do turismo na própria área rural, como pousadas rurais, hotéis fazendas, ou ampliando sua rede de comercialização até às cidades criando um canal com hotéis, bares, restaurantes e similares.

6. Instituição do Programa de Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB, lançado oficialmente em dezembro de 2004, é uma iniciativa do Governo Federal. Tem como núcleo deliberativo uma Comissão Executiva Interministerial, coordenada pela Casa Civil da Presidência da República e composta por 14 Ministérios. Responsável pela operacionalização encontra-se o Ministério de Minas e Energia, coordenador do Grupo Gestor do PNPB, composto também pelos mesmos Ministérios, mais ANP, Petrobras, Embrapa e BNDES.

O biodiesel é um combustível renovável em uso no Brasil e, também, em países como Alemanha e Estados Unidos. Trata-se de um combustível líquido derivado de biomassa renovável, que substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores de ignição por compressão, automotivos (caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc.), transportes (aquaviários e ferroviários) e estacionários (geradores de eletricidade, etc.). O biodiesel pode, ainda, substituir outros tipos de combustíveis fósseis na geração de energia, a exemplo do uso em caldeiras ou em geração de calor em processos industriais.

A mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo é chamada de B2, e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100. A Lei nº 11.097/05, aprovada pelo Congresso Nacional, estabeleceu que, a partir de janeiro de 2008, a mistura B2 passa a ser obrigatória no território nacional. Assim, todo o óleo diesel comercializado no País deverá conter, necessariamente, 2% de biodiesel. Em janeiro de 2013, este percentual passará para 5%. Vale aqui ressaltar que, a depender da evolução da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima, entre outros fatores, esses prazos podem ser antecipados, mediante Resolução do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, conforme estabelecido pela Lei. Em sua Resolução nº 03, de 23 de setembro de 2005, o CNPE antecipou para janeiro de 2006 o B2, cuja obrigatoriedade se restringirá ao volume do biodiesel produzido por detentores do selo “Combustível Social”.

7. A qualidade do Biodiesel brasileiro

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel não é restritivo: permite a utilização de diversas oleaginosas ou matérias-primas animais. Esta flexibilidade possibilita a participação do agronegócio e da agricultura familiar e o melhor aproveitamento do solo disponível para a agricultura no País. Independente da matéria-prima e da rota tecnológica, **o biodiesel é introduzido no mercado nacional de combustíveis com especificação única**. Ainda que cada oleaginosa tenha suas próprias características, tanto o biodiesel de mamona, soja, palma, sebo ou de girassol são passíveis de atender

à qualidade definida nesta especificação definida pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Cabe aqui ressaltar que o biodiesel só será efetivamente vendido aos consumidores nos postos se atenderem às especificações técnicas exigidas pela norma brasileira (Resolução ANP N° 42/04). É essencial assegurar a qualidade do combustível para o perfeito funcionamento dos veículos e a satisfação do usuário. Nesse aspecto, deve ser observado que a adição de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo não exigirá alteração nos motores, assim como não exigiu nos países que já utilizam o combustível. Os motores que passarem a utilizar o biodiesel misturado ao diesel nesta proporção têm garantia de fábrica assegurada pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), conforme manifestação formal desta entidade ao Governo Federal.

Portanto, não se pode falar que o biodiesel de mamona é o de pior qualidade, ou que essa matéria-prima é ruim, ou que “empastela o motor”. Apresenta sim característica distinta, em especial devido a maior viscosidade do biodiesel de mamona, mas pode ser perfeitamente enquadrado dentro da especificação de qualidade. Nessa linha de raciocínio, poderíamos lembrar que o biodiesel de soja é um produto muito sujeito à oxidação. Isso nos levaria a ponderar, erroneamente, que a soja não é adequada para produzir esse combustível. Porém, com o devido processamento, atende também à especificação de qualidade requerida. Novamente, cabe frisar que oleaginosa tem sua própria característica, mas isso não significa que é pior ou melhor. O importante é que o biodiesel resultante atenda à especificação.

8. O Biodiesel e o Meio-Ambiente

A produção e uso do biodiesel no Brasil representam o desenvolvimento de uma fonte energética sustentável sob os aspectos ambiental, econômico e social. A dimensão do mercado no Brasil e no mundo assegura uma grande oportunidade para o setor agrícola, assim como contribuirá para o desenvolvimento e a ampliação do parque industrial em consonância com o meio ambiente. O biodiesel apresenta ótimo potencial de ganhos ambientais. Em média, a emissão de poluentes no uso em motores é reduzida em comparação ao diesel. Destaca-se a redução de SO₂, particulados e hidrocarbonetos. Ademais, por ser renovável, contribui positivamente para evitar o efeito estufa. O CO₂ emitido na queima do biodiesel é absorvido na etapa agrícola de seu ciclo produtivo.

Neste especial, o dendê, quando cultivado pela agricultura familiar, pode usar as áreas de florestas degradadas, segundo o Código Florestal. Isto significa que os assentamentos da região Norte, que herdaram um grande passivo

ambiental, agora já dispõem de uma possibilidade de recompor estas áreas com uma significativa geração de renda aos mesmos.

9. O Selo Combustível Social

O Selo Combustível Social 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 da geração de emprego e de renda para os agricultores familiares enquadrados nos critérios do Pronaf.

Por meio dele o produtor de biodiesel tem os seguintes benefícios:

- acesso a alíquotas de PIS/PASEP e COFINS com coeficientes de redução diferenciados (FIGURA 1);
- acesso às melhores condições de financiamento junto ao BNDES e suas Instituições Financeiras Credenciadas, ao BASA, ao BNB, ao Banco do Brasil S/A ou outras instituições financeiras que possuam condições especiais de financiamento para projetos com selo combustível social; e
- possibilidade de participar dos leilões de biodiesel.

Figura 1. Alíquotas de PIS/PASEP e de Cofins aplicadas ao biodiesel.

| | PIS/Pasep e Cofins (R\$/Litro de biodiesel) | |
|--|---|-----------------------------|
| | Sem selo combustível social | Com Selo Combustível social |
| Regiões Norte, Nordeste e semi-árido: | | |
| Mamona e palma | R\$ 0,15 | R\$ 0,00 |
| Outras matérias-primas | R\$ 0,218 | R\$ 0,07 |
| Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul: | | |
| Qualquer matéria-prima, inclusive mamona e palma | R\$ 0,218 | R\$ 0,07 |

O produtor de biodiesel com Selo Social tem as obrigações de:

- adquirir de agricultor familiar matéria-prima para a produção de biodiesel em uma quantidade mínima definida pelo MDA;
- celebrar contratos com os agricultores familiares, negociados com a participação de uma representação dos agricultores familiares, especificando as condições comerciais que garantam renda e prazos compatíveis com a atividade; e

- assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

O produtor de biodiesel terá que adquirir da agricultura familiar pelo menos 50% das matérias-primas necessárias à sua produção de biodiesel provenientes do Nordeste e semi-árido. Nas regiões Sudeste e Sul, este percentual mínimo é de 30% e na região Norte e Centro-Oeste é de 10%.

10. A antecipação da obrigatoriedade do Biodiesel

Uma vez estabelecida toda a base legal do biodiesel, havia de se desenvolver um mecanismo de produção de biodiesel até 2008, quando o biodiesel passa a ser obrigatório. Para isso o Conselho Nacional de Política Energética adotou uma medida de antecipação da obrigatoriedade, por meio de leilões públicos realizados pela ANP.

Os leilões foram estruturados para:

- Incrementar a participação do biodiesel na matriz energética nacional, segundo as políticas econômica, social e ambiental do Governo Federal.
- Estimular investimentos na cadeia de produção e comercialização do biodiesel.
- Possibilitar a participação combinada da agricultura familiar e do agronegócio no fornecimento de matérias-primas.

11. Ações para inclusão social da agricultura familiar

O Ministério do Desenvolvimento Agrário adotou uma série de direcionamentos e medidas para efetivamente promover a inserção da agricultura familiar nesta cadeia produtiva, quais sejam:

- Mobilizou as principais representações da agricultura familiar e movimentos sociais do campo em torno do tema. Com isso, hoje a Contag, por exemplo, articulou todo o seu sistema estadual e municipal para participar das negociações entre agricultores e empresas, para monitorar as ações locais;
- Criou o Pronaf Biodiesel, pelo qual o agricultor familiar pode tomar mais um crédito custeio antes de pagar o anterior para o plantio de oleaginosas. Com isto o agricultor pode continuar a plantar seu milho, seu feijão e plantar também a oleaginosa para biodiesel;
- Modificou uma resolução do Pronaf, possibilitando que o agricultor familiar do microcrédito (agricultor B, maioria no Nordeste) possa pegar o crédito custeio para a mamona, antes não permitido (só podia usar o recurso para investimento e mamona é custeio);

- Modificou uma resolução do garantia-safra para priorizar o agricultor familiar do semi-árido nordestino que plantar o feijão em consócio com a mamona. Se houver perda de safra, ele tem prioridade de obter o benefício sobre os outros. Como a mamona é resistente à seca, mesmo que ele perca o feijão, ainda terá uma atividade produtiva para lhe garantir renda;
- Negociou com o Banco do Brasil, Banco do Nordeste e Banco da Amazônia para o atendimento das demandas de crédito Pronaf para custeio e investimento de oleaginosas para biodiesel; e
- Aportou mais de 5 milhões em projetos de formação de pólos de produção de matérias-primas para biodiesel, em aprimoramento e disponibilização de novas tecnologias agrícolas para a agricultura familiar e de tecnologias de baixa escala para biodiesel.

12. Resultado dos leilões de Biodiesel

Até o momento o Governo realizou 4 leilões de biodiesel, com o objetivo de estimular a instalação das empresas de biodiesel necessárias para atender ao mercado de B2 (840 milhões de litros), obrigatório a partir de 2008, bem como iniciar o processo de inclusão social da agricultura familiar nesta cadeia produtiva.

Como resultados gerais, temos que foi arrematado um volume total de biodiesel de 820 milhões de litros, com ciclo de entregas que se iniciaram em 2006 e se estenderão até o fim de 2007. A capacidade total instalada das empresas vencedoras é de 1 bilhão e litros, ou seja, acima da necessidade de B2 (820 milhões de litros). As empresas vencedoras do primeiro leilão (em 2005) iniciaram suas produções, sendo que já foram produzidos 11 milhões de litros, segundo a ANP.

Hoje já existem 40.000 agricultores familiares produzindo para biodiesel, a maioria no Nordeste. E a produção de matérias-primas para biodiesel já abrange mais de 300 municípios brasileiros.

Até o fim de 2007 pelo menos 205.000 agricultores familiares deverão estar produzindo matérias-primas para biodiesel, em uma área de cerca de 600.000 hectares. As aquisições da agricultura familiar deverão ser de quase 350 milhões de reais, representando uma importante dinamização da economia nos pequenos e médios municípios brasileiros onde haverá produção agrícola para biodiesel.

Estima-se que até 2007, 59% do biodiesel a ser produzido deverá ser proveniente da soja, 26% da mamona e o restante (15%) de outras matérias-primas. Isto implica também um importante mercado para a soja, adicional ao já estabelecido.

A renda da agricultura familiar também cresce com o biodiesel: deverá haver um aumento de renda bruta anual entre R\$ 16.000,00 e R\$ 1.000,00, dependendo da matéria-prima, do local e da área plantada.

A soma das capacidades instaladas das empresas que ganharam os leilões é de um bilhão de litros/ano e o mercado de B2 é de 820 milhões de litros. Portanto, com a medida adotada de antecipação da obrigatoriedade o Brasil iniciará 2008 com toda o parque industrial pronto para atender este mercado.

A carteira de projetos totais, entre aqueles em execução e os planejados, apontam para uma perspectiva em 2007 de 57 indústrias de biodiesel, com uma capacidade instalada total de 2,5 bilhões de litros/ano. Esses fatores mostram que o Brasil deverá adotar rapidamente uma estratégia de antecipação da obrigatoriedade de B5.

As empresas vencedoras dos leilões encontram-se em todas as regiões do país, de forma que existe uma boa disposição regional para produção de biodiesel (Figura 2).

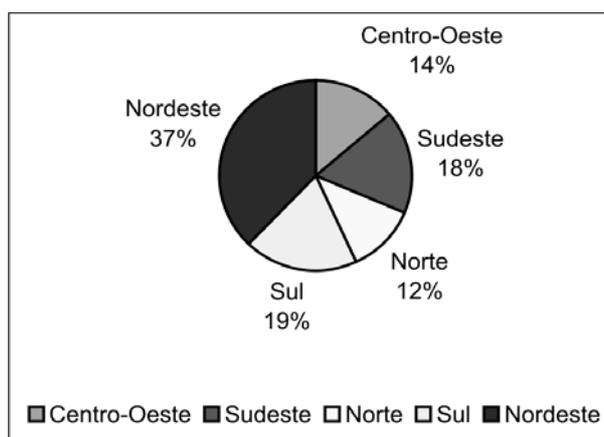


Figura 2. Produção de biodiesel por região até o fim de 2007.

13. Os financiamentos bancários

O sistema bancário público e privado estruturou-se para atender às novas demandas colocadas pelo biodiesel:

- O BNDES lançou um programa de financiamento especial para projetos de biodiesel, com condições de financiamento mais favoráveis para os projetos aderidos ao Selo Combustível Social. Hoje, o BNDES tem aprovados 89 milhões de reais em projetos, cuja capacidade total é

de 300 milhões de litros de biodiesel por ano (36% necessidade de capacidade instalada de B2);

- O Banco do Brasil lançou, também, sua linha de financiamento para biodiesel. O BB já tem aprovados 8 projetos num valor total de 117 milhões de reais. Adicionalmente, o Banco do Brasil, atendendo a orientação do Governo Federal de estruturação da cadeia produtiva, está implementando o financiamento da Agricultura Familiar para o biodiesel, exclusivamente para os agricultores vinculados por contrato às empresas de biodiesel que venderam para a Petrobrás nos leilões. Trata-se, por exemplo, do financiamento do Pronaf, na ordem de 13,5 milhões de reais somente para o estado do Piauí. Isso dá para o plantio de 24.000 ha nesta próxima safra, beneficiando cerca de 8.000 famílias que deverão ter um aumento de renda de cerca de 20%, somente com esse pequeno plantio (3 ha);
- O Banco do Nordeste estima financiar nesta safra mais de 50 mil agricultores familiares na região nordeste, priorizando a região semi-árida e o atendimento dos agricultores do PRONAF grupo B.
- O Banco da Amazônia financiou 35 agricultores em 2005 para o cultivo de dendê no Pará. A empresa detentora do Selo Combustível Social, a Agropalma, complementou o financiamento com o adiantamento de insumos, sua real e bem dosada parceria público-privada.

O objetivo do Banco do Brasil, do Banco do Nordeste e do Banco da Amazônia é atender a 100% da demanda por crédito agrícola Pronaf exclusivamente destinado a produção de biodiesel necessária para os volumes arrematados em leilões.

14. A indústria de equipamentos

Um setor da economia que reagiu positivamente à criação da cadeia produtiva de biodiesel foi o de máquinas e equipamentos. As empresas se mobilizaram rapidamente para atender essa demanda e hoje estão trabalhando em turnos contínuos, para cumprir seus contratos de venda de equipamentos. É muito importante perceber que os equipamentos fabricados no Brasil atendem os padrões de qualidade e eficiência exigidos para a produção de um bom biodiesel, sem deixar nada a desejar em relação aos tradicionais fabricantes mundiais – e com uma vantagem: dispomos de equipamentos de pequena, média e grande escala, além de produzirmos com excelência o biodiesel de mamona, pouco conhecido em outros países.

15. A diversidade de matérias-primas

O Brasil tem um imenso potencial de matérias-primas para produção de biodiesel. Mas para a produção agrícola necessária para atender o mercado de B2 e mesmo de B5, é necessário contar com as culturas agrícolas recomendadas tecnicamente pela Embrapa e demais instituições reconhecidas, as quais precisam ter aptidão para a região de plantio (zoneadas), tecnologia de produção dominada e disponibilidade de sementes e/ou mudas em qualidade e quantidade suficientes. É o caso da mamona para Nordeste e semi-árido, do dendê para a região Norte e da soja para o eixo centro-sul do país, por exemplo.

Esta produção agrícola precisa crescer na velocidade necessária, mas coberta com os cuidados ambientais para não agressão ao meio-ambiente. Nesse sentido, a agricultura familiar, por suas próprias características de dispor de pequenas áreas na propriedade e desenvolver mais de uma atividade rural, sendo pelo menos duas agrícolas e uma pecuária, já parte para a produção de oleaginosas para biodiesel de forma amigável e não agressiva ao meio ambiente.

16. O etanol e o metanol para produção de Biodiesel

O biodiesel pode ser produzido com dois tipos de álcool: o metanol, proveniente do petróleo, ou o etanol, proveniente da cana-de-açúcar. Hoje as empresas produtoras empregam o metanol. A produção de biodiesel, com o uso do etanol, ainda está em estudo nas universidades e centros de pesquisas. Na medida em que as pesquisas apontarem para a melhor viabilidade do etanol para produção de biodiesel, não haverá nenhuma restrição ao seu uso – pelo contrário, o Brasil, na qualidade de grande produtor de álcool combustível que é, deverá ampliar seu uso.

17. Os Desafios da Agricultura

A exemplo da melhoria de eficiência agrícola ocorrida com a cana-de-açúcar, com o advento do Pró-álcool, também a eficiência agrícola na produção de oleaginosas precisa melhorar rapidamente no Brasil. Isso passa pelos estudos de aptidão climática, pela disponibilização de sementes e mudas de qualidade na quantidade necessária, por novas pesquisas tecnológicas de matérias-primas potenciais, como o pinhão-mansão, além de uma assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares. As instituições de pesquisa e assistência técnica do Brasil já estão trabalhando nesse sentido.

O MCT criou uma rede nacional de pesquisa de biodiesel, objetivando uma maior efetividade das diversas instituições e uma maior democratização

do conhecimento desenvolvido. Já aportou 16 milhões em 2005 e 32 milhões estão contratados para projetos até 2008.

Por exemplo, a Embrapa, em parceria com o MDA e com agricultores familiares, está produzindo sementes de mamona para atender 20% da demanda em 2007 (são sementes suficientes para 100.000 ha. O Nordeste precisa plantar 450.000 ha). Somado às iniciativas privadas com os produtores tradicionais privados e das próprias empresas de biodiesel, bem como as iniciativas das instituições estaduais, o Brasil deverá atender à demanda desse insumo. Além disso, a Embrapa também tem estrutura para produzir 4 milhões de mudas de dendê, suficientes para 25.000 ha (equivale à produção de 100 milhões de litros de biodiesel).

18. A Produção de Alimentos e de Biodiesel

Alguns estudiosos apontam para o risco de concorrência na produção agrícola entre alimentos e energia, afirmando que a produção, para fins de energia, diminuirá a disponibilidade de alimentos. Essa tese é errada na medida em que:

- a) O óleo é empregado para produção de biodiesel e a o que sobra do grão (chamado torta ou farelo e rico em proteínas) é usado para ração animal ou para fertilizantes naturais. O óleo representa entre 17 e 50% das diversas matérias-primas. Logo, no mínimo, a cada tonelada de biodiesel que se produz, se produz também uma tonelada de torta para ração ou de fertilizante natural, aumentando a produção de alimentos;
- b) a produção de matérias-primas para biodiesel tende a empregar terras de menor interesse econômico, como as do semi-árido, bem como usar aqueles períodos em que as terras ficam ociosas, como por exemplo, plantando amendoim ou girassol no período de descanso das terras da cana, ou mesmo plantando o girassol após o milho; e
- c) especialmente na agricultura familiar, há preferência pelos sistemas de plantio consorciados, em que a outra cultura agrícola é um alimento. É o caso da mamona-feijão, mamona-sorgo, dendê-banana e outros.

19. O Papel da Petrobras

A Petrobrás está desempenhando um papel fundamental na estruturação da cadeia de biodiesel. Primeiro porque é praticamente a única compradora atual do biodiesel comercializado por meio dos leilões. As compras de biodiesel da Petrobras, até o momento, somam o valor de cerca de 1,26 bilhões de reais (781 milhões de litros). Segundo porque instalou 2.278 postos com biodiesel no

país, respondendo à necessidade de organizar a distribuição do B2. E terceiro, porque adotou a estratégia de também ser uma produtora de biodiesel. A Petrobras deverá inaugurar em dezembro de 2007 três fábricas de biodiesel: em Quixadá-CE, Candeias-BA e Montes Claros-MG. A Petrobrás produzirá o biodiesel com a agricultura familiar. A expectativa é que estas três fábricas resultem na inclusão social de cerca de 75.000 famílias.

20. Visão de Futuro: Mercado e Agricultura Familiar

O rápido desenvolvimento do mercado de biodiesel, no qual em quatro anos foi criada toda a base legal para dar suporte aos investimentos agrícolas e industriais e segurança ao consumidor final, foi promovida a instalação das fábricas de biodiesel por meio dos leilões e foi incentivada a inclusão social da agricultura familiar, mostra que o Brasil possui competência técnica, capacidade econômica e vontade política para consolidar seu natural talento de produzir energia renovável.

O futuro próximo aponta para:

- Necessidade de antecipação da obrigatoriedade de B5;
- Aumento rápido da eficiência agrícola;
- Novas matérias-primas para biodiesel deverão ser cultivadas;
- Mais agricultores familiares produzindo com rendas cada vez mais significativas;
- Ampliação do conceito do Selo Combustível Social para socioambiental;
- Exportação de biodiesel com Selo Combustível Social; e
- O Brasil deverá despontar como maior produtor mundial.

Referências

BIANCHINI, Valter. **O universo da agricultura familiar e sua contribuição ao desenvolvimento rural**. 2004.

VEIGA, José Eli da. **Diretrizes para uma Nova Política Agrária**. 1998.

AGRICULTURA Familiar no Brasil: uma análise a partir do Censo Agropecuário de 95/96. Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO. 1999.



Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial

José Roberto Rodrigues Peres

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Resumo – O objetivo deste documento é o de fazer uma análise da situação tecnológica para o cultivo sustentável das principais oleaginosas com potencial para produção de biodiesel no Brasil. Apesar da riqueza e da diversidade de oleaginosas no País, o desenvolvimento tecnológico para elas é muito variável. Podem-se citar como principais oleaginosas com domínio tecnológico, o amendoim, algodão, mamona, soja, girassol, gergelim, canola, dendê. Como as principais oleaginosas com baixíssimo domínio tecnológico e/ou com exploração extrativista, têm-se: o peão-manso, macaúba, babaçu, oiticica, etc. Vale ressaltar que, para atender à demanda do Programa de Biodiesel do Governo, será necessário estabelecer políticas públicas para a expansão de áreas para o cultivo de oleaginosas com domínio tecnológico e avaliar as suas capacidades de produção de acordo com a vocação regional. Será necessário também estabelecer incentivo ao extrativismo sustentável de espécies de palmáceas nativas – que ocorrem em imensas reservas naturais, em várias regiões do País, principalmente no Norte e Nordeste, bem como fomentar o cultivo das oleaginosas perene com domínio tecnológico, como é o caso do dendê.

Por fim, é necessário aumentar o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento, para aprimorar os sistemas de produção das oleaginosas em uso e acelerar o domínio tecnológico para oleaginosas potenciais.

Introdução

Conjuntamente com o álcool, os óleos vegetais compõem as principais fontes para obtenção de biocombustíveis. Assim como para cana-de-açúcar, a produção das oleaginosas exige novas áreas de terra, sem que se promova uma competição com a agricultura de alimentos. Essa inadequação é insolúvel, tanto para a totalidade dos países desenvolvidos, como para a maioria dos demais países.

O Brasil, com mais de 90 milhões de hectares de terras, que podem ser incorporados ao processo produtivo de maneira sustentável, desponta como o país com as maiores oportunidades com a agricultura de energia. Nos próximos anos, apenas na região dos Cerrados, mais de 20 milhões de hectares podem ser disponibilizados para plantio de grãos, pela integração lavoura-pecuária.

O potencial brasileiro para produção de biocombustíveis se expande para o nordeste, onde, além da cana de açúcar, é possível cultivar mamona, amendoim, gergelim, babaçu, entre outras oleaginosas. Somente para mamona, existe uma área de mais de 4,5 milhões de hectares aptas ao seu cultivo. Para os pequenos produtores ligados à agricultura familiar, existem, hoje, tecnologias de consorciação, com duas oleaginosas, tais como a mamona e gergelim, mamona e amendoim, e algodão herbáceo e gergelim, que podem otimizar a produtividade de óleo, e chegar a mais de 1000 litros de óleo por hectare, em regime de sequeiro.

Em tais sistemas, alguns cuidados devem ser observados pelos produtores, tais como o uso adequado da configuração de plantio e época relativa de plantio dos consortes, visando à redução da competição da cultura secundária na principal. Por exemplo, no sistema mamona e amendoim, com a euforbiácea plantada no espaçamento de 3,0 m x 1,0 m, uma planta por cova, e o amendoim, com três fileiras, espaçadas entre si de 0,5 m, com um metro livre de cada lado das fileiras da mamona. O amendoim seria semeado 21 dias depois da mamona, para reduzir a competição e a interferência da leguminosa na cultura principal.

No Norte, o dendê se afigura como a grande opção, pois existem mais de 50 milhões de hectares de áreas desmatadas, grande parte dos quais com aptidão para o seu plantio. A soja, o girassol, o algodão e a canola despontam como as principais alternativas para o Centro Oeste, o Sudeste e o Sul do Brasil.

Apesar de todo esse potencial, é necessário efetuar uma avaliação da capacidade de produção de oleaginosas no país, de acordo com a vocação regional, prevendo a expansão de áreas das oleaginosas com domínio tecnológico, o incentivo ao extrativismo sustentável de espécies de palmáceas nativas – que ocorrem em imensas reservas naturais, em várias regiões do País, principalmente no Norte e Nordeste –, bem como o incentivo ao cultivo de oleaginosas perenes, que possuam domínio tecnológico, como é o caso do dendê.

Além dos aspectos econômico e ambiental, a agricultura de energia pode também se tornar uma grande alternativa para a agricultura familiar. Com fulcro nas oleaginosas para produção de óleo diesel vegetal, pode-se derivar inúmeras outras oportunidades nas cadeias produtivas, gerando emprego e renda para esse segmento de agricultores.

A seguir, serão analisados os principais cultivos que podem dar suporte ao Programa Nacional de Biodiesel, suas vantagens comparativas e desafios tecnológicos.

1. Oleaginosas com domínio tecnológico

Amendoim

O amendoim possui cerca de 50% de óleo na amêndoa e se constituiu em importante fonte de óleo comestível, antes de ser substituído pela soja. Igualmente, no início da década de 80, foram realizados estudos em nosso país, utilizando o óleo de amendoim em substituição ao óleo diesel, com grande sucesso.

Em 1972, o Brasil produziu 962 mil toneladas de amendoim. Devido a uma série de desestímulos, a produção encolheu e desde 1987, o Brasil não ultrapassa a marca de 200 mil toneladas (Gráfico 1). Entre os fatores que contribuíram para a retração do plantio, destaca-se a baixa tecnologia usada pelos produtores, sendo constante a presença do fungo *Aspergillus*. Em condições de alta umidade, esse fungo produz aflatoxina que, além de atacar as vagens, é cancerígeno ao ser humano.

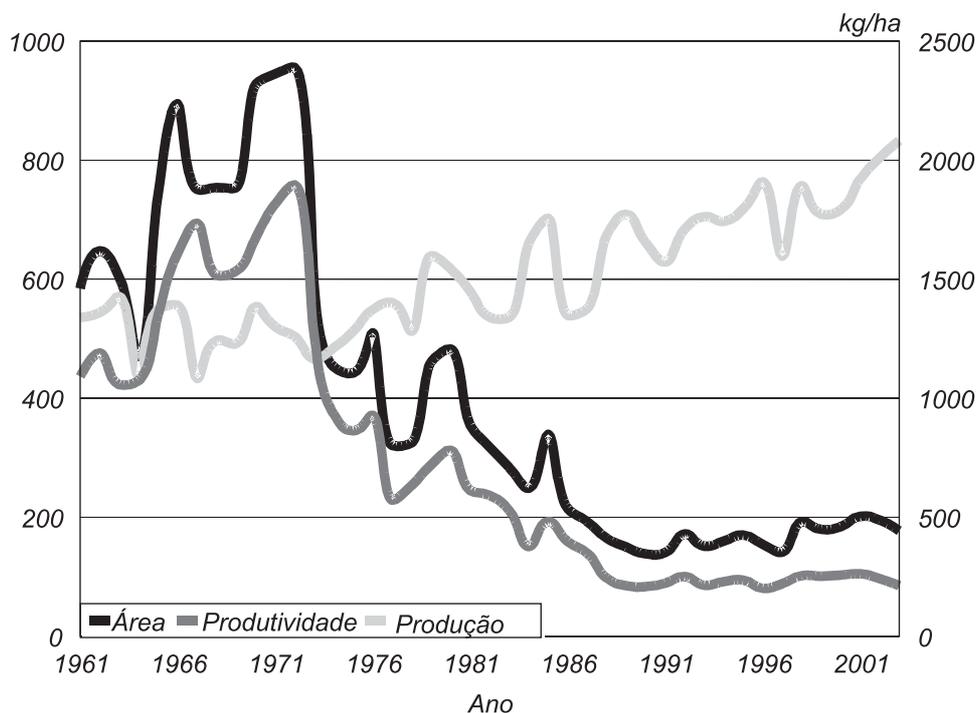


Gráfico 1. Produção, área plantada e produtividade do Amendoim.

Fonte: FAO (2005).

Atualmente, estão disponíveis tecnologias que permitem a aplicação de boas práticas para o controle das micotoxinas e, em conseqüência, a retomada do cultivo do amendoim no país. Além disso, o esforço de pesquisa permitiu duplicar a produtividade da cultura, nos últimos 40 anos, que hoje atinge 2.000 kg/ha.

Outro fator importante foi a perda do mercado de óleo vegetal para produtos mais competitivos, em especial para a soja. A abertura do mercado energético pode conferir novo impulso para a cultura, devido a sua alta capacidade de produção de óleo. Nos tetos de produtividade atuais, o amendoim permite extrair o dobro do volume de óleo por unidade de área, comparativamente à soja.

A principal região produtora é o Sudeste, principalmente em São Paulo, onde o amendoim é cultivado em áreas de renovação de canaviais. No Nordeste, a renovação dos canaviais não é feita usando culturas, o que descortina a possibilidade de incorporar 200 mil hectares por ano à cultura do amendoim.

Considerando a produtividade média brasileira, seria possível obter cerca de 200 milhões de litros de óleo vegetal por ano, que poderiam ser destinados para a produção de óleo diesel vegetal. Considerando o consumo regional de 5,4 bilhões de litros/ano, o volume produzido na renovação dos canaviais representaria 3,7% do consumo, permitindo cumprir a meta de adicionar 2% de biodiesel ao petrodiesel.

Outra possibilidade de expansão da cultura do amendoim, na região Nordeste, é a sua utilização em consórcio com a mamona, podendo quase duplicar a produção de óleo por hectare.

Mamona

Essa espécie poderá ser uma das mais importantes produtoras de óleo para a fabricação de biodiesel, em quase todos os Estados do Brasil, especialmente na região Nordeste, onde ela é cultivada por pequenos e médios produtores ligados à agricultura familiar. Pode ser consorciada com outras culturas, inclusive com outras oleaginosas, tais como amendoim e gergelim, levando-se em consideração as épocas relativas de plantio e configurações de plantio, para reduzir a competição de uma cultura sobre a outra.

Somente a região Nordeste possui uma área de mais de 4,5 milhões de hectares com aptidão para o cultivo da mamona (Gráfico 2). Em condições de sequeiro, a mamona produz 1.200kg/ha de bagas, com um teor de óleo de 47%. A mamona é uma cultura de grande apelo social, pois além de produzir o óleo, ela pode ser consorciada com outras culturas, como feijão, amendoim, caupi ou o milho. No caso, a mamona é considerada como um *cash crop*, que permite a geração de um produto comercializável, com mercado líquido,

favorecendo o acesso do produtor a insumos agrícolas e bens de consumo familiar.

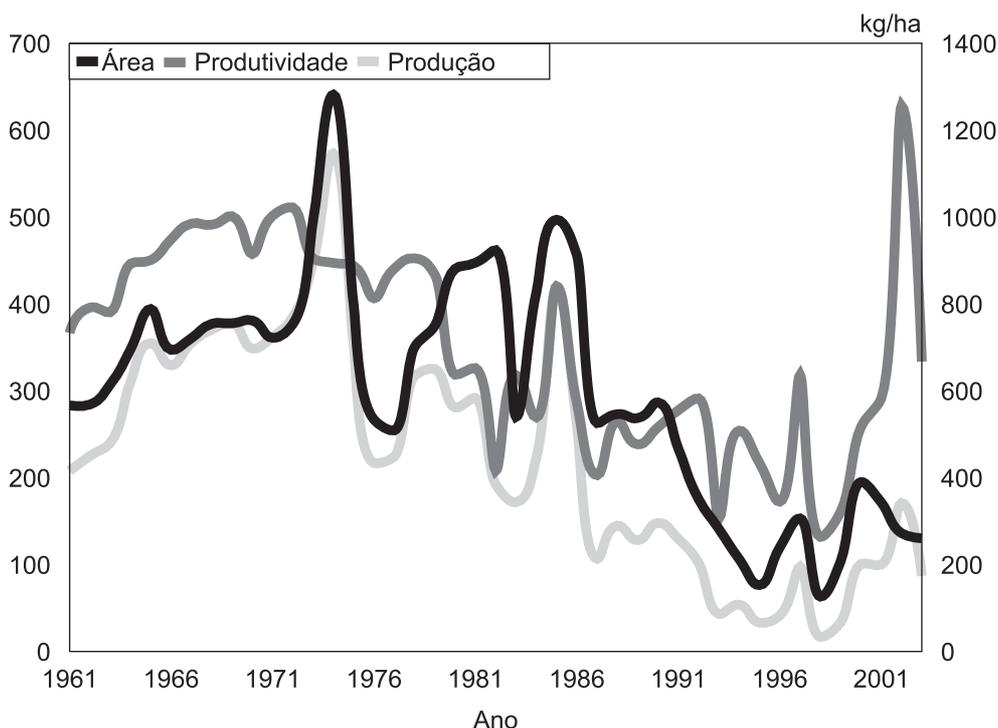


Gráfico 2. Área, produção e produtividade da mamona no Brasil.

Fonte: FAO (2005).

A mamona vem sendo pesquisada em nosso país há mais de 35 anos, em especial pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que já lançou no mercado diversas variedades de frutos semi-indeiscentes e também indeiscentes, tais como a Guarani, IAC 80 e IAC 226, algumas apropriadas para a colheita mecânica. A Embrapa algodão trabalha com esse produto, junto com a EBDA (Empresa Baiana de Pesquisa Agrícola), há cerca de 20 anos, e já desenvolveu e lançou duas cultivares de mamona de porte médio – 1,7 m a 2.0 m – em condições de cultivo de sequeiro, denominadas de BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu, ambas produtoras de frutos semi-indeiscentes e com teor de óleo nas sementes em torno de 48 % , com mais de 90% do ácido graxa ricinoleico, o que valoriza muito a qualidade desse tipo de óleo.

A mamoneira, também denominada no Brasil de Palma Cristi, Enxerida e Carrapateira, entre outras denominações regionais, é uma espécie pertencente a família das euforbiáceas. Tem cultivares de porte anão, e híbridas,

com elevado teor de óleo nas sementes, possuindo, assim, vigor híbrido ou heterose. Tem ciclo variável, indo de 100 até mais de 300 dias, adaptando-se aos mais diversos climas e solos. Para uma boa produtividade, considerando as cultivares atualmente disponíveis, requer altitude superior a 300 metros, precipitação pluvial mínima de 500 mm e temperatura média do ar entre 20°C e 30 °C, sendo o seu ótimo ecológico, a altitude de 650 metros. A mamoneira tem diversos inimigos bióticos, considerados como causadores de doenças e pragas. A descrição e o controle dessas pragas e doenças encontra-se em Beltrão et al. (2006).

Soja

A cultura da soja (Gráfico 3) desponta como a jóia da coroa do agronegócio brasileiro. Ancorada em um mercado francamente comprador, de alta liquidez, a soja encontrou estímulo para expansão, favorecida pela oferta de terras com possibilidade de mecanização. A modernização da cultura, fruto de um estamento tecnológico no estado da arte mundial, permite apontar que, em poucos anos, o Brasil não apenas será o maior exportador, como também o maior produtor mundial da cultura.

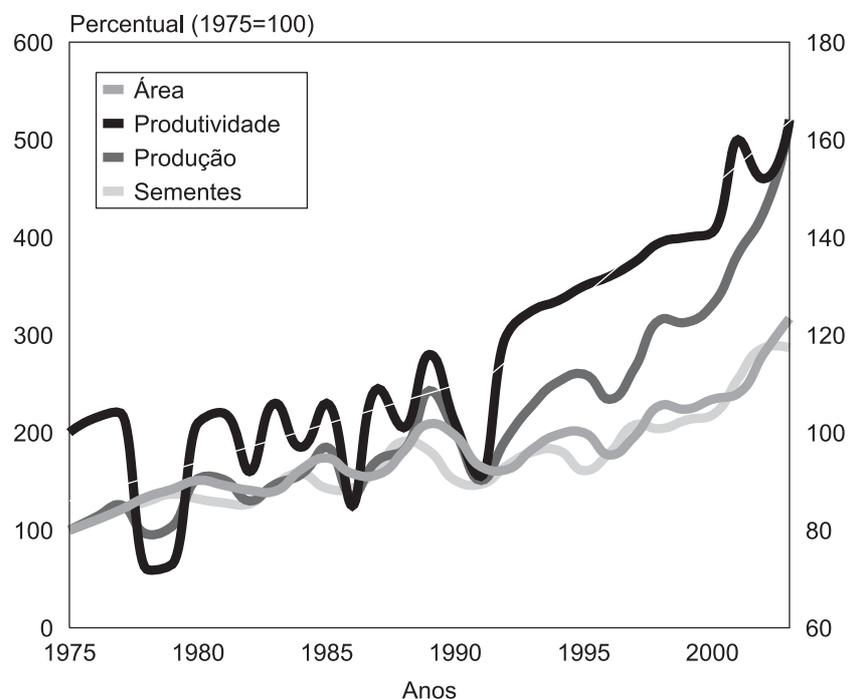


Gráfico 3. Área, produção e produtividade de soja no Brasil.
Fonte: FAO (2005).

Para a próxima safra, antevê-se uma intenção de plantio superior a 22 milhões de hectares, sendo a produção estimada em valores acima de 60 milhões de toneladas. O principal produto da soja é a torta ou farelo, base para a formulação de rações e outros produtos destinados à alimentação. O óleo é considerado um produto secundário em relação à torta, posto existirem mais fontes de óleo comercialmente competitivas que fontes protéicas de mesmo status.

A soja se afigura como uma das grandes opções para estimular o início de um programa ambicioso de obtenção de biocombustíveis. Além da extensão de área e da escala de produção, a cadeia produtiva da soja é altamente organizada, a ligação com o mercado internacional é poderosa, a formação de preços é muito transparente e as possibilidades de acomodação de pressões de demanda, em função da capacidade de oferta brasileira, são altamente otimistas. A soja pode ser considerada a cunha que permitirá a abertura do mercado de biocombustíveis baseados em óleos vegetais, por cuja trilha ingressarão produtos de maior eficiência energética, como é o caso do girassol e da canola.

Dendê

Conhecido no Brasil como dendezeiro (*Elaeis Guineensis*), a planta é originária da África, e foi introduzido no Brasil no período colonial, 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 foi cultivado somente para atender às necessidades da culinária regional.

O Brasil é, atualmente, o terceiro produtor de óleo de palma da América Latina, onde destacam-se a Colômbia, em primeiro e o Equador, em segundo lugar. A participação do Brasil na produção mundial de óleo de palma tem sido de apenas 0,53%.

Entre as oleaginosas, a cultura do dendê é a de maior produtividade com um rendimento de 4 a 6 toneladas de óleo/ha. Além do óleo de palma, seu principal produto, ainda pode-se extrair o óleo palmiste, oriundo da amêndoa, tendo como subproduto, a torta, que se destina à ração animal. No processamento dos frutos de dendê são produzidos resíduos sólidos que podem gerar energia térmica ou elétrica para a própria unidade industrial ou para uso nas comunidades rurais.

A Amazônia brasileira possui o maior potencial para plantio de dendê no mundo, com área estimada de 70 milhões de hectares (Barcelos, 1993; Barcelos et al., 1995). Isso corresponde à produção anual de 350 milhões de metros cúbicos de petróleo e à possibilidade de ocupação e desenvolvimento socioeconômico para 7 milhões de famílias diretamente envolvidas com a

cultura. Para dimensionar a magnitude desse potencial, refira-se que o consumo brasileiro de óleo diesel é da ordem de 35 milhões de metros cúbicos por ano (ANP, 1999). Assim, com o biocombustível obtido em apenas 10% da área acima, cultivada com dendê, seria suprida a necessidade da frota nacional de transporte de carga, com combustível ecologicamente correto de fonte renovável, empregando, na atividade, 700 mil famílias e gerando o equivalente a quase 3 milhões de empregos.

Considerando um cenário intermediário, com a adição de 15% de óleo de dendê ao petrodiesel, seria possível, além da diminuição das emissões dos gases de efeito estufa, dar ocupação a milhares de famílias, conforme apresentado na Tabela 1.

Esse percentual poderia ser gradativamente aumentado à medida que se ampliassem as áreas de cultivo, e sejam organizadas as cadeias produtivas e promovida a sua integração com a logística de transporte, distribuição e varejo.

Tabela 1. Acréscimo de 15% de óleo de dendê ao óleo diesel.

| Local (Região) | Cons. Diesel (m ³ /ano) | Cons. dendê (m ³ /ano) | Equiv. ha de dendê | Famílias beneficiadas |
|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Norte | 2.946.000 | 441.900 | 88.380 | 8.838 |
| Nordeste | 34.176.000 | 5.126.400 | 1.025.280 | 102.528 |

Fonte: Embrapa Amazônia Ocidental; Petrobrás.

Na Amazônia, existem cerca de 40.000 comunidades, com população em torno de 4 milhões de habitantes, parte das quais podem se beneficiar com a produção e utilização do dendê. A maioria dessas comunidades não é atendida com energia elétrica. Isto se deve às longas distâncias que o combustível de origem fóssil percorre, desde o centro de produção até o local de consumo desse óleo (Zylberstajn et al, 1996). Esse fator, somado à pequena demanda, em virtude da baixa densidade demográfica, torna impraticável a utilização de óleo diesel.

Assim, o óleo de dendê, que pode ser produzido nas proximidades do local de consumo, é uma alternativa de grande relevância para a aplicação como combustível, a ser utilizado em motores veiculares ou estacionários nessas comunidades. No entanto, ainda não se dispõe do completo domínio dessa tecnologia, sendo necessário o aperfeiçoamento de sua eficiência e o perfeito conhecimento do impacto socioeconômico causado quando utilizada para eletrificação.

Para dar suporte ao avanço tecnológico da dendeicultura, a Embrapa mantém um banco ativo de germoplasma, para produção de sementes e

trabalhos de melhoramento genético, através de estudos das espécies nativas brasileiras e de espécies exóticas, capazes de fornecer genótipos adequados às condições edafo-climáticas da Amazônia. Para tanto, foi instalada, em 1980, a Estação Experimental do Rio Urubu (EERU) no Município de Rio Preto da Eva, Amazonas.

A área total, atualmente plantada na EERU, é da ordem de 412 hectares (Barcelos & Amblard, 1992), parte da qual é destinada à produção de sementes para atendimento aos clientes dendeicultores. Atualmente, a Estação Experimental tem capacidade anual de fornecimento de 3 milhões de sementes comerciais, secas, pré-aquecidas e germinadas, tanto para os mercados interno quanto externo. Através da ampliação dessa área, o país poderá se tornar auto-suficiente para a escala de produção pretendida nos próximos anos.

Canola

A canola (*Brassica napus*) produz grãos com aproximadamente 38% de óleo e constitui em uma das melhores alternativas para diversificação de cultivos e geração de renda no inverno, nos sistemas de produção de grãos das regiões tritícolas da Região Sul do Brasil (TOMM, 2000). A experiência de agricultores do RS indica que o cultivo de canola reduz a ocorrência de doenças, contribuindo para que o trigo semeado no inverno seguinte tenha maior produtividade, maior qualidade, e menor custo de produção.

Embora seja uma oleaginosa muito importante nos EUA, Canadá e União Européia (neste último caso, a base da produção de óleo vegetal para o processamento de biocombustíveis), a canola não tem obtido a mesma expressão no Brasil. Diversas são as causas, que incluem problemas mercadológicos e tecnológicos.

No início desta década, a doença canela-preta, causada por um fungo (*Leptosphaeria maculans* / *Phoma lingam*) causou sérios problemas à lavoura gaúcha, o que determinou a introdução e avaliação de cultivares e híbridos procedentes da França, Canadá, Suécia, Brasil e Austrália. Essas pesquisas permitiram a identificação e registro no MAPA dos híbridos HYOLA 43 e HYOLA 60, resistentes ao grupo de patogenicidade do fungo causador da canela-preta no Sul do Brasil (Tomm, 2003a). Entretanto, a Embrapa e a iniciativa privada possuem experiência no desenvolvimento de cultivares de canola, que foram utilizadas pelos agricultores até a década de 90.

A produção nacional de grãos de canola (Gráfico 4) é insuficiente em relação à demanda e atende, apenas, a 30% do consumo, embora a compra de toda a canola produzida no Brasil seja garantida. Existe tendência de aumento da participação do óleo de canola no mercado de óleos vegetais, que no Brasil é menor que 1%, enquanto em países como os EUA, é superior a 20%.

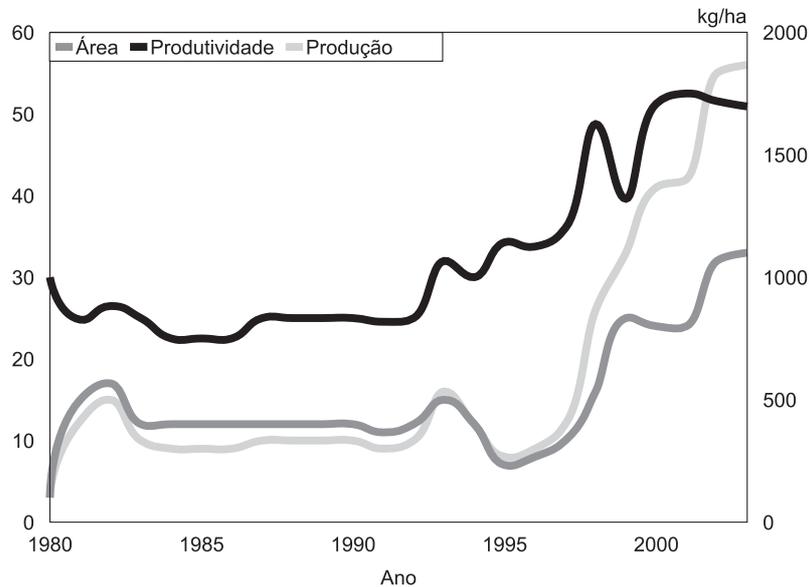


Gráfico 4. Produção, área e produtividade da canola no Brasil.
Fonte: FAO (2005).

A canola vem demonstrando perspectivas de expansão além do eixo tradicional situado entre o Rio Grande do Sul e o Paraná. Experimentos, realizados em cinco locais de Goiás, em 2003, demonstraram excelente potencial (2.100 a 2.400 kg/ha) para a produção de canola na região e perfeita adequação ao cultivo de safrinha. Pela adequação ao cultivo em regiões mais altas e frias, a canola constitui cultura adequada para rotação com o cultivo de trigo no sudoeste de Goiás. Nessa região, a canola é o cultivo de safrinha de menor ciclo, com 90 a 100 dias da semeadura à colheita além de apresentar baixa exigência hídrica.

Em virtude das diferenças de latitude, solo e clima, é necessário adaptar e ajustar tecnologias à essas condições. Pesquisas de curto prazo para atender às necessidades mais imediatas estão sendo realizadas por uma indústria de óleos de Goiás. Entretanto, estão surgindo demandas de pesquisa de médio e longo prazo que necessitam ser atendidas para viabilizar a expansão do cultivo de canola.

Girassol

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta anual, de origem peruana, conforme apontado pela maioria dos autores, embora alguns consideram-no nativo da região compreendida entre o norte do México e o Estado de Nebraska, nos Estados Unidos.

Embora o girassol esteja entre as principais oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível do mundo, sua produção atual, no Brasil, é inexpressiva (71 toneladas em 2002). Recentemente, a cultura foi re-introduzida nos Cerrados. No ano de 2003, o girassol foi cultivado como safrinha em cerca de 62 mil hectares, concentrados em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. O Gráfico 5 mostra o potencial do girassol para o Cerrado brasileiro. Se for cultivado em apenas 20% da área de soja, como segunda cultura, o Brasil poderá se tornar o maior produtor mundial de girassol.

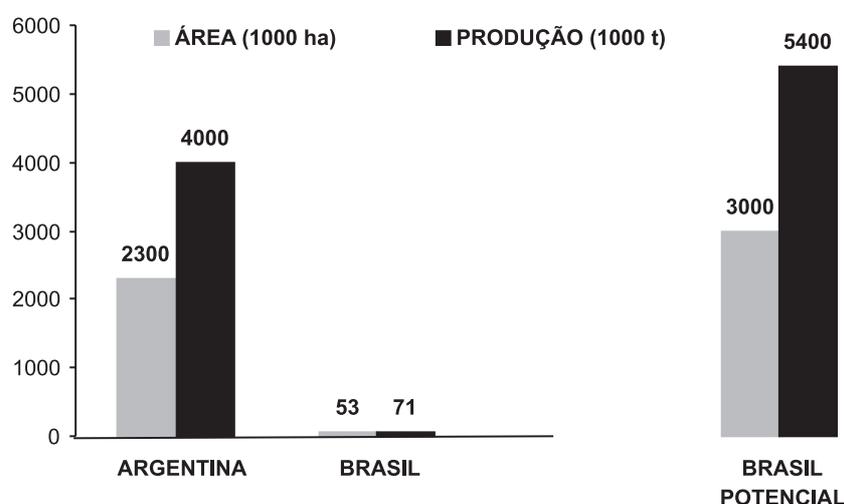


Gráfico 5. Área e produção de girassol em 2003.
Fonte: Peres (2005).

Algodão

A importância da cultura do algodão para a agricultura familiar nordestina é reconhecida historicamente, constituindo-se a mais importante fonte de geração de emprego e renda da região. Nos anos 80, o Brasil chegou a cultivar mais de 3 milhões de hectares de algodão arbóreo no semi-árido nordestino. Com a chegada do bicudo na região, aliada aos impactos negativos das políticas públicas da década de 90 – o que permitiu a abertura de mercado –, o preço do algodão desabou e a cotonicultura brasileira teve sua área reduzida, sendo substituída pela pecuária extensiva e por culturas de subsistência. O êxodo rural aumentou, sendo excluídas do campo mais de 350 mil famílias. Agora, com o Programa Nacional de Biodiesel, o algodão poderá ressurgir no semi-árido, com ampla vantagem e renda para os produtores, desde de que utilizem, devidamente, as tecnologias geradas e / ou adaptadas pela EMBRAPA e outras instituições de pesquisa e desenvolvimento do nosso país.

A cultura do algodoeiro, tanto do herbáceo, como do arbóreo, é uma das mais importantes no Brasil. É uma planta singular, pois é fibrosa (hoje, sua fibra, depois de processada, veste mais de 40 % da humanidade), oleaginosa, com teor de óleo variando entre 13 a 32 %, dependendo da cultivar e do ambiente de cultivo, e é produtora de proteínas de elevado valor biológico. Na atualidade, as principais cultivares disponíveis para os produtores apresentam excelente qualidade de fibra, porém o teor de óleo é baixo, com média de 14 % em relação ao peso seco das sementes, com média de 10% de umidade.

Para a sub-região do Semi-árido, que é mais de 70 % do Nordeste, que por sua vez equivale a 18 % do da área do país, o algodão, junto com a mamona, constituem numa excelente opção para os pequenos produtores ligados a agricultura familiar, tanto para a produção de fibra, torta (concentrado de proteínas) e óleo, no caso do algodão e de óleo e de torta no caso da euforbiácea, que devido a proteína ricina não pode ser utilizada diretamente na alimentação animal devido a sua elevada toxicidade.

O algodão apresenta um óleo quase todo constituído por ácidos graxos insaturados, casos do oléico e do linoléico e um pouco de saturados, caso do palmítico, o que lhe confere ser um excelente opção para a produção do biodiesel, sendo seu custo relativamente baixo, pois as suas sementes possuem entre 13 a 32 % de óleo, como foi dito anteriormente e pode-se obter via melhoramento genético, cultivares com bom teor de óleo, em torno de 24% e com fibra de boa qualidade intrínseca, pois existe uma correlação negativa entre a percentagem e a qualidade de fibra e o teor de óleo.

O preço no mercado das sementes de algodão hoje está relativamente baixo, cerca de R\$ 0,15 a R\$ 0,20 por quilo, saindo um litro de óleo, que fornece um litro de biodiesel, por cerca de R\$ 1,00. Acrescido do preço no processo de transesterificação para fabricação de biodiesel, (média de R\$ 0,42 / litro), fica bem mais barato do que outras fontes de matérias-primas para a fabricação deste biocombustível.

Para o cultivo do algodão, deve-se observar as recomendações técnicas, tais como: a) cultivares, que apresentem elevada estabilidade e adaptabilidade, precoces e resistentes a seca; b) plantar somente nas áreas zoneadas (Zoneamento de Risco Climático para a região Nordeste); c) utilizar o MIP (Manejo Integrado de Pragas), com ênfase especial para a destruição dos restos culturais no final da safra, de modo que o bicudo não tenha alimentação e hospedeiro por pelo menos 90 dias no ano. Usar sistemas de consorciação recomendados pelos órgãos de pesquisa, tais como algodão + feijão vigna; algodão + gergelim; algodão + amendoim. Esses sistemas podem otimizar a produção de óleo por unidade de área, passando dos 1000 kg de óleo/hectare.

Estima-se que no semi-árido haja pelo menos cinco milhões de hectares de pequenos produtores, para produzir algodão, não somente para produção de fibras. torta para a alimentação animal mas , também para a produção de óleo barato, para a fabricação do biodiesel. É uma cultura com domínio tecnológico, com dezenas de cultivares recomendadas , que podem compor sistemas de produção para áreas de sequeiro e irrigadas também para outras regiões da federação, com ênfase nos Cerrados.

Oleaginosas potenciais (sem domínio tecnológico)

Babaçu

O babaçu é uma oleaginosa com exploração extrativista. Sua pesquisa não avançou, apesar do seu grande potencial. Segundo dados da Embrapa (1983), estima-se que o potencial produtivo do babaçu situa-se acima de 10 milhões de toneladas de coco/ano, o que poderá produzir cerca de 1 bilhão de litros de álcool, quase 2 milhões de toneladas de carvão, meio milhão de toneladas de óleo.

O babaçu ocorre nativo nos Estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Tocantins. O coco do babaçu possui, aproveitamento integral, uma tonelada de coco com um aproveitamento industrial integrado produz 40 Kg de óleo, 80 litros e de aloca, 120 Kg de combustíveis primários, 145 Kg de carvão,, etc (Embrapa, 1983).

Tabela 2. Acréscimo de 15% de óleo de dendê ao óleo diesel.

| Local (Região) | Cons. Diesel (m ³ /ano) | Cons. dendê (m ³ /ano) | Equiv. ha de dendê | Famílias beneficiadas |
|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Norte | 2.946.000 | 441.900 | 88.380 | 8.838 |
| Nordeste | 34.176.000 | 5.126.400 | 1.025.280 | 102.528 |

Fonte: Embrapa Amazônia Ocidental; Petrobrás

Pinhão-Manso

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* Linn) é outra oleaginosa com grande potencial porém ainda sem domínio tecnológico. Segundo o Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC (1983), o pinhão-manso procede da América do Sul, possivelmente do Brasil, atualmente ocorre em todas as regiões brasileiras de forma dispersa e em quase todas as regiões intertropicais.

Composição do fruto de pinhão-mansó

| Partes | Teor de óleo |
|---------------|---------------|
| | Base seca (%) |
| Fruto inteiro | 28,1 |
| Semente | 38,1 |
| Albúmen | 60,8 |

Fonte: CETEC

Macaúba

O potencial da macaúba (*Acrocrocamia sclerocarpa* Mart.) para os Cerrados é comparável ao do dendê para Amazônia. Ela ocorre formando extensos adensamentos naturais. A pesquisa com macaúba também não avançou, porém tem sido prorizada nas instituições de pesquisa sobretudo após da criação em 2004 do Programa Nacional de Biodiesel .

A produtividade agrícola da macaúba pode chegar a mais de 4000Kg/ha de óleo (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade agrícola da macaúba.

| Palmeiras por hectare | Rendimento de óleo (Kg/ha) | |
|-----------------------|----------------------------|-------------|
| | Hipótese A | Hipótese B |
| 100 | 1470 – 1840 | 1840 – 2300 |
| 123 | 1808 – 2263 | 2264 – 2829 |
| 156 | 2293 – 2870 | 2870 – 3588 |
| 216 | 3175 – 3974 | 3974 – 4968 |

Fonte: CETEC

Referências

Anuário Estatístico da Agência Nacional do Petróleo: 1990 – 1998. Rio de Janeiro: ANP, 1999.

BARCELOS, E. Dendeicultura no Brasil: diagnóstico. In: Conferência Internacional de Palma Eceiteira (10.: 1993 maio 24-29: Santa Marta, Colômbia).

BARCELOS, E. ; AMBLARD, P. **Oil palm breeding program at Embrapa/Brasil.** Manaus: Embrapa – CPAA, 1992.

BARCELOS, E. et. al. **A cultura do dendê**. Coleção Plantar, 32.

BELTRÃO, N. de M. et. al. **O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2006. 22 p. (circular Técnica, 84)

EMBRAPA-CPAA. **Embrapa-SPI**. Brasília. 1995. 68 p.

EMBRAPA. **Programa Nacional de Pesquisa de Energia**. Brasília. 1983. 195 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Statistical Databasis. Disponível em <<http://faostat.fao.org>>

PERES, J. R. R. Oportunidades e Desafios para produção de Biodiesel no Brasil. In: **Biodiesel Congress. Oportunidades de Exportação para Biodiesel e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Ministério Indústria e Comércio -STI. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais** (CETEG, MG). Série Documentos, n. 16. 1985.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2p.html. 4 ilustr. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 58). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm

TOMM, G. O. **Comportamento de genótipos de canola em Maringá em 2003**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 5 p. html (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 115). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co115.htm

TOMM, G. O. **Indicações para cultivo de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo. 2003. 22p.

TOMM, G. O. **Tecnologia para cultivo de canola no sudoeste de Goiás**. Passo Fundo, 2003. 34p.

VEIGA, A.S.; FURLAN JÚNIOR, J.; KALTNER, F.J. Situação atual e perspectivas futuras da dendeicultura nas principais regiões produtoras: A experiência do Brasil. In: **Seminário Internacional Agronegócio do Dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento da Amazônia**. Belém, 2000. Resumos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 23p.. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 60).

VEIGA, A.S.; SMIT, L.; FÚRIA, L.R.R. Avaliação do dendezeiro como opção para o seqüestro de carbono na Amazônia. In: VIÉGAS, I. de J.M.; MÜLLER, A.A. ed. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental / Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. cap. 7, p. 125-144.

ZYLBERSTAJN, D.; COELHO, S. T.; IENO, G. O. **Potencial de geração de eletricidade na Amazônia a partir de resíduos agrícolas**. São Paulo: Instituto de Eletrotécnica e Energia. 1996.

As tecnologias de produção de biodiesel

Carlos Nagib Khalil

Consultor Sênior do Centro de Pesquisas da Petrobras

1. Introdução

A crescente demanda mundial de derivados de petróleo, os efeitos ambientais de seu uso nas atividades industriais, de geração de energia e de transporte, além da forte expectativa de desabastecimento futuro de petróleo, têm promovido uma verdadeira revolução no desenvolvimento e uso de energias alternativas.

Dentro do segmento de combustíveis automotivos, com os recentes avanços no desenvolvimento e a implementação dos chamados biocombustíveis, sucedâneos aos clássicos combustíveis fósseis, vem se consolidando a substituição crescente de gasolina e de óleo diesel de origem não renovável.

A elaboração de programas de desenvolvimento e uso de biodiesel no âmbito do Governo em diversos blocos econômicos mundiais, tais como na União Européia, América do Norte e no Mercosul, tem promovido o massivo investimento em projetos de produção industrial de biodiesel. Visando à maior eficiência desse novo mercado, aproximam-se os segmentos agrícola (produção de grãos), industriais (extração de óleo e de produção de biodiesel) e de distribuição (e venda de combustível), integrando-se, assim, a chamada cadeia produtiva do biodiesel.

2. Cenário Brasileiro

O cenário atual no Brasil é altamente favorável à produção de biodiesel em larga escala, tendo em vista os seguintes fatores motivadores:

- Consolidação da produção massiva de etanol
- Vocação agrícola na produ o de grãos de oleaginosas
- Disponibilidade de terras e mão-de-obra rural
- Desenvolvimento do setor extrativo de óleos vegetais
- Domínio do setor automotivo no uso de mistura carburante
- Aceita o do consumidor para multicomcombust veis
- Consumo elevado de diesel em diversos setores
- Potencial de exporta o de biodiesel para mercado externo

Os impactos positivos dessa evidente ampliação do mercado de biodiesel no Brasil devem se estender a diversos segmentos:

- Produtores rurais (Latifúndio e Familiar)
- Produtores de Óleo (Extração e Refino)
- Detentores de Tecnologia (Pesquisa e Desenvolvimento)
- Empresas de petróleo (Produção e Distribuição)
- Indústria automotiva (Montadoras e Autopeças)
- Postos de Abastecimentos (Redes e Varejistas)
- Consumidores (Frotas e Particulares)
- Governos (Federal e Estaduais)

No entanto, a viabilidade para a produção massiva de biodiesel no Brasil dependerá fortemente de alguns fatores importantes e que deverão ser implementados por iniciativa de todos os componentes da cadeia produtiva:

- Aumento da produtividade agrícola de grãos (melhoramento genético e técnicas de manejo)
- Ampliação das fronteiras agrícolas e de modelos produtivos (Semi-árido e reforma agrária privada)
- Aumento da eficiência da extração de óleo (maior rendimento e menor custo)
- Adequação das tecnologias atuais de produção de biodiesel aos insumos locais (óleo; álcool e catalisador)
- Reaproveitamento racional dos co-produtos (reuso e reciclagem de farelo e glicerina)
- Adequação da logística nos setores de grãos; óleo e biodiesel (produção; armazenamento, mistura e venda)
- Monitoramento e controle da qualidade dos insumos e produtos (Agências reguladoras e Laboratórios regionais)

3. Agronegócio

Para a produção de biodiesel em larga escala, deve-se elaborar, inicialmente, um plano de produção agrícola, contemplando os aspectos estratégicos do plantio do grão, tais como a sazonalidade, produtividade e risco da cultura; a mecanização do plantio, da colheita e do beneficiamento da safra; as técnicas de armazenamento, de escoamento e de transformação do grão.

Tabela 1. Valores médios de produtividade e teor de óleo em algumas oleaginosas brasileiras.

| Tipo de | Teor de óleo (%m) | Produtividade (kg/ha.ano) | Produção de Óleo (kg/ha.ano) |
|----------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Mamona | 50 | 2.500 | 1.250 |
| Girassol | 42 | 1.600 | 672 |
| Amendoim | 40 | 1.800 | 720 |
| Gergelim | 39 | 1.000 | 390 |
| Colza | 38 | 1.800 | 684 |
| PinhãoDendê | 3.320 | 400.010.000 | 13.202.000 |
| Soja | 18 | 2.600 | 468 |
| Algodão | 15 | 1.800 | 270 |
| Babaçu | 6 | 12.000 | 720 |

Em termos de atratividade econômica do agronegócio, devem-se elencar as diversas oleaginosas brasileiras por produção de óleo por unidade agrícola (Kg de óleo/ha.ano) (Tabela 1), prevalecendo como principal critério na escolha da cultura, especificamente dentro de uma determinada região agrícola. Deve-se, no entanto, respeitar a vocação agrícola de cada Região ou microclima (Tabela 2).

Tabela 2. Potencialidade de oleaginosas brasileiras por Região geográfica.**Norte:**

Dendê; Babaçu e Soja (TO; PA; RO)

Centro-Oeste:

Soja; Algodão; Girassol; Nabo e Mamona

Sul:

Colza; Soja; Girassol; Algodão

Nordeste:

Mamona; Babaçu; Dendê (BA); Algodão; Pinhão e Coco

Sudeste:

Soja; Mamona; Pinhão; Algodão; Girassol

O processo de escolha da cultura de oleaginosa requer também critérios básicos, em função do plano de produção agrícola do grão, que refletirá diretamente nos aspectos econômicos, sociais e ambientais do agronegócio e, posteriormente, na produção industrial do biodiesel:

Tabela 3. Fatores econômicos, sociais e ambientais na escolha da oleaginosa.**Econômico:**

Produtividade Agrícola
 Teor de óleo no Grão
 Custo de Produção

Social:

Custo da Terra
 Empregabilidade
 Manejo da cultura

Ambiental:

Grau de Mecanização
 Esgotamento do Solo
 Demanda Hídrica

4. Matéria-prima

As fontes de insumos (matéria-prima) para a produção clássica de biodiesel compreendem os seguintes componentes: triglicerídeos, álcool e catalisador.

4.1 Triglicerídeos

Dentre os insumos à base de misturas de triglicerídeos disponíveis, estendem-se materiais de origem vegetal, como os óleos tradicionais de soja, algodão e girassol, aos exóticos, como os óleos de andiroba, pinhão e macaúba, passando por gorduras de origem animal, produzidas em abates de bovinos, suínos e aves e, por fim, os resíduos oriundos de processos industriais de óleos e derivados.

Tabela 4. Principais matérias-primas usada na produção de biodiesel.**Origem Vegetal:**

Clássicos: Girassol, Soja, Mamona, Dendê, Algodão, Colza, Amendoim
 Exóticos: Macaúba, Babaçu, Coco, Pinhão manso, Andiroba, Moringa

Origem Animal:

Sebo de boi, Banha de porco; Gordura de frango

Origem Industrial:

Ácidos Graxos (Borra)

O grau de pureza da matéria-prima, tanto de origem vegetal ou animal, é fundamental para o seu desempenho na conversão a biodiesel. Quanto mais refinado (puro) o insumo, menor será sua interferência nas etapas de catálise e de separação dos sub-produtos do processo.

Tipos: Refinado, Degomado, Bruto, Usado

4.2 Álcool

A escolha prévia do álcool metílico (Metanol) ou álcool etílico (Etanol) como agente de transesterificação do óleo vegetal ou da gordura animal definirá fortemente alguns aspectos tecnológicos do processo de produção industrial. O consumo de álcool, as condições de reação e de separação serão diferentes em função das propriedades de cada álcool, o que leva a definir as rotas tecnológicas como metílica e etílica, respectivamente para o uso de metanol e etanol.

Tabela 5. Vantagens e desvantagens de metanol e etanol na produção de biodiesel.

| Álcool | Vantagens | Desvantagens |
|---------|---|--|
| METANOL | Menor custo Menor Consumo Maior reatividade Não Higroscópico | Não Renovável Risco à saúde Produto importado Não biodegradável |
| ETANOL | Maior Rendimento Maior oferta Renovável Biodegradável | Maior consumo Maior custo Higroscópico Menor reatividade |

Uma polêmica permanente entre os especialistas em biodiesel durante a defesa das rotas tecnológicas metílica e etílica é a questão da relação consumo de álcool x rendimento em biodiesel. O consumo de metanol é menor cerca de 105 g álcool por 1 Kg de Óleo transesterificado, produzindo 1,09 L de biodiesel, enquanto que o rendimento do etanol é maior: 150 g de álcool por 1 Kg de Óleo produzindo 1,17 L de biodiesel. No entanto, as questões de oferta, logística e segurança operacional seriam fatores mais relevantes.

4.3 Catalisadores

Os catalisadores são conceitualmente classificados como substâncias de elevada atividade e promotoras da reação química específica. Os catalisadores

mais empregados nos processos de produção de biodiesel são compostos de caráter alcalino, tais como os metóxidos e etóxidos de sódio e de potássio. As concentrações usuais destes compostos, previamente diluídos no álcool, variam entre 0,5 e 1,0% em relação a carga de óleo. No entanto, a acidez livre do óleo vegetal determinará a eventual elevação da concentração do catalisador, ou a opção pela prévia esterificação do óleo em meio ácido. Catalisadores sólidos são também empregados em processo contínuo de transesterificação de óleos, que são regularmente reativados após saturação. Por fim, os catalisadores enzimáticos de ação específica, como as lípases, são eficientes, porém, ainda em fase de desenvolvimento em instituições de pesquisas.

5. Tecnologias

As tecnologias empregadas na produção de biodiesel, tendo como insumo básico o óleo vegetal, são predominantemente através do mecanismo de alcoólise do óleo em meio alcalino e necessariamente em condição anidra, ou por esterificação em meio ácido e são denominados processos químicos.

5.1 Químicos:

Transesterificação Alcalina
Esterificação Ácida

5.2 Bioquímicos:

Transesterificação enzimática

5.3 Termoquímicos:

Craqueamento catalítico
Hidrocraqueamento

A transesterificação alcalina exige o uso de excesso de álcool (6 moles/1 mol), que favorece o deslocamento da reação no sentido dos produtos. Em contra partida, esse excesso desfavorece a separação da glicerina, co-produto da reação química que expressa abaixo pela sua estequiometria:

cat

1 mol Triglicerídeo + 3 moles Álcool — 3 moles Biodiesel + 1 mol Glicerina

Outros aspectos operacionais importantes para a transesterificação alcalina são a baixa acidez livre do triglicérido e a ausência de umidade em toda a fase da reação química. Ambos os fatores favorecem a formação de sabões alcalinos altamente emulsificantes para o meio reacional.

Recentemente diversas pesquisas na área de bioquímica conduziram ao desenvolvimento de processos de transesterificação enzimática, que elimina o uso de compostos alcalinos como catalisador da reação. Na área de termoquímica tivemos o surgimento do hidrocraqueamento, mais conhecido por H-Bio, (Pat. Petrobras@2006), que promove a quebra da molécula do óleo por hidrogenação intensa em plantas de HDT instaladas em refinarias, simultaneamente com o tratamento do diesel de petróleo. Também surgiu o craqueamento termocatalítico, que provoca a oxidação da fração glicerina da molécula do óleo e geração de hidrocarbonetos. Em tais processos, não se emprega o álcool e, com isso, oferecem alternativas tecnológicas para a produção industrial de biodiesel, buscando notadamente a redução de investimento em novas planta, no caso do H-Bio, e a descentralização da produção para áreas isoladas, no caso do Craqueamento. termocatalítico.

5.4 Não Convencionais:

Transesterificação em solvente supercrítico

Transesterificação *in situ*

As tecnologias ditas não convencionais_ Transesterificação com solvente supercrítico e a Transesterificação *in situ*_ são dois exemplos de inovação tecnológica de alto impacto para a produção de biodiesel:

O emprego de solvente em condições supercríticas, como o gás carbônico líquido, favorece o processo de transesterificação que ao final da reação tem a remoção do solvente a partir de uma simples descompressão controlada do reator. O grau de pureza do produto final (Biodiesel) é elevado; no entanto, o custo operacional dessa tecnologia não permite ainda sua aplicação em escala industrial

A Tecnologia de transesterificação *in situ* (Pat. Petrobras@2001) promove toda a reação de alcólise do óleo, ainda dentro das estruturas dos grãos, que uma vez triturada e filtrada libera a totalidade do conteúdo de óleo já na forma de biodiesel. Por esse avanço, permite-se uma extração plena do óleo, sem comprometer a qualidade do produto. Eliminam-se assim as etapas de extração e refino do óleo vegetal e tendo como matéria-prima o grão de menor valor de compra. Os co-produtos do processo, como a casca e a polpa, têm destinações valoradas, respectivamente na produção de fertilizante orgânico e na produção de etanol e ração animal. Em conseqüência desses fatores, teremos uma significativa redução do custo de produção do biodiesel.

A consolidação dessa tecnologia está sendo alcançada com a conclusão da montagem e pré-operação de uma planta semi-industrial, localizada no Pólo Industrial de Guamaré-RN. A planta experimental deverá produzir em plena carga cerca de 42 mil litros de biodiesel por dia, partindo-se de semente de mamona, produzida localmente em agricultura familiar local pela rota etílica.

A conversão de uma nova tecnologia em processo definitivo de produção industrial exige organização nas ações, empenho técnico e investimento financeiro. Na tabela abaixo são observados valores médios de investimento em plantas de biodiesel em função da capacidade de produção para o cenário brasileiro.

Tabela 6. Relação de investimento e capacidade de produção em plantas de biodiesel.

| Categoria | Capacidade (M M³/ano) | Investimento (MM U\$) | Investimento/capacidade (MM U\$/M M³/ano) |
|------------------|---|----------------------------------|---|
| Grande | 80-120 | 24-30 | 270 |
| Média | 20-80 | 10-20 | 300 |
| Pequena | 5-20 | 2-8 | 400 |

Biodiesel no plural

Expedito José de Sá Parente
Professor Pesquisador e Presidente da Tecbio

Antecedências

Primeira crise do petróleo

Os acelerados e incontidos aumentos dos preços do petróleo, iniciados em 1973, geraram uma nova consciência mundial a respeito da produção e consumo de energia, especialmente quando originária de fontes não renováveis, como é o caso dos combustíveis fósseis. O ano de 1973 representou um verdadeiro marco na história energética do Planeta, pois o homem passou a valorizar as energias, posicionando-as em destaque com relação aos bens de sua convivência. No mundo todo, muitos esforços foram dedicados à superação da crise, os quais incidiram, basicamente, em dois grupos de ações: a conservação ou economia de energia e usos de fontes alternativas de energia.

O Brasil, na qualidade de paraíso da biomassa, implementou o Programa Nacional do Álcool (PNA) para abastecer com o etanol, de forma extensiva, veículos movidos à gasolina. Entre alguns acertos no meio de vários erros, o PNA apresentou um saldo positivo, pois as metas, apesar de muito ambiciosas, foram atingidas e superadas, demonstrando, sobretudo, o valor das potencialidades da biomassa no Brasil.

A concepção do biodiesel e do bioquerosene

Foi dos pontos fracos do Programa Nacional do Álcool que emergiu a inspiração do biodiesel, um produto que reúne, de forma equilibrada e sinérgica, os benefícios ecológicos, sociais e econômicos. A idéia pioneira surgiu na Universidade Federal do Ceará, em meados de 1977. Após vários ensaios de aplicação, os resultados foram tão animadores que, apesar de serem considerados preliminares, resolveu-se noticiar seu lançamento nacional, em solenidade organizada no Centro de Convenções de Fortaleza em 30 de outubro de 1980.

Na mesma época, foi desenvolvido um sucedâneo vegetal do querosene de aviação – o Bioquerosene. Esses dois biocombustíveis sucedâneos do óleo diesel e do querosene de aviação, respectivamente, foram pioneiramente desenvolvidos no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará. Foram requeridas ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), em 1980, duas patentes de invenção, das quais uma foi homologada. A Patente

PI – 8007957, de 1980, foi a primeira patente mundial do biodiesel e do querosene vegetal de aviação (bioquerosene), a qual entrou em domínio público, pelo tempo e desuso.

No final de 1982 o querosene vegetal para aviões a jato estava pronto. Após exaustivos testes, o Bioquerosene foi aprovado e homologado pelo Centro Técnico Aeroespacial (CTA), e, no Dia do Aviador (24 de outubro de 1984), uma aeronave nacional “Bandeirante” de fabricação Embraer, decolou de São José dos Campos para sobrevoar Brasília.

Os desenvolvimentos e testes de aplicação

Ao longo do segundo semestre de 1981 e durante quase todo o ano de 1982, foram remetidos para os fabricantes de motores diesel cerca de 300 mil litros de Biodiesel, em cotas destinadas a todos os fabricantes de motores e veículos do ciclo diesel operando no Brasil. Para agilizar as fabricações sistemáticas do novo combustível, foi criada uma empresa que se estabeleceu em Fortaleza, cuja razão social era Produtora de Sistemas Energéticos Ltda. (Proerg), que implantou uma unidade piloto industrial com a capacidade produtiva de 200 litros por hora de biodiesel. A referida planta piloto foi financiada pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e recebeu apoio do Ministério da Aeronáutica.

Diversificadas matérias-primas foram empregadas na produção do diesel vegetal, incluindo os óleos de soja, de babaçu, de amendoim, de algodão, de colza, de girassol, de dendê, entre outras. Um fato curioso e pitoresco que merece destaque foi a produção de diesel vegetal a partir de óleo de semente de maracujá, por encomenda da Agro-industrial Luiz Guimarães S.A. (AGROLUSA), que produzia grandes quantidades de suco dessa fruta. Foi estabelecido um programa de produção de mil litros por semana durante seis meses. O biodiesel de maracujá movimentou a frota daquela empresa durante todo um semestre. Uma outra experiência interessante se deveu ao processamento de uma partida de 200 litros de óleo de peixe proveniente da Bélgica, matéria-prima enviada pela DeSmet, provavelmente, na época, a maior e mais famosa empresa especializada no fornecimento de equipamentos para extração de óleos vegetais. Como a matéria-prima era originária de peixes, foi produzido, assim, de forma inédita, óleo diesel animal, o qual fez funcionar muito bem um motor diesel, à semelhança dos óleos diesel de origem vegetal.

O aborto da idéia e seu ressurgimento

Findo o compromisso com o Ministério da Aeronáutica, com a missão cumprida, todo o acervo de equipamentos da PROERG foi transferido para a sede do CTA em São José dos Campos-SP e, por várias razões, incluindo-se a

diminuição dos preços do petróleo, as atividades de produção experimental de óleo diesel vegetal foram paralisadas. O mesmo não aconteceu em outros países, principalmente na Europa e América do Norte onde o assunto prosperou. Recentemente o biodiesel ressurgiu na pauta brasileira e tem demonstrado muita força em seu retorno.

O biodiesel

Identidade do biodiesel

O que tem sido denominado biodiesel é um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente. O biodiesel tem sido definido, em normas internacionais, com vistas a evitar confusões com outros possíveis biocombustíveis. As misturas biodiesel/petrodiesel costumam receber um atributo em sua designação. A mistura B-20, por exemplo, corresponde a uma mistura contendo 20% em volume de biodiesel e 80% de petrodiesel. O biodiesel puro, freqüentemente tem sido denominado de B-100.

Características básicas

A viabilidade técnica de um combustível para motores diesel deve ser vista sob os seguintes grupos de fatores: combustibilidade, impactos ambientais das emissões, compatibilidade ao uso e ao manuseio.

A combustibilidade de uma substância, proposta como um combustível, diz respeito ao seu grau de facilidade em realizar a combustão no equipamento na forma desejada, na produção de energia mecânica mais adequada. Em motores diesel a combustibilidade relaciona-se às seguintes propriedades essenciais do combustível: poder calorífico e o índice de cetano. A viscosidade cinemática e a tensão superficial, pelo fato de definirem a qualidade de pulverização na injeção do combustível, participam também como fatores de qualidade na combustão.

Os impactos ambientais das emissões constituem uma característica básica importante, pois a fauna e a flora precisam ser preservadas. O teor de enxofre e de hidrocarbonetos aromáticos, além da combustibilidade, são características importantes inerentes aos impactos das emissões.

A compatibilidade ao uso diz respeito à longevidade não somente do motor como dos seus entornos, representada pela lubrificidade e pela corrosividade, sendo esta última definida principalmente pelo teor de enxofre

e pela acidez do combustível. A compatibilidade ao manuseio diz respeito aos transportes, aos armazenamentos e à distribuição do combustível, sendo a corrosividade, a toxidez e o ponto de fulgor as propriedades mais importantes. No inverno dos países mais frios, o ponto de fluidez torna-se também uma importante propriedade, sinalizando para a adição de aditivos anticongelantes.

As características físicas e químicas do biodiesel são semelhantes entre si, independentemente de sua origem, isto é, tais características são quase idênticas, não importando a natureza da matéria-prima e do agente de transesterificação, se etanol ou metanol.

O biodiesel oriundo do óleo de mamona foge um pouco dessa regra no que diz respeito à viscosidade. No entanto, as demais propriedades são inteiramente equivalentes. Todavia, o uso do biodiesel de mamona em misturas com o petrodiesel constitui um artifício para corrigir tal distorção. Além disso, estudos mostram que a lubricidade do biodiesel de mamona é a maior, entre os produzidos a partir de outras matérias-primas.

Propriedades físicas e químicas

São as seguintes as propriedades físicas de um combustível diesel: viscosidade e densidade (propriedades fluidodinâmicas), lubricidade, ponto de névoa e de fluidez, ponto de fulgor, poder calorífico e índice de cetano. As propriedades fluidodinâmicas de um combustível, importantes no que diz respeito ao funcionamento de motores de injeção por compressão (motores diesel), são a viscosidade e a densidade. Tais propriedades exercem grande influência na circulação e injeção do combustível. Afortunadamente, as propriedades fluidodinâmicas do biodiesel, independentemente de sua origem, assemelham-se às do óleo diesel mineral, significando que não é necessária qualquer adaptação ou regulação no sistema de injeção dos motores.

A lubricidade é uma medida do poder de lubrificação de uma substância, sendo uma função de várias de suas propriedades físicas, destacando a viscosidade e a tensão superficial. Diferentemente dos motores movidos à gasolina, os motores a óleo diesel exigem que o combustível tenha propriedades de lubrificação, especialmente, em razão do funcionamento da bomba, exigindo que o líquido que escoar lubrifique as suas peças em movimento.

O ponto de névoa é a temperatura em que o líquido, por refrigeração, começa a ficar turvo, e o ponto de fluidez é a temperatura em que o líquido não mais escoar livremente. Tanto o ponto de fluidez como o ponto de névoa do biodiesel variam segundo a matéria-prima que lhe deu origem e, ainda, segundo o álcool utilizado na reação de transesterificação. Essas propriedades são consideradas importantes no que diz respeito à temperatura ambiente onde o combustível deva ser armazenado e utilizado. Todavia, no Brasil, de

norte a sul, as temperaturas são amenas, não constituindo problema de congelamento do combustível, sobretudo porque se pretende usar o biodiesel em mistura com o óleo diesel mineral.

O ponto de fulgor é a temperatura em que um líquido torna-se inflamável em presença de uma chama ou faísca. Essa propriedade somente assume importância no que diz respeito à segurança nos transportes, manuseios e armazenamentos. O ponto de fulgor do biodiesel, se completamente isento de metanol ou etanol, é superior à temperatura ambiente, significando que o combustível não é inflamável nas condições normais em que ele é transportado, manuseado e armazenado, servindo, inclusive, para ser utilizado em embarcações.

O poder calorífico de um combustível indica a quantidade de energia desenvolvida pelo combustível por unidade de massa, quando ele é queimado. No caso de um combustível de motores, a queima significa a combustão no funcionamento do motor. O poder calorífico do biodiesel é muito próximo do poder calorífico do óleo diesel mineral. A diferença média em favor do óleo diesel do petróleo situa-se na ordem de somente 5%. Entretanto, com uma combustão mais completa, o biodiesel possui um consumo específico equivalente ao diesel mineral.

O índice de octano ou octanagem dos combustíveis está para motores do ciclo Otto da mesma forma que o índice de cetano ou cetanagem está para os motores do ciclo Diesel. Portanto, quanto maior for o índice de cetano de um combustível, melhor será a combustão desse combustível num motor diesel. O índice de cetano médio do biodiesel é 60, enquanto para o óleo diesel mineral a cetanagem situa-se entre 48 a 52, sendo essa a razão pela qual o biodiesel queima muito melhor num motor diesel que o próprio óleo diesel mineral.

As seguintes propriedades químicas de um combustível diesel são seu teor de enxofre e poder de solvência. Como os óleos vegetais e as gorduras de animais não possuem enxofre, o biodiesel é completamente isento desse elemento. Os produtos derivados do enxofre são bastante danosos ao meio ambiente, ao motor e aos seus pertences. Depreende-se que o biodiesel é um combustível limpo, enquanto o petrodiesel, possuindo enxofre, danifica a flora, a fauna, o homem e o motor. Quanto ao poder de solvência, o biodiesel, sendo constituído por uma mistura de ésteres de ácidos carboxílicos, tende a solubilizar um grupo muito grande de substâncias orgânicas, incluindo-se as resinas que compõem as tintas. Dessa forma, cuidados especiais com o manuseio do biodiesel devem ser tomados para evitar danos à pintura dos veículos, nas proximidades do ponto ou bocal de abastecimento.

Normas Técnicas

Na Europa, a normalização dos padrões para o biodiesel é estabelecida pelas Normas EU 14214. Nos Estados Unidos, a normalização emana das Normas ASTM D-6751. No Brasil, a normalização cabe à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), por meio da Resolução ANP nº 42/04.

As normas européias e americanas determinam valores para as propriedades e características do biodiesel e os respectivos métodos para as determinações. Tais características e propriedades determinantes dos padrões de identidade e qualidade do biodiesel, contemplados pelas normas ASTM e EU, são: Ponto de Fulgor, Teor de Água e Sedimentos, Viscosidade, Cinzas, Teor de Enxofre, Corrosividade, Número de Cetano, Ponto de Névoa, Resíduo de Carbono, Número de Acidez, Teor de Glicerina Total, Teor de Glicerina Livre e Temperatura de Destilação para 90% de Recuperação.

Os métodos de análise para Biodiesel são os mesmo do Diesel, com exceção do Teor de Glicerinas Total e Livre, que é o método de análise por cromatografia gasosa, orientado pelas Normas ASTM D-6584. A longa experiência da equipe da Tecnologias Bioenergéticas Ltda. (TECBIO), inclusive com a utilização extensiva de biodiesel puro, e com mais de 300 mil litros produzidos das mais distintas matérias-primas, permite fazer os seguintes comentários sobre a questão das especificações para os ésteres lineares graxos, metílicos ou etílicos, para aplicações em motores do ciclo diesel.

Algumas características para o biodiesel requeridas nas normas européias e americanas, sob o ponto de vista prático e objetivo, são inócuas, servindo apenas para conferir os fatores de identidade do produto, para evitar indevidas adulterações. Desnecessário seria a determinação do teor de enxofre, não fora as possibilidades de adulterações ou de contaminações de alguns tipos de matérias-primas, como os óleos residuais de frituras e de esgotos, pois o óleo vegetal jamais contém enxofre. Seria também dispensável a determinação da viscosidade cinemática do biodiesel, pois a faixa de viscosidades do biodiesel, independentemente das matérias-primas de origem, enquadram-se na faixa de viscosidades dos óleos diesel oferecidos no mercado, e ademais. A lubricidade de qualquer biodiesel supera, em muito, a lubricidade do óleo diesel. Semelhantemente, o número de cetano do biodiesel, independentemente da matéria-prima de origem, sempre maior que 60, está bem acima do índice de cetano dos melhores óleos diesel oferecidos no mercado, em média ao redor de 48. Não tem nenhum sentido, para o biodiesel, o valor da temperatura equivalente para destilar 90% do produto. Esse teste é bastante válido para o óleo diesel do petróleo, cujas características dependem da distribuição dos hidrocarbonetos no produto. Para o biodiesel, obtido de grande parte de matérias-primas, chega a ser até impossível a realização desse teste, uma vez que, nas temperaturas elevadas do teste, o produto se polimeriza ou se decompõe, invalidando os

resultados. O ponto de névoa, no Brasil, não tem importância, uma vez que o País não experimenta temperaturas ambientais que possam solidificar o biodiesel; além disso, a previsão de curto e médio prazo é a utilização do biodiesel em mistura com o óleo diesel mineral, na proporção máxima de 20%. Enfim, o biodiesel, quando adequadamente produzido, sempre deve superar as especificações contidas nas normas, as quais encontram a sua maior utilidade como instrumento de fiscalização contra adulterações do produto.

Outrossim, são muito importantes, para o biodiesel, as realização e o cumprimento das seguintes especificações: Água e Sedimentos, Cinzas, Glicerina Total e Livre, Resíduo de Carbono, Acidez e Corrosividade.

Pelas semelhanças de propriedades fluidodinâmicas e termodinâmicas, o biodiesel e o petrodiesel possuem características de completa equivalência, especialmente vistas sob os aspectos de combustibilidade em motores do ciclo diesel. Pelo menos, são cinco as importantes vantagens adicionais do óleo diesel vegetal sobre o petrodiesel. Diferentemente do óleo mineral, o biodiesel não contém enxofre, é biodegradável, não é corrosivo, é renovável e não contribui para o aumento do efeito estufa.

Cadeias Produtivas

Matérias-primas

As matérias-primas para a produção de biodiesel podem ter as seguintes origens: Óleos Vegetais, Gorduras de Animais e Óleos e Gorduras Residuais.

Todos os óleos vegetais, enquadrados na categoria de óleos fixos ou triglicéridicos, podem ser transformados em biodiesel. Dessa forma, poderiam constituir matéria-prima para a produção de biodiesel os óleos das seguintes espécies vegetais: grão de amendoim, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, babaçu, semente de mamona, semente de colza, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate, entre muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas. Os óleos e gorduras de animais possuem estruturas químicas semelhantes às dos óleos vegetais, sendo moléculas triglicéridicas de ácidos graxos. As diferenças estão nos tipos e distribuições dos ácidos graxos combinados com o glicerol. Portanto, as gorduras de animais, pelas suas estruturas químicas semelhantes às dos óleos vegetais fixos, também podem ser transformadas em biodiesel. Constituem exemplos de gorduras de animais, possíveis de serem transformados em biodiesel, o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outras matérias graxas de origem animal. Além dos óleos e gorduras virgens, constituem também matéria-prima para a produção de biodiesel os óleos e gorduras residuais, resultantes

de processamentos domésticos, comerciais e industriais. As possíveis fontes dos óleos e gorduras residuais são: as lanchonetes e as cozinhas industriais, comerciais e domésticas.

Processo produtivo

Os procedimentos concernentes à preparação da matéria-prima para a sua conversão em biodiesel visam a criar as melhores condições para a efetivação da reação de transesterificação, com a máxima taxa de conversão.

Em princípio, necessário faz-se que a matéria-prima tenha o mínimo de umidade e de acidez, o que é possível submetendo-a a um processo de neutralização, por meio de uma lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou de potássio, seguida de uma operação de secagem ou desumidificação. As especificidades do tratamento dependem da natureza e das condições da matéria graxa empregada como matéria-prima.

A reação de transesterificação é a etapa da conversão, propriamente dita do óleo ou gordura, em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constitui o biodiesel. 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. 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. 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. A glicerina bruta, emergente do processo, mesmo com suas impurezas convencionais, já constitui o subproduto vendável. No entanto, o mercado é muito mais favorável à comercialização da glicerina purificada, quando seu valor é realçado. A purificação da glicerina bruta é feita por destilação a vácuo, resultando em um produto límpido e transparente, denominado comercialmente glicerina destilada.

Biodiesel no plural

Biodiesel no plural, como é concebido, conhecido, empregado e divulgado pela Tecbio, envolve a obtenção de Biodiesel a partir de qualquer matéria graxa (variados óleos vegetais, gorduras de animais e óleos residuais), o uso do álcool etílico (etanol) ou do álcool metílico (metanol), indistintamente, na produção de um produto dentro das especificações oficiais brasileiras e das normas internacionais, bem como a produção conveniente de Biodiesel em pequenas, médias e grandes unidades produtivas, mediante processos conduzidos no modo contínuo, ou descontínuo, ou semi-contínuo, automatizados ou não.

A propósito de algumas rotas processuais e de determinados elos de cadeias produtivas, pode-se dizer que a visão e abordagem da produção de biodiesel à luz de cadeias produtivas, com certeza, é imperativa, pois as interdependências entre os seus elos podem definir o sucesso ou insucesso dos empreendimentos. Os processos de extração de óleo de grãos ou amêndoas oleaginosas podem ser definidos nos seguintes estilos ou rotas: extração mecânica, extração por solvente e extração mista (mecânica/solvente).

A seleção da rota de extração depende de dois fatores determinantes, quais sejam: a capacidade produtiva e o teor de óleo. O Quadro 1 apresentado a seguir mostra os cenários e as rotas recomendáveis.

Quadro 1. Indicativos e Sinalizações para Rotas Adequadas para Extração de Óleos Vegetais.

| Tipos de Usinas | Situações Recomendadas | Matérias-Primas Típicas |
|---------------------------------|---|---|
| Usinas de Extração Mecânica | Pequenas e médias capacidades, normalmente abaixo de 200 t de grãos por dia. Oleaginosas de alto teor de óleo, acima de 35% | Mamona Amendoim Babaçu |
| Usinas de Extração por Solvente | Grandes capacidades, normalmente acima de 300 t por dia de matéria prima. Oleaginosas com baixo teor de óleo abaixo de 25% | Soja |
| Usinas Mistas | Médias e grandes capacidades, acima de 200 t por dia. Oleaginosas de médio e grande teor de óleo, acima de 25% | Algodão Mamona Amendoim Babaçu Girassol |

As feições regionais de produção de biodiesel no Brasil

O Brasil, por sua imensa extensão territorial, associada às melhores condições edafo-climáticas, é considerado um país, por excelência, para a exploração da biomassa para fins alimentícios, químicos e energéticos. No campo das oleaginosas, matérias-primas potenciais para a produção de óleo diesel vegetal, as vocações são bastante diversificadas, dependentemente da região considerada. Por outro lado, as diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para a produção e consumo de combustíveis da biomassa, especialmente quando se trata do biodiesel.

Amazônia

Abrangência: Toda a bacia do Rio Amazonas e seus afluentes, compreendendo os Estados do Amazonas, Pará e parte dos Estados circunvizinhos, onde predomina a floresta amazônica, com clima úmido equatorial.

Vocação Agrícola: Essa região não possui vocação para as culturas temporárias, uma vez que o solo fértil é de pequena profundidade, e a elevada taxa de pluviosidade ocasiona excessiva erosão, entre outros danos. Todavia, a Amazônia tem apresentado ótimos resultados na produção de oleaginosas de palmeiras, das quais o dendezeiro se apresenta como excelente, com produtividades que atingem a cinco toneladas de óleo por hectare por ano. Acrescente-se que várias são as palmeiras nativas com características bastante promissoras para a produção de óleo. Muitas outras espécies oleaginosas nativas espalhadas pela região poderiam abastecer micro unidades industriais, conferindo auto-suficiência locacional em energia, constituindo o que se poderia conceituar de "ilhas energéticas". É oportuno salientar que a maior parte da energia utilizada na Região Amazônica é oriunda do óleo diesel e que o custo dos transportes desse combustível para tais localidades remotas é excessivamente elevado, chegando a valer até quatro vezes o valor médio do diesel praticado em outros Estados brasileiros.

Pré Amazônia

Abrangência: Essa região compreende os Estados do Maranhão e Tocantins e parte dos Estados do Piauí, Goiás, Mato Grosso e Pará. Predominam na Pré Amazônia, imensas florestas babaçuais algo em torno de 17 milhões de hectares.

Vocação Agrícola: O coco de babaçu, por meio do aproveitamento de seus constituintes, tem as seguintes serventias: das amêndoas (6% a 8%) pode-se extrair o óleo (60%), que se apresenta como excelente para a produção

de biodiesel; a torta (40%), rica em proteínas, pode destinar-se à formulação de rações de animais. O mesocarpo (17% a 22%), rico em amidos, pode ser empregado, juntamente com a torta de extração do óleo, para a composição de rações de animais. O endocarpo (52% a 60%), um lignito vegetal, pode ser usado para a fabricação de carvão ou grafite, ou, por meio de um processo de aglomeração, ser empregado na fabricação de materiais construtivos (tacos, revestimentos, madeiras reconstituídas, etc.). O carvão de babaçu pode ser usado como matéria-prima na produção de metanol, importante insumo do biodiesel. Considerando a imensidão da floresta de babaçu, com um potencial de produção de coco superior a 40 milhões de toneladas anuais, equivalentes a 17 mil toneladas anuais de óleo, haverá capacidade de produzir 20 bilhões de litros anuais de biodiesel. Levando-se em conta ainda a possibilidade do consórcio agrícola do babaçu com amendoim, girassol, mamona e outras oleaginosas, além da pecuária extensiva, a Região Pré Amazônica apresenta-se, em termos potenciais, como uma região naturalmente rica e por demais promissora para extraordinárias produções de alimentos e energia, além de vários outros produtos oriundos do coco de babaçu. A principal motivação do babaçu está no aproveitamento de um recurso natural já existente e muitíssimo pouco explorado, em condições de gerar, além do biodiesel, uma miscelânea de produtos, tais como: metanol, carvão vegetal, grafite, alcatrão, combustível de fornos e caldeiras, rações, aglomerados para construção civil, aglomerados para fabricação de móveis, entre outros. A exploração dos babaçuais, em consórcio com outras atividades agrícolas ou pecuárias, como extraordinário fator de ocupação e geração de renda, poderá fixar o homem na Região Pré Amazônica, invertendo, inclusive, o fluxo migratório.

Nordeste Semi-Árido

Abrangência: Compreende os Estados e regiões pertencentes ao chamado Polígono das Secas. Portanto, o semi-árido nordestino abrange quase todos os territórios dos Estados da Região Nordeste, incluindo-se o norte de Minas Gerais. São regiões de convivência com as secas periódicas e, em conseqüência, possuem grandes contingentes de miseráveis rurais. A irrigação tem demonstrado ser o caminho para uma agricultura segura e produtiva no semi-árido nordestino, porém, em razão de vários fatores, incluindo-se o econômico, esse artifício se presta mais às culturas mais nobres, como a fruticultura, a horticultura e a floricultura, cujos resultados têm sido por demais satisfatórios. As culturas energéticas têm que se basear em lavoura de sequeiro, isto é, sem irrigação.

Entre as possibilidades propostas, a mamona, o algodão e o pinhão manso se apresentam como viáveis, uma vez que tais culturas podem conviver com o regime pluviométrico do semi-árido. Estudos preliminares sinalizam o girassol

como uma oportunidade agrícola, uma vez que variedades recém-desenvolvidas possuem resistências consideradas às estiagens, explicadas pelas suas longas raízes pivotantes. O Nordeste possui uma série de espécies xerófilas nativas, como os pinhões, a leucena e outras oleaginosas e leguminosas, que poderiam ser incluídas como plantas produtoras de óleos vegetais para a produção de biodiesel. Especificamente, tendo como objetivo a produção de óleo, a ricinocultura parece constituir o verdadeiro caminho e vocação para o semi-árido, pelas razões que se seguem: a mamoneira se adapta muito bem com o clima e as condições de solos do semi-árido; estudos realizados pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), da Embrapa, em Campina Grande-PB, estão disponibilizando cultivares de altas produtividades. A lavoura da mamona se presta para a agricultura familiar, podendo apresentar economicidade elevada; a torta resultante da extração do óleo de mamona se apresenta como adubo de excelência, encontrando aplicações ideais na fruticultura, horticultura e floricultura, atividades importantes e crescentes nos perímetros irrigados nordestinos. A lavoura de um hectare de mamona pode absorver até oito toneladas de gás carbono da atmosfera, contribuindo, de forma relevante, para o combate do efeito estufa. O exposto sugere que a imensidão do mercado energético poderá constituir a sustentação de um imenso programa de assentamentos familiares com foco na cultura da mamona. Considerando uma produção participativa familiar, média, de três toneladas anuais de sementes de mamona, a safra global de mamona atingiria a seis milhões de toneladas, capazes de gerar cerca de três bilhões de litros de biodiesel.

O pinhão manso é uma planta de grande potencial no semi-árido, pois, diante do regime irregular de chuvas do sertão nordestino, se adapta bem a solos de pouca fertilidade, bastante comuns na região. O rendimento do óleo na semente do pinhão é de 30% a 40% e seu ciclo produtivo se estende por mais de quarenta anos.

Regiões Sul e Centro-Sul

Abrangência: Todos os Estados que compõem o cone sul brasileiro (Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). A vocação agrícola incide sobre as culturas temporárias, mecanizáveis, especialmente a soja ou o amendoim, sendo esta oleaginosa mais apropriada para a produção energética, pois apresenta um teor de óleo superior a 45%, enquanto a soja situa-se em 18%. O girassol, direta ou indiretamente, poderá contribuir substantivamente para o programa energético, pelas suas extraordinárias produtividade e resistência às estiagens, atualmente freqüentes na região. Quando se diz "contribuição direta" significa que o óleo pode ser utilizado para a produção de biodiesel, e "contribuição

indireta” significa que o seu óleo poderá ser direcionado ao mercado alimentício, deslocando os excedentes de outros óleos (soja, por exemplo) para o mercado energético.

Duas são as principais motivações para o programa de produção e consumo de biodiesel no Sul e Centro-Sul. A primeira motivação diz respeito à questão mercadológica. O preço do óleo de soja tem apresentado quedas permanentes no mercado, então, o uso alternativo do óleo no mercado energético teria o efeito regulador da oferta, tendo como consequência natural a estabilização dos seus preços. A segunda motivação relaciona-se ao fato de que a mistura do óleo diesel mineral com o biodiesel tem se mostrado extremamente importante na melhoria da qualidade das emissões resultantes do funcionamento dos motores, especialmente com respeito à presença do enxofre sob a forma de mercaptanas e dos hidrocarbonetos cíclicos, sendo tais substâncias por demais danosas às plantas e aos animais, incluindo os seres humanos. Diga-se de passagem, que as grandes cidades são onde mais se concentram os poluentes das emissões veiculares, em razão dos congestionamentos. Portanto, a qualidade ambiental, nos grandes aglomerados urbanos, constitui uma forte motivação para a produção e consumo do biodiesel.

O Programa Brasileiro de Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi lançado oficialmente em dezembro de 2004.

A Lei nº 11.097/05, aprovada pelo Congresso Nacional, estabeleceu que, a partir de janeiro de 2008, a mistura B2 passa a ser obrigatória no território nacional. Assim, todo o óleo diesel comercializado no País deverá conter, necessariamente, 2% de biodiesel. Em janeiro de 2013, esse percentual passará para 5%. Vale aqui ressaltar que, a depender da evolução da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima, entre outros fatores, esses prazos podem ser antecipados, mediante Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), conforme estabelecido pela Lei. Em sua Resolução nº. 03, de 23 de setembro de 2005, o CNPE antecipou para janeiro de 2006 o B2, cuja obrigatoriedade se restringirá ao volume do biodiesel produzido por detentores do selo “Combustível Social”.

O Selo Combustível Social

O Selo Combustível Social 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 da geração de emprego e renda para os agricultores familiares enquadrados nos critérios do Pronaf.

A antecipação das metas brasileiras

Apesar da inércia de qualquer programa de grande vulto, pelos resultados já alcançados nos leilões realizados para a compra de biodiesel, é possível prever, com absoluta segurança, que as metas originais estabelecidas serão atingidas.

Ao mesmo tempo, os interesses para exportação já sinalizam grandes volumes para o mercado do biodiesel no exterior, em especial, para os países europeus.

Na Região Amazônica estão disponíveis cerca de 80 milhões de hectares de terras que foram desmatadas e que estão em degradação face às condições de solo raso. O reflorestamento energético dessas enormes áreas, com recursos de fundos internacionais, oriundos do Tratado de Kyoto e outros, poderão constituir as bases para o abastecimento europeu, cuja logística já se encontra naturalmente disponível por intermédio da calha do rio Amazonas.

O programa brasileiro de biodiesel na visão da indústria de equipamentos

José Luiz Olivério

Vice-presidente de Operações e Dedini S/A Indústrias de Base

1 Introdução

Nesta década, os brasileiros estão presenciando o nascimento de um novo setor agroindustrial estratégico para o País, o biodiesel, que desperta grande interesse na população em geral. Muitos, de fato, estão apenas acompanhando as inúmeras notícias que agora se avolumam sobre o assunto. Alguns outros brasileiros, porém, se puseram a trabalhar muito antes. Anteviram que o País tinha vocação para gerar energia renovável e resolveram arregaçar as mangas para dar um irmão ao já adulto Proálcool.

Na casa dos 30 anos, esse programa, baseado exclusivamente na cana-de-açúcar, despertou muitos entusiastas e, por incrível que hoje pareça, também opositores; teve suas crises, mas neste novo século volta a figurar como estrela, elevando o Brasil no cenário internacional. Suas características de energia limpa, renovável, competitiva economicamente e, também, forte geradora de empregos, renderam-lhe um sucesso que, não apenas consolidaram o etanol entre as opções de combustíveis dos brasileiros, como também ajudam a abrir caminho para o crescimento do biodiesel.

O futuro dessa nova fonte de energia, por certo, interessa a todos, até mesmo àqueles que ainda não despertaram para a importância desse combustível. Hoje, nesse cenário de expectativas promissoras para o biodiesel, é importante lembrar o trabalho pioneiro que foi desenvolvido quando o assunto ainda era apenas idéias isoladas.

Aqui, apresenta-se algumas das ações da Dedini S/A Indústrias de Base, pioneira no desenvolvimento de tecnologias para o setor sucroalcooleiro que, agora, novamente participa de forma expressiva na construção da indústria de biodiesel brasileira. Trata-se propriamente da história da indústria brasileira de equipamentos e como ela se preparou para o desenvolvimento do biodiesel no País – história iniciada alguns anos antes do lançamento oficial do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, ocorrido em dezembro de 2004.

Serão relatadas ações, pesquisas consistentes e realistas conduzidas a todo vapor nos últimos quatro anos – desde janeiro de 2003 – com o objetivo de garantir tecnologia e equipamentos com base nacional para essa nova indústria brasileira. De fato, equipamentos de alta tecnologia já estão disponíveis aos investidores brasileiros e estrangeiros que chegam ao País. O Brasil está pronto para alavancar esse novo setor agroindustrial.

2 A decisão estratégica de atuar no fornecimento de plantas de biodiesel

Na década de 1980, foi feito um ensaio em direção ao biodiesel no Brasil, imaginando-se um programa paralelo ao Proálcool. Este era focado na substituição da gasolina, e enquanto o "Proóleo" objetivaria gerar combustível para uso alternativo ao óleo diesel.

O "Proóleo" não prosperou, mas sua lembrança permaneceu. De tempos em tempos, a idéia ressurgia, mantendo o tema presente na visão estratégica da Dedini. Ao longo de anos, a empresa acompanhou a evolução dessa bioenergia, inclusive no exterior.

Apesar de reunir excepcionais condições para a produção desse biocombustível, o Brasil acabou perdendo o pioneirismo nesse setor. A Europa, com destaque para a Alemanha, implantou expressiva capacidade produtiva de biodiesel usando óleos vegetais e metanol como matéria-prima.

Atenta a esse desenvolvimento, em 2003, quando o Brasil começava a delinear um programa de dimensão nacional para o biodiesel, a Dedini decidiu intensificar sua atuação nesse setor. Nesse sentido, a empresa substituiu o acompanhamento que mantinha sobre o setor, por estudos mais aprofundados, trabalho que começou em janeiro de 2003 e segue permanentemente.

Em busca de mais informações, são intensificadas participações em congressos e seminários sobre o tema, feitas visitas a universidades e a centros de pesquisa, bem como às unidades pioneiras de biodiesel no País (incipientes) e no exterior.

Outra providência que reforçou o banco de informações foram contatos com empresas internacionais fornecedoras de plantas, contatos com potenciais clientes, reuniões com órgãos governamentais e participação em grupos de trabalho oficiais representando a indústria de equipamentos.

Apoiada nesse maior conhecimento e acreditando no potencial do Programa, assim como na sua capacidade de participar ativamente de um programa brasileiro de biodiesel, a Dedini tomou, então, a decisão inicial de atuar no fornecimento de plantas completas para a produção de biodiesel.

Esse direcionamento se fundamentava, inicialmente, no fato de o biodiesel ser um agronegócio, energia renovável, ter a capacidade de aumentar a demanda por etanol e, ainda, por ter elevada sinergia com as capacitações da empresa (mercado, tecnologia, engenharia, fabricação e instalação, domínio da tecnologia do etanol). Pesava, favoravelmente, à nova empreitada da Dedini também o estágio das tecnologias disponíveis para as rotas metílica e etílica: a metílica já consolidada no exterior e a etílica, ainda não disponível em escala

comercial, representando portanto uma possibilidade para a empresa contribuir para a viabilização dessa rota tecnológica.

Naquele momento, os objetivos traçados pela Dedini eram o fornecimento de plantas de biodiesel de alta qualidade, a marcação do pioneirismo no novo setor, a garantia da liderança de mercado, a exemplo da consagrada em açúcar e álcool e, ainda, a criação de uma base tecnológica nacional.

Dessa forma, a Dedini aprovou um programa de quatro passos visando a uma atuação de liderança no setor de biodiesel. Os passos eram os seguintes:

- a) Dimensionamento do mercado e definições da faixa de atuação;
- b) Análise e avaliação das matérias-primas disponíveis no País e de sua competitividade, levando em conta também os produtos finais resultantes da indústria do biodiesel;
- c) Avaliação das tecnologias disponíveis com o objetivo de definir se a empresa atuaria com tecnologia própria ou se optaria por parceria tecnológica;
- d) Desenvolvimento de soluções e atuação no mercado.

Em função de definições tomadas internamente, a Dedini decidiu tornar pública sua intenção de atuar no setor de biodiesel. A oportunidade é tida em 14 de janeiro de 2004, quando o Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, vai à Dedini para inaugurar a nova fundição da empresa – localizada em Piracicaba-SP.

Nessa ocasião, a Direção da Dedini entrega ao Presidente Lula uma carta-compromisso na qual, entre outros assuntos, se declara engajada no desenvolvimento de um Programa Nacional de Biodiesel, o qual, entendia a empresa, deveria ter por base a rota etílica – na época, o Programa ainda estava sendo concebido.

Um trecho da carta:

(...) visualizamos um programa de características nacionais, à semelhança do que ocorreu no Programa Nacional do Álcool, cujo sucesso, sem dúvida, se deve também ao fato de que toda a tecnologia e fornecimento tiveram bases eminentemente brasileiras, possibilitando pleno desenvolvimento interno de toda a cadeia produtiva ligada à cana e ao álcool.

Reafirmamos, Senhor Presidente, nosso comprometimento e objetivo de participar intensamente de um Programa Nacional de Biodiesel, procurando contribuir de forma significativa, tal como fizemos na expansão do setor sucroalcooleiro, onde nos sentimos orgulhosos de afirmar que mais de 80% de todo álcool produzido no Brasil utiliza equipamentos Dedini, inclusive contendo tecnologias e soluções pioneiras, em nível mundial.

Estava feita a declaração de intenções e ações da Dedini. Mãos à obra!

Em pouco tempo, o trabalho Dedini já dava frutos. Em 12 de abril de 2004, marcando o pioneirismo da empresa no setor de biodiesel, a Dedini já realizava a primeira venda no Brasil de uma planta completa de biodiesel, para a Agropalma, em Belém-PA, do Grupo Faria.

Essa venda pioneira é registrada, entre outros, pelo jornal Gazeta Mercantil que destaca: "O biodiesel chega à escala comercial" – edição de 15 de abril de 2005. A matéria jornalística deixava claro também o interesse da sociedade em geral pelo assunto.

3. Primeiro passo: Dimensionamento do mercado e definições da faixa de atuação

Para começar, qual seria o tamanho do mercado de biodiesel ao qual a Dedini destinaria seus equipamentos? A produção mais viável seria por batelada ou por processo contínuo? As futuras indústrias de biodiesel deveriam trabalhar com operação manual ou automatizada? O controle deveria ser por instrumentos isolados ou via *software* integrado? As unidades teriam seus ótimos em pequenas ou grandes escalas? Essas eram algumas das perguntas feitas pela inteligência da Dedini com vistas a se dimensionar o futuro setor brasileiro de biodiesel.

Os primeiros cálculos partiam do consumo próximo a 40 bilhões de litros de diesel por ano, no Brasil, em 2003. O raciocínio cauteloso considerava que o biodiesel teria um crescimento escalonado, começando com pequenas participações, que expandiriam gradualmente, tendo como cenário a participação de 20%, ou B20, do biocombustível no óleo diesel.

Pois bem, supondo que o biodiesel viesse a ser adicionado na proporção de 5%, o volume demandado já era bastante expressivo. Se o exercício de projeção alcançasse os 20%, mais segura tornava-se a resposta de que, efetivamente, tratava-se de um setor de grandes dimensões, com demanda superior a 10 bilhões de litros.

Tendo em vista a capacitação da indústria brasileira de produzir energia a partir de biomassa, de forma competitiva internacionalmente, e, também o interesse do mundo por fontes limpas de energia, estimou-se, em paralelo, também o mercado externo. O objetivo era incluir, nos cálculos de dimensão do mercado de biodiesel, a potencial capacidade exportadora do Brasil.

Assim, reforçou-se a estimativa de um mercado na casa de dezenas de bilhões de litros/ano. Era necessário oferecer aos investidores brasileiros e estrangeiros, que viriam a atuar no País, soluções de engenharia e plantas adequadas a essa grande dimensão do setor.

Certamente, usinas de pequeno e médio portes podem – e devem – participar da geração do novo biocombustível, mas seria fundamental que houvesse o respaldo de plantas de grande porte.

Por isso, a Dedini tomou sua primeira grande decisão no programa de biodiesel: seria fornecedora de tecnologia e equipamentos para plantas de médio e grande portes – atualmente, oferece projetos para unidades que geram a partir de 25 mil toneladas de biodiesel por ano¹.

Respondia-se, então, a primeira pergunta. Para as demais, também foram obtidas respostas. O mais adequado à futura produção brasileira de biodiesel seria, portanto, plantas de médio e grande porte, que trabalhassem em processo contínuo, automatizadas com controle via *software* integrado.

Importante destacar que o cenário tomado por base para a concepção do programa foi mantido pela Lei nº 11.097/2005 (Figura 1), que estabelece os percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel e o monitoramento da inserção do novo combustível no mercado. A visão de mercado da inteligência Dedini estava correta.



Fonte: MME

Figura 1. Cronograma de evolução do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

A lei define o cronograma do biodiesel até o nível B5, ou seja, para 2013. A um investidor, porém, um cenário de apenas meia dúzia de anos à frente é

¹ Até agosto de 2006, das 47 usinas de biodiesel - totalizando uma capacidade produtiva de 5,6 bilhões de litros de biodiesel por ano - construídas em 16 países com tecnologia Desmet-Ballestra (parceira da Dedini, no Brasil), 38 tinham capacidade para 100 mil toneladas de biodiesel/ano ou mais. No Brasil, das seis plantas já contratadas à Dedini, apenas duas têm escala inferior a 100 mil t/na.

muito curto para orientar suas ações. Certa disso, a Dedini se apressou em observar exemplos mundo afora visando a desenvolver equipamentos que garantissem a viabilidade de suas indústrias em longo prazo – aquele efetivamente analisado pelos grandes investidores.

Nesse sentido, supondo uma mistura de 20% de biodiesel ao diesel, no ano de 2020, haveria uma demanda por volta de 12,4 bilhões de litros/ano – volume já comparável à relevante produção brasileira de etanol. Para a atual safra de cana (2005/06), a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Unica) estima, apenas para a região Centro-Sul do País, que a produção fique entre 15,75 e 16,01 bilhões de litros. Projeções do Ministério de Minas e Energia, por sua vez, apontam que, em 2010, a produção brasileira de álcool deve passar para 26 bilhões de litros, volume que atenderia ao consumo doméstico e a uma exportação na casa de 5 bilhões de litros até 2010.

Portanto, com um programa confirmado pela lei na dimensão do Proálcool, a Dedini manteve a decisão de atuar em plantas industriais médias e grandes.

3.1 Competitividade no cenário internacional

O biodiesel é um produto mundial e será produzido em muitos países. Diante desse mercado internacional, o Brasil, novamente, desponta como um forte fornecedor potencial. O lastro para essa competitividade é dado por uma feliz combinação de fatores.

Condições naturais como clima, temperatura, formação e características do solo, nível e tipo de insolação, recursos hídricos, intensidade pluviométrica e, ainda, a possibilidade de expansão da área agricultável – sem novos desmatamentos – conferem ao Brasil expressiva vantagem comparativa (Figura 2).

Somados a tais condições encontram-se o nível tecnológico já existente, recursos humanos experientes e abundantes e, ainda, capacidade de gestão. A análise integrada desses fatores, indubitavelmente, aponta para a vantagem competitiva do biodiesel brasileiro.

É preciso destacar que não estamos falando apenas do mercado internacional de um combustível que requer competitividade econômica. O biodiesel é visado também por questões ambientais. Países da União Européia, Canadá, Estados Unidos, Malásia, além do Brasil, já têm programas de mistura de biodiesel ao diesel fóssil. Outros, como Índia, Indonésia, Austrália, Tailândia, Japão e China, estão considerando a adoção de tal programa.

Ao analisar cenários sobre o potencial de consumo de biodiesel no mundo, constata-se que, até 2010, Canadá, Estados Unidos, Alemanha, França, Itália, Reino Unido, Irlanda e Japão, por exemplo, têm potencial de demanda por

volta de 32,7 bilhões de litros/ano – para essa projeção, considera-se a diretiva 2003/30 da Comunidade Europeia referente ao uso de 5,75% de combustíveis renováveis.



Figura 2. Fatores que proporcionam ao Brasil vantagens comparativa e competitiva no mercado internacional de biodiesel.

Após 2010, com a previsão de que o percentual do diesel renovável suba para 20 no combustível fóssil, o consumo desses mesmos países chegaria, então, à casa de 113,8 bilhões de litros/ano. Algumas estimativas para depois de 2010 atingem a expressiva cifra de 289 bilhões de litros/ano consumidos em todo o mundo.

Nesse cenário, reitera-se, o Brasil tem uma condição privilegiada para se tornar um grande fornecedor.

4 Segundo passo: Matérias-primas e produtos finais do biodiesel

Dois aspectos devem ser analisados com atenção para a escolha da tecnologia a ser incorporada nas plantas de biodiesel. São eles: matérias-primas a serem usadas e produtos finais.

Ambos devem ser levados em conta pelo fato de que a planta de biodiesel nada mais é do que um conjunto de equipamentos que transformam matérias-primas em produtos finais, por meio de processos tecnológicos integrados, de acordo com seqüência lógica de etapas ou fases de processo, utilizando a rota previamente definida – etílica ou metílica.

Pode-se dizer que o processo de transformação de óleo vegetal ou de gordura animal em biodiesel, por transesterificação, é relativamente simples (Figura 3), mas requer rigor com as características das matérias-primas, sobretudo se o objetivo for comercializar um biodiesel que efetivamente atenda às exigências legais do País e do mercado internacional.

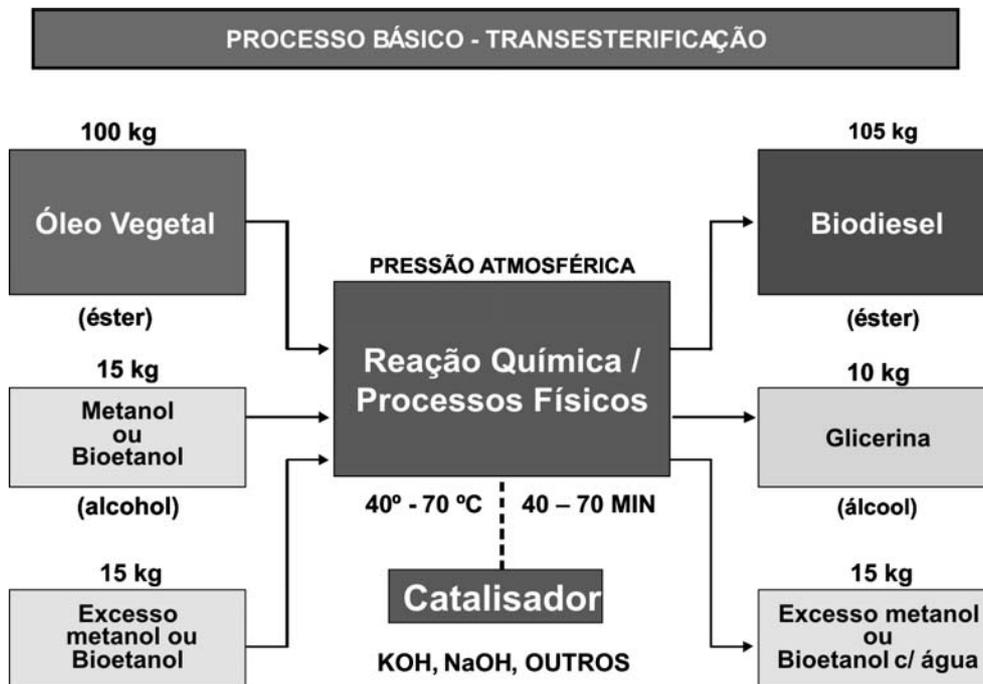


Figura 3. Processo básico de transesterificação utilizado na produção de biodiesel.

Tendo em vista a importância, tanto da matéria-prima quanto dos produtos resultantes, é válido analisá-los detidamente. Vamos por parte, iniciando pela matéria-prima “óleo” e depois “álcool”. Na seqüência, os produtos finais (biodiesel e glicerina).

4.1 Matéria-prima: “óleo”

Para a produção de biodiesel, podem ser utilizados: o óleo extraído das oleaginosas, o resíduo do processo de extração do(s) óleo(s) ou, ainda, aqueles óleos já utilizados, como no caso do reaproveitamento de óleo de frituras.

É fundamental, contudo, que essa matéria-prima atenda a algumas especificações. O óleo vegetal, por exemplo, deve ter, no máximo, 0,1% de ácido graxo livre, umidade máxima, também, de 0,1%, impurezas de até 0,1%, fósforo que não ultrapasse a proporção de 20 ppm (parte por milhão), insaponificáveis limitadas a 1% e ceras limitadas, a 1000 ppm. Atentos para as dificuldades de obter do mercado produtos com tais características, as soluções desenvolvidas pela Dedini podem tratar as matérias-primas (óleo) de modo a torná-las ideais para o processo.

A escolha de uma matéria-prima ou outra, então, está condicionada à competitividade econômica e à disponibilidade de cada uma, nas diferentes regiões. Em estudo realizado pelo Pólo Nacional de Biocombustíveis e pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq-USP, contratado pela Dedini, sobre o custo de produção do biodiesel a partir de seis oleaginosas, constatou-se que o combustível derivado de óleo de caroço de algodão seria o mais viável economicamente, na safra 2004/05.

Sem impostos (na usina), um litro de biodiesel poderia ser produzido pelo mínimo de R\$ 0,66 numa planta de 100 mil t/ano, instalada no Nordeste, considerando-se todas as despesas e receitas da unidade industrial integrada (esmagadora + usina) – esse seria o menor custo do Brasil.

Contudo, é preciso destacar que a disponibilidade de óleo de caroço de algodão é limitada. O caroço é um subproduto da produção de pluma de algodão, sendo que o mercado da pluma é que efetivamente pauta o aumento ou redução da área de plantio – tamanho da oferta. Fica claro, portanto, que um programa de biocombustível com dimensão nacional não pode ter como fonte principal um óleo com tais características de mercado.

Mesmo no Centro-Oeste, onde a oferta de caroço de algodão – de elevada competitividade econômica – é grande, há de se considerar ainda que, estrategicamente, pode não ser viável o consumo contínuo de uma única matéria-prima – além do biodiesel, todas as fontes já têm outras destinações.

Dada a elevada oferta de soja, a análise desse grão merece destaque no programa de biodiesel (Tabela 1). De fato, teria participação fundamental no processamento do combustível em praticamente todas as regiões do País. Isso significa que, ainda que outra matéria-prima viesse a ser mais competitiva em termos econômicos em determinada região, possivelmente não haveria oferta suficiente desta para manter uma planta de médio ou grande porte trabalhando continuamente no ano.

Tabela 1. Produção de óleos vegetais no Brasil.

PRODUÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS NO BRASIL (mm/t)

| Brasil | Jan Dez 2002 | Jan Dez 2003 | Jan Dez 2004 | Part. % 2004 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Óleo de Soja | 4.937,0 | 5.387,0 | 5.571,0 p | 89,2 |
| Óleo de Algodão (Caroço) | 195,7 * | 217,0 * | 268,4 * | 4,3 |
| Óleo de Palma (Dendê) | 118,0 * | 129,0 * | 140,0 * | 2,2 |
| Óleo de Girassol | 55,7 * | 62,1 * | 74,6 * | 1,2 |
| Óleo de Milho | 45,9 * | 55,0 * | 63,6 * | 1,0 |
| Óleo de Mamona | 40,1 * | 39,7 * | 60,8 * | 1,0 |
| Óleo de Colza (Canola) | 16,9 * | 20,4 * | 22,8 * | 0,4 |
| Óleo de Amendoim | 28,1 * | 21,8 * | 21,8 * | 0,3 |
| Óleo de Palmiste | 13,3 * | 14,5 * | 15,8 * | 0,3 |
| Óleo de Linhaça | 1,7 * | 2,0 * | 2,1 * | 0,0 |
| Óleo de Coco | 1,9 * | 1,9 * | 1,9 * | 0,0 |
| Total | 5.454,3 | 5.950,4 | 6.242,8 | 100,0 |

Fonte: Oilworld Annual 2005

O estudo do Cepea sobre custos e tributos na produção do biodiesel teve abrangência nacional e foi desenvolvido com o intuito de servir de suporte a decisões de investimentos no setor e a formulação de políticas públicas. Foi entregue em mão, pela Dedini, também aos então Ministros da Agricultura, Roberto Rodrigues, ao de Minas e Energia, Silas Rondeau, ao da Ciência e Tecnologia, Sergio Rezende e ao Secretário de Agricultura do Estado de SP, Antonio Duarte Nogueira Júnior, quando do lançamento do Programa Nacional de Agroenergia, em Piracicaba, em outubro de 2005.

Mais do que apontar os custos, analisou as ofertas atuais das diferentes matérias-primas e o potencial de aumento de produção. Entre as conclusões, foi reiterada a elevada participação da matéria-prima agrícola – ou animal, no caso de sebo de boi – no custo total do combustível.

Ora, isso tende a ser uma forte vantagem comparativa para a produção do biodiesel no Brasil, tendo em vista a liderança do País nesse setor. Mais do que recursos humanos experientes e tecnologia agroindustrial, temos área para expansão das lavouras, privilégio de poucos países. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Brasil tem 90 milhões de hectares para a expansão agrícola, o que representa cerca de 22% da área possível de ampliação da agricultura mundial.

4.2 Matéria-prima: álcool (etanol e metanol)

O metanol é usado mundialmente no processamento de biodiesel. Esse álcool tem várias origens, mas sempre fóssil. A mais comum é o gás natural.



Figura 4. Capa do relatório biodiesel: análise de custos e tributos nas 5 Regiões do Brasil.

No Brasil, face à competitividade e disponibilidade do etanol, a Dedini oferece soluções com rota metílica e também etílica. A escolha por uma ou outra é do investidor, que analisará qual álcool custa menos na região onde instalará a planta de biodiesel. Em função dos custos logísticos, em algumas partes do Brasil, o metanol chega a preços mais competitivos que o etanol.

Além do critério preço do álcool, outros também devem ser observados na escolha da rota de processamento:

- **Exportação:** o biodiesel europeu é produzido a partir de metanol e, portanto, a sua especificação admite baixos percentuais de resíduo de metanol, mas não de etanol. Isso significa que, atualmente, não é possível exportar biodiesel produzido em rota etílica para a Europa, apenas o de rota metílica. No momento, estão sendo feitas tratativas para a aceitação do biodiesel etílico na União Européia.
- **Vantagem ambiental:** trata-se de um combustível renovável (*environmental friendly*). Quando produzido em rota etílica, obtém-se um biodiesel "100% verde", de grande – e efetivo – apelo ambiental.

Tendo em vista esses prós e contras, a Dedini oferece soluções de rota flexível, permitindo ao empresário ora gerar biodiesel com metanol, ora com etanol.

No tocante a especificações técnicas, o etanol utilizado no processo deve seguir rigorosamente as especificações da Agência Nacional de Petróleo nº 36, de 6 de dezembro de 2005, com exceção do “teor de etanol” que deve atingir 99,80% mínimo (proporção de álcool em peso). Caso a rota seja metílica, o metanol deve ser “nível comercial”, com teor 99,85% mínimo em peso.

4.3 Produtos finais: biodiesel

Mais do que se preparar para produzir quantidade, a indústria brasileira deve estar apta também para atender às especificações do biodiesel, seja para 2% ou 5% de mistura ao diesel consumido internamente, seja com vistas a participar de 20% do diesel fóssil, no Brasil e/ou no exterior. As especificações, esclareça-se, podem ser distintas quando falamos em misturas de 2-5% e de 20%: mais brandas no 2% e bastante severas no teor de 20%.

Esse é um aspecto muito importante a ser observado pelo industrial de biodiesel. Sua planta não pode nascer com a limitação de gerar um produto compatível apenas com as especificações de um B2, o 1º passo do Programa brasileiro.

As soluções desenvolvidas pela Dedini permitem a geração de biodiesel que atende às especificações atuais e também às previstas futuras brasileiras. Em relação ao mercado internacional, possibilitam atender plenamente a especificação da EN 14.214 da Comunidade Européia, que é a mais rigorosa do mundo aplicada ao biodiesel.

Isso significa que, tão logo a legislação brasileira, que é evolutiva, seja alterada, aumentando o percentual de biodiesel ao diesel, o óleo produzido estará adequado ao mercado interno. Igualmente, o investidor interessado em exportar já terá em mãos um biodiesel aceito internacionalmente.

As características mais importantes do biodiesel aceito comercialmente para fins carburantes, especificadas pela ANP, são descritas a seguir (Tabela 2).

4.4 Produtos finais: glicerina

Quanto à glicerina, ou glicerol, outra resultante do processo de transesterificação, as diferentes tecnologias permitem obtê-la em variados graus de pureza. Alguns processos a geram de forma tão impura que acaba não tendo aceitação comercial. Nesse caso, a glicerina torna-se um efluente da planta, exigindo adequado tratamento, o que demanda investimentos adicionais.

As melhores tecnologias, porém, possibilitam a produção na planta de biodiesel de um produto conhecido comercialmente por “glicerina loira”, a qual tem mercado e gera renda adicional ao empresário (Tabela 3).

Tabela 2. Especificações do biodiesel definidas legalmente no Brasil, nos Estados Unidos e na União Européia.**ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO BIODIESEL B100**

| CARACTERÍSTICA | UNIDADE | NORMA | | |
|---|--------------------|------------|-------------|-----------|
| | | ANP 42 (*) | ASTM 6751-3 | EN 14214 |
| MASSA ESPECÍFICA A 20°C | kg/m ³ | ANOTAR (2) | --- | 0,86-0,90 |
| VISCOSIDADE CINEMÁTICA A 40°C | mm ² /s | ANOTAR (3) | 1,9-6,0 | 3,50-5,00 |
| ÁGUA E SEDIMENTOS, MÁX. (4) | % volume | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| CONTAMINAÇÃO TOTAL (6) | mg/kg | ANOTAR | --- | 24 |
| PONTO DE FULGOR, MÍN. | °C | 100,0 | 130 | 120 |
| TEOR DE ÉSTER (6) | % massa | ANOTAR | --- | 96,50 |
| DESTILAÇÃO; 90% VOL. RECUPERADOS, MÁX. | °C | 360 (5) | 360 | --- |
| RESÍDUOS DE CARBONO DOS 100% DESTILADOS, MÁX. | % massa | 0,10 | 0,30 | 0,30 |
| CINZAS SULFATADAS, MÁX. | % massa | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| ENXOFRE TOTAL (6) | % massa | ANOTAR | 15 | 10 |
| SÓDIO + POTÁSSIO, MÁX. | mg/kg | 10 | 5 | 5 |
| CÁLCIO + MAGNÉSIO (6) | mg/kg | ANOTAR | 5 | --- |
| FÓSFORO (6) | mg/kg | ANOTAR | 10 | 10 |
| CORROSIVIDADE AO COBRE, 3H A 50C, MÁX. | --- | 1 | 3 | 1 |
| NÚMERO DE CETANO (6) | --- | ANOTAR | 47 | 51 |
| PONTO DE ENTUPIMENTO DE FILTRO A FRIO, MÁX. | °C | (7) | --- | --- |
| ÍNDICE DE ACIDEZ, MÁX. | mg KOH/g | 0,80 | 0,80 | 0,50 |
| GLICERINA LIVRE, MÁX. | % massa | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| GLICERINA TOTAL, MÁX. | % massa | 0,38 | 0,24 | 0,25 |
| MONOGLICÉRIDOS (6) | % massa | ANOTAR | --- | 0,80 |
| DIGLICÉRIDOS (6) | % massa | ANOTAR | --- | 0,20 |
| TRIGLICÉRIDOS (6) | % massa | ANOTAR | --- | 0,20 |
| METANOL OU ETANOL, MÁX. | % massa | 0,5 | --- | 0,20 |
| ÍNDICE DE IODO (6) | --- | ANOTAR | --- | 120 |
| ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO A 110°C, MÍN. | h | 6 | --- | 6 |

(*) MEDIDAS PROVISÓRIAS Nsº: 214, 13/0904 e 227, 06/12/04
RESOLUÇÃO Nº: 42, 24/11/04

Tabela 3. Especificações da glicerina obtida nas plantas de biodiesel Dedini.

| ESPECIFICAÇÃO GLICERINA | CARACTERÍSTICA | PERCENTUAL (%) |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | TEOR DE GLICEROL | 88 |
| | UMIDADE | 6,0 |
| | METANOL (*) | 0,1 |
| | EXTRAÍVEIS EM ÉTER | 0,8 |
| | TEOR DE SABÃO | 0,1 |
| | CLORETO DE SÓDIO | 4,2 |
| | SULFATOS | 0,2 |
| | CITRATO DE SÓDIO | 0,6 |
| | PH | NEUTRO |

NOME COMERCIAL: GLICERINA LOIRA
(*) PLANTA OPERANDO PELA ROTA METÍLICA

FONTE: DEDINI

A “glicerina loira” deve ser purificada em instalações também fornecidas pela Dedini, que a habilitam a uma série de usos. Para a glicerina purificada, a demanda é crescente, depois de sofrer fortes oscilações na década de 1990. Esse produto tem uma centena de usos, principalmente na indústria química. Os mercados em que mais cresce seu consumo são o de “uso pessoal e higiene dental” e de “alimentos e bebidas”. Juntos respondem por cerca de 64% das aplicações da glicerina.

Outros mercados importantes são o de resinas e ésteres, farmacêutico, têxteis e tabaco. Estima-se que, se houver uma grande oferta de glicerol – por conta, por exemplo, do desenvolvimento da indústria de biodiesel – e conseqüente redução do seu preço, a demanda por esse produto poderia ganhar impulso com substituição do sorbitol em alimentos por glicerol².

4.5 Produtos finais: álcool + água

No processamento do biodiesel por rota etílica ou metílica, será gerado um produto hidratado que também pode ser tratado para atingir as condições para ser reinserido no sistema. Entre as soluções desenvolvidas pela Dedini, encontra-se coluna de desidratação, que pode ser adicionada à unidade de biodiesel para otimizar o processo de reaproveitamento desse álcool, etanol ou metanol.

5. Terceiro passo: tecnologia própria ou parceria tecnológica?

A avaliação das tecnologias disponíveis, que levariam a Dedini a decidir entre atuar com tecnologia própria ou firmar parceria tecnológica, levou em conta os seguintes pontos:

- A análise de mercado deixou claro que as plantas deverão ser de processo contínuo, automatizadas, de médio e grande portes;
- As plantas brasileiras vão operar com multiplicidade de matérias-primas, o que exige tecnologia flexível em relação a esse importante aspecto;
- Será preciso oferecer flexibilidade também de rota (metílica e etílica) – naquele momento, não havia soluções contínuas em nível mundial pela rota etílica.
- É necessário disponibilizar soluções competitivas, de alto rendimento, baixo custo, reduzido consumo de energia e mínima produção de efluentes.

² Informações obtidas em Cadernos NAE – Biocombustíveis 2004: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República; N° 02, outubro de 2004.

Os desafios eram grandes. Desenvolver tecnologia própria leva anos, seria muito demorado, tendo em vista principalmente a velocidade de implantação do Programa Nacional. Era preciso apresentar soluções contínuas para já ocupar espaço nos negócios em andamento.

A Dedini decide, então, procurar um parceiro para contrato de transferência de tecnologia, buscava uma empresa que já tivesse soluções consolidadas e garantidas, de alta eficiência e com referência em plantas que já operassem com sucesso.

Além desses requisitos, o futuro parceiro teria de ter disposição para investir em tecnologia que viabilizasse a rota etílica para plantas de grande porte e de operação contínua – a rota etílica, até então, não existia em escala comercial no mundo.

Foram feitos contatos e reuniões com todos os grandes fornecedores mundiais de plantas de biodiesel. Em meados do primeiro semestre de 2004, finalmente, foram concluídos os entendimentos com a empresa italiana Ballestra, uma das líderes no fornecimento de plantas de biodiesel por processo contínuo e rota metílica na Europa, a qual veio posteriormente se unir à belga DeSmet, formando a DeSmet-Ballestra.

Começa o trabalho de desenvolvimento da rota etílica em processo contínuo. O resultado é apresentado em 13 de julho de 2004, durante o II Simpósio Internacional e Mostra de Tecnologia da Agroindústria Sucoalcooleira (Simtec), realizado em Piracicaba-SP. A Dedini promover, então, juntamente com a DeSmet-Ballestra, o lançamento do processo, inédito no mundo, de produção contínua de biodiesel pela rota etílica. Destaque-se que a empresa que vai inaugurar, no mundo, esse processo é a Barracol, empresa do ramo sucoalcooleiro instalada em Barra do Bugres-MT.

A Dedini estava preparada, então, para atuar no fornecimento de plantas de média e grande escala, em processamento contínuo e rota flexível (etílica e metílica), uma solução tecnológica avançada e extremamente competitiva.

6. Quarto passo: Desenvolvimento de soluções e atuação no mercado

A primeira planta completa de biodiesel fornecida pela Dedini em regime *turn-key* (“chave na mão”), sinônimo de primeira usina completa de biodiesel vendida do Brasil, é a Agropalma, em Belém-PA.

A venda dessa unidade se deu em abril de 2004 e, em março do ano seguinte, iniciava-se a produção de biodiesel a partir de ácidos graxos de óleo de palma, em rota flexível, ou seja, pode ser usado etanol ou metanol com processo operando por bateladas. A capacidade dessa planta é de 8.500 toneladas de biodiesel por ano. A tecnologia desse empreendimento foi desenvolvida pela

Universidade Federal do Rio de Janeiro, cabendo à Dedini engenharia, fabricação, montagem e utilidades (Figura 5).



Figura 5. Agropalma: primeira planta de biodiesel fornecida em regime *turn-key* no Brasil.

Poucos meses depois, em agosto de 2005, a Dedini acertou com a empresa Bertin, do ramo frigorífico bovino, a venda de uma unidade que inaugura no Brasil o uso da tecnologia de produção de biodiesel por processo contínuo, em rota metálica. A tecnologia é da parceira DeSmet-Ballestra, que, por meio de contrato de transferência de tecnologia, fornece a tecnologia processual e básica, sendo a engenharia, fabricação, montagem e utilidades de fornecimento Dedini.

A matéria-prima da usina do Bertin é gordura animal – sebo de boi. Essa, a propósito, é a maior planta de biodiesel a partir de sebo bovino do mundo. Sua escala de 100 mil toneladas por ano é capaz de suprir 14% da demanda brasileira em B2, com início de operação previsto para a partir de dezembro de 2006.

Analisando as vantagens comparativas da indústria de óleos vegetais, a Dedini desenvolveu soluções visando à produção integrada de biodiesel nessas unidades (Figura 6). A pioneira a aderir a essa tecnologia é a Granol, de Anápolis-GO, que comprou uma planta Dedini, em março de 2006. Sua capacidade é de 100 mil toneladas de biodiesel por ano, em processo contínuo, por rota metálica. A produção deve começar em novembro de 2006.

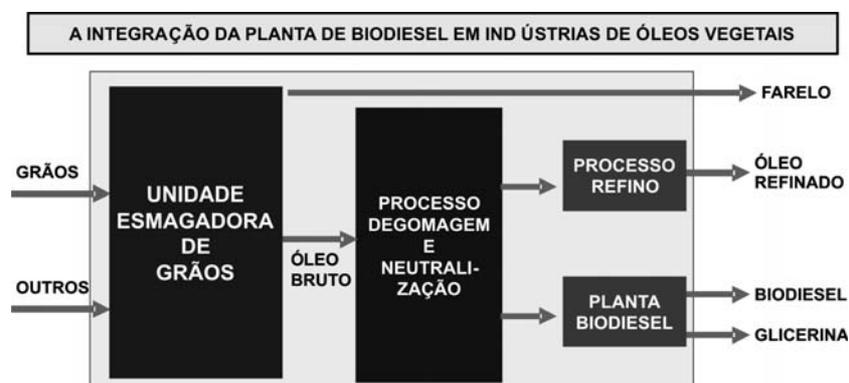


Figura 6. Granol é a pioneira na produção de biodiesel integrada com indústria de óleos vegetais.

Outra empresa de óleos vegetais que comprou da Dedini planta para produzir, de forma integrada, biodiesel é a Caramuru, instalada em São Simão-GO. Sua capacidade também será de 100 mil toneladas por ano, com funcionamento semelhante ao da Granol.

6.1 Produção integrada de biodiesel em usinas de açúcar e álcool

A sinergia do biodiesel com o setor sucroalcooleiro motivou a Dedini a desenvolver, de forma pioneira no mundo, o conceito de usina de biodiesel integrada à usina sucroalcooleira, capaz de produzir os três bios: bioetanol, bioeletricidade e biodiesel. A apresentação desse conceito aos mercados brasileiro e internacional ocorreu em novembro de 2004.

Entre as principais vantagens de produzir biodiesel em usinas sucroalcooleiras destaca-se o conhecimento já existente para a produção de cana e também de oleaginosas. A soja, por exemplo, já costuma ser plantada nas áreas de renovação da cana, depois de quatro a cinco cortes dessa cultura. Essa prática maximiza a utilização da terra, interrompe o ciclo de pragas e doenças da cana e contribui para recompor a fertilidade do solo e, com isso, gerando também a matéria-prima para o biodiesel.

Outro ponto favorável à integração é o uso da estrutura e de recursos agrícolas e industriais, dividindo-se os custos. Podem ser incluídos nesse rateio tratores, máquinas, implementos agrícolas, vapor, energia elétrica co-gerada, água, soluções integradas para efluentes, mão-de-obra agrícola, industrial e administrativa.

A união representa, ainda, nova alternativa de uso do álcool anidro e acrescenta produtos à cadeia de produção: biodiesel, glicerina e farelo (resultante do esmagamento das oleaginosas cultivadas), o que ajuda a distribuir os riscos de mercado. Para a comercialização do biodiesel, por exemplo, também se pode contar com a experiência adquirida nos negócios do álcool. No conjunto, ocorre um aumento da atividade econômica, resultando em maior faturamento (Figuras 7 e 8).

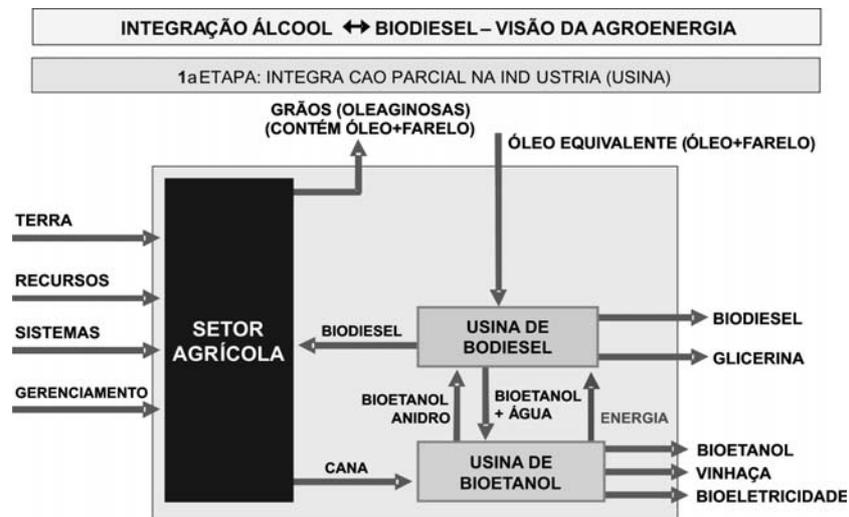


Figura 7. Integração parcial de produção de biodiesel à usina de açúcar e álcool.

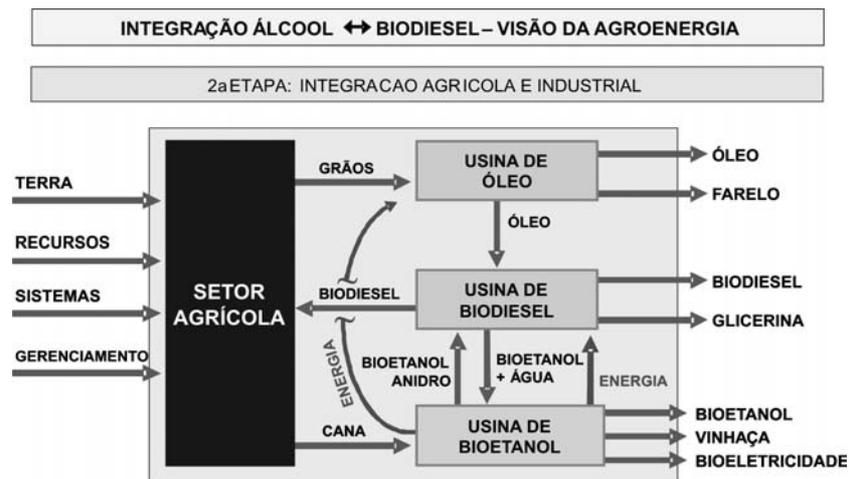


Figura 8. Integração agrícola e industrial da produção de biodiesel à usina de açúcar e álcool.

A proposta interessa à usina Barralcool, localizada em Barra do Bugres-MT, que em novembro de 2005 fechar negócio com a Dedini. Essa vem a ser a primeira usina do mundo a produzir os “três Bios”: Bioetanol, Bioeletricidade e Biodiesel, além do açúcar – é a primeira sucroalcooleira que se integra à produção biodiesel (Figuras 9 e 10).

Chama a atenção também a flexibilidade dessa solução de tecnologia/engenharia. Tanto a matéria-prima quanto a rota (etílica ou metílica) podem variar. A unidade com escala de 50 mil toneladas de biodiesel por ano começa a produzir em novembro de 2006.

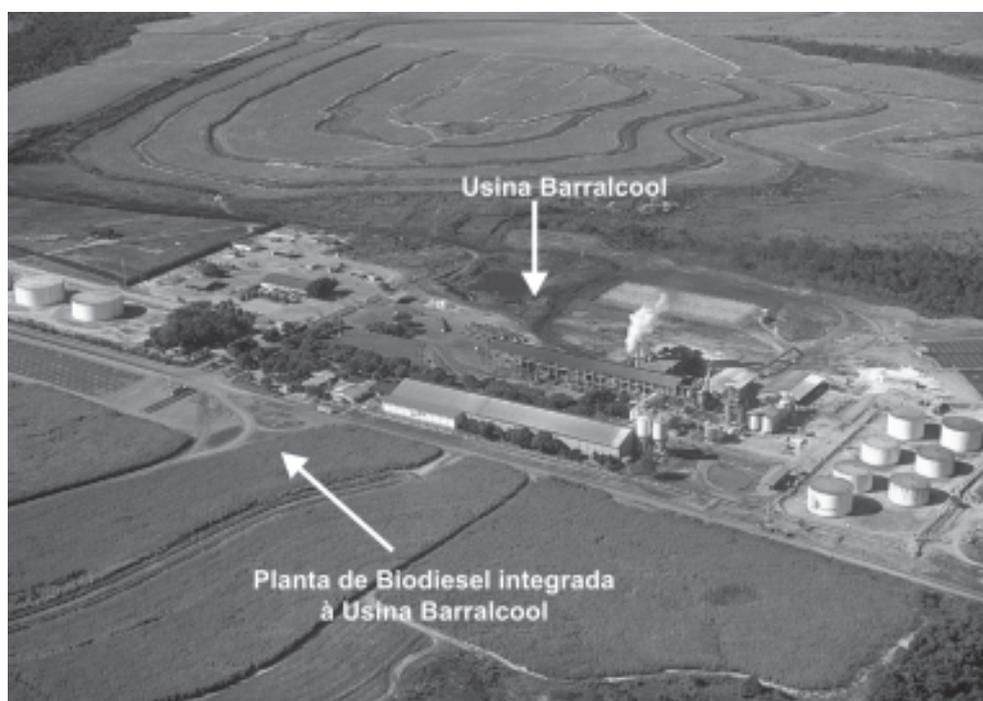


Figura 9. Barralcool: pioneira mundial na produção dos três BIOS: Bioetanol, Bioeletricidade e Biodiesel.



Figura 10. Planta de biodiesel integrada a Usina Barralcool.

7. Desafios

Paralelamente ao trabalho do setor privado, o Governo tem criado condições adequadas, dando intenso apoio e tratando com prioridade o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Merecem reconhecimento o trabalho coordenado dos Ministérios e a grande atuação da Agência Nacional de Petróleo, a iniciativa dos leilões, que na prática estão significando uma antecipação da obrigatoriedade do uso do biodiesel.

A definição do ICMS em 12% para o biodiesel, em alguns Estados, é uma providência de grande relevância para o setor. Mas, muito mais ainda precisa ser feito. A seguir, listamos algumas ações necessárias para o sucesso continuado do programa:

- Equacionar a viabilidade econômica do biodiesel, por meio da prevalência do realismo na definição dos seus preços de compra;
- Definir mecanismos para desonerar o consumidor final pelo uso da mistura biodiesel-diesel, que substituirá o diesel puro;
- Adequar a legislação à natureza do negócio;
- Implantar política fiscal de incentivo à produção e ao uso do biodiesel adequada à sua condição de combustível renovável e estratégico;

- Desenvolver comercialmente novas oleaginosas, bem como novas variedades, mais produtivas, com maior produção de óleo por hectare;
- Antecipar a fase B5 de 2013 para 2009;
- Assegurar a qualidade do biodiesel: especificação, evolução da especificação, garantia da qualidade;
- Desenvolver logística: produção, mistura biodiesel/diesel, distribuição;
- Subprodutos: adequação a aplicações e especificações, mercado, processos industriais;
- Garantir produção e abastecimento adequados ao consumo nacional e definir a organização do setor de biodiesel;
- Financiar agricultura e indústria compatíveis com os diferentes setores e investidores;
- Projetar cenário de longo prazo (após o estágio B5) visando continuidade do Programa Nacional de Biodiesel, com uma visão de 10% e depois 20% de mistura, e implementar esse planejamento.

8. Conclusões

Com base nas usinas já instaladas, naquelas em fase de montagem e também nas que serão negociadas nos próximos meses, podemos esperar, de forma realista, que, no primeiro semestre de 2008, teremos capacidade de produzir um volume superior ao necessário para o B5. Isso significa que temos condições de antecipar o B5, previsto para 2013, já para 2009.

Essa possibilidade pode ser interpretada como um resumo do trabalho que o setor privado, com o respaldo de uma eficiente indústria de base e com o direcionamento, o empenho e o apoio do Governo, vem realizando. A capacidade do brasileiro em se engajar em projetos de grandes dimensões e obter sucesso, mais uma vez se confirma.

O que há poucos anos era apenas uma idéia, a de fazer o óleo diesel se tornar renovável, agora é realidade. Dificuldades e desafios existem, mas o Programa Brasileiro de Biodiesel está, efetivamente, indo muito bem.



Biodiesel: visão da indústria automobilística

Gian Gomes Marques

Engenheiro do Produto da Volkswagen do Brasil

Henry Joseph Jr.

Gerente de Desenvolvimento de Motores da Volkswagen do Brasil

Introdução

Um dos maiores desafios da indústria automobilística, neste novo século, é a obtenção de novas tecnologias de propulsores veiculares e o desenvolvimento de novos combustíveis que possam substituir os derivados de petróleo. As principais forças direcionadas para essas mudanças estão vinculadas ao desenvolvimento sustentável, mediante a racionalização dos recursos naturais disponíveis, para favorecer a sustentabilidade em todas as suas dimensões, seja ambiental, social ou econômica.

A intensa utilização do petróleo e de seus derivados no transporte rodoviário impacta de diversas formas a sustentabilidade ambiental. O petróleo é um combustível fóssil, formado pela decomposição de matéria orgânica há milhões de séculos, considerado um recurso não renovável e, portanto, finito. A queima de combustíveis fósseis para gerar energia produz gases e outros poluentes que, ao serem emitidos para a atmosfera, contribuem para a degradação da qualidade do ar nos grandes centros urbanos. Já as emissões de dióxido de carbono (CO₂), subproduto inerente à combustão de compostos que contêm carbono em sua composição, têm sido alvo de crescentes preocupações da comunidade científica internacional. A emissão crescente e contínua de CO₂, considerado principal gás de efeito estufa, tem influência direta no fenômeno conhecido como aquecimento global, comprometendo a sustentabilidade ambiental do planeta.

Os esforços no sentido de se intensificar a utilização de combustíveis alternativos seguem a tendência mundial de descarbonização da energia, por meio do uso de fontes com menores teores de carbono e mais ricas em hidrogênio em sua composição química. Dentre os diversos combustíveis alternativos, que mundialmente são objeto de pesquisa, o biodiesel aparece como uma evolução, na tentativa de substituição do óleo diesel mineral por um oriundo da biomassa.

Esse combustível renovável pode ser obtido por diferentes insumos, como óleos virgens ou usados, oriundos das mais diversas oleaginosas do País, facilitando o surgimento de alternativas energéticas regionais, configurando-se uma excelente contribuição para a sustentabilidade econômica ao reduzir a transferência de seus recursos financeiros para outras localidades.

Do ponto de vista econômico, sua viabilidade está relacionada à substituição das importações de óleo diesel e petróleo, para atendimento às

demandas internas por energia e às vantagens ambientais inerentes. Outro benefício de um programa de utilização desse biocombustível é a fixação e geração de renda para o homem do campo, evitando sua migração para os grandes centros urbanos.

O Biodiesel

O uso de óleos vegetais como substitutos do óleo diesel tem sido alvo de pesquisas nacionais e internacionais há muitos anos. Esses óleos possuem um alto índice de cetano e um poder calorífico elevado, o que os tornam adequados para uso *in natura* como combustíveis em motores do ciclo Diesel (ACIOLI, 1994; POULTON, 1994a; LOVATELLI, 2001).

Como as moléculas dos óleos vegetais contêm glicerina, sua utilização em motores projetados para queimar óleo diesel requer alguns cuidados para evitar problemas de carbonização e depósitos nos bicos injetores e sedes de válvulas, além do desgaste prematuro dos pistões, dos anéis de segmento e dos cilindros. Outros problemas estão relacionados à diluição do óleo lubrificante, dificuldade de partida a frio, queima irregular, eficiência térmica reduzida, odor desagradável dos gases de descarga e emissão de acroleína¹. Esse conjunto de fatores contribuiu para que o uso dos óleos vegetais *in natura*, como substitutos em larga escala do óleo diesel, principalmente em motores de injeção direta de pequeno porte, fosse restrito e, portanto, evitado (POULTON, 1994a).

Para minimizar ou contornar esses problemas, algumas opções estão disponíveis: (1) utilização de misturas de óleos vegetais, com o óleo diesel em até 30%; (2) utilização de ésteres alcoólicos de ácidos graxos, obtidos por meio de transformação química do óleo vegetal; e (3) utilização de óleos vegetais craqueados (ACIOLI, 1994; RIBEIRO et al, 2002).

A opção predominante em âmbito mundial é o uso dos ésteres de ácidos graxos, os quais são genericamente denominados de biodiesel. A forma mais comum de obtenção desse combustível é por meio da reação dos óleos vegetais com metanol ou etanol, na presença de um catalizador, em processo químico conhecido como transesterificação. Os produtos dessa reação são a mistura de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos, que compõe o próprio biodiesel e glicerina, cujo maior constituinte é o glicerol.

Desde a segunda metade da década de 90, a utilização do biodiesel como combustível tem crescido no contexto global, sendo que as experiências pioneiras surgiram na União Européia, especialmente na Áustria, promovidas pela Diretiva 2003/30/CE do parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de maio

¹ Substância tóxica emitida a partir da queima da glicerina contida nos óleos vegetais (PARENTE, 2003).

de 2003, relativa à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis no setor de transportes.

A Alemanha é o País que apresenta o maior consumo de biodiesel do mundo, tendo inclusive plantações dedicadas para fins energéticos, sendo que desde 1998, o consumo de biodiesel mais que quadruplicou em função da ampliação da oferta na rede de distribuição. Atualmente, a capacidade de produção alemã de biodiesel é de 2 milhões de toneladas por ano (UFOP, 2005). Além da Alemanha, destaca-se o crescimento do uso de biodiesel na França e na Itália (LOVATELLI, 2001). A Figura 1 mostra a situação mundial do uso de Biodiesel referente à matéria-prima usada.

Embora existam diversas matérias-primas capazes de produzir o biodiesel, a partir tanto dos óleos vegetais, como os de dendê, copaíba, amendoim, soja, algodão e mamona, quanto a partir das gorduras animais e dos resíduos gordurosos, a experiência internacional na produção industrial é concentrada no uso de óleo de colza, girassol e soja. Em menor escala, também se encontra a experiência com uso de óleos residuais.

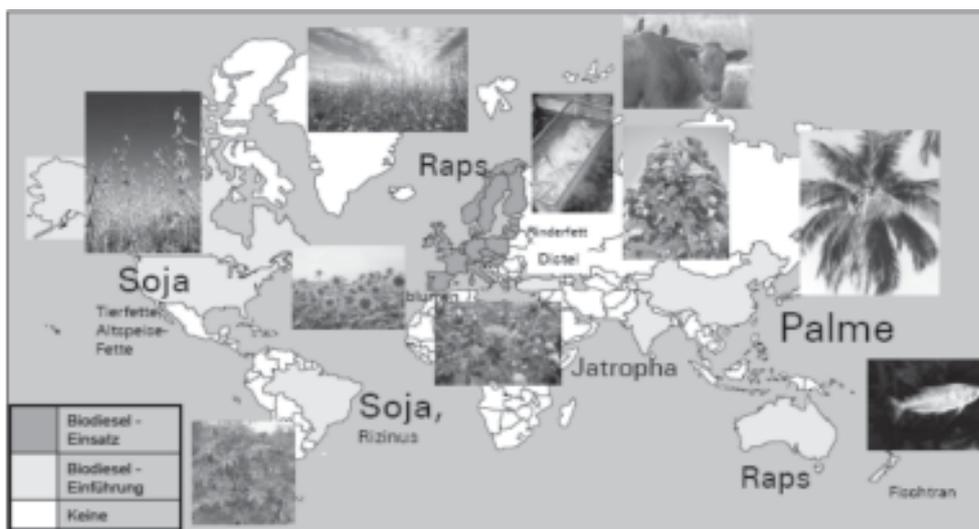


Figura 1. Uso mundial de biodiesel.

Fonte: Biodiesel aus Sicht eines Automobilherstellers, 2006.

Ao contrário da experiência internacional concentrada no uso de óleo de colza, girassol e soja além de álcool metílico, no Brasil, em função da grande diversidade de oleaginosas, existem diversas matérias-primas capazes de produzir biodiesel além da possibilidade de o álcool utilizado na reação ser obtido a partir da cana-de-açúcar – o etanol. Porém, verificam-se que cuidados devem ser tomados no sentido de promover a normatização das propriedades do biodiesel que, se considerados, garantem sua utilização em motores

originalmente projetados para o uso de óleo diesel sem a necessidade de adaptações e minimizando a incidência de falhas.

Já existem referências internacionais quanto às propriedades desse combustível, com destaque para Norma Européia EN 14.214 e a norte-americana ASTM D 6751-02. No Brasil, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) publicou a Portaria nº 42/04 que contém a especificação do biodiesel nacional puro (B100) bem como sua respectiva Resolução Técnica. Nesse sentido, a garantia da qualidade do biodiesel a ser distribuído em todo território nacional será a chave para o sucesso de qualquer programa com o uso desse biocombustível. A Figura 2 apresenta um comparativo entre a norma brasileira e as principais especificações de biodiesel existentes no mundo.

| ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO BIODIESEL B100 | CARACTERÍSTICA | UNIDADE | NORMA | | |
|---|---|--------------------|------------|-------------|-----------|
| | | | ANP 42 (*) | ASTM 6751-3 | EN 14214 |
| | MASSA ESPECÍFICA A 20°C | kg/m ³ | ANOTAR (2) | --- | 0,86-0,90 |
| | VISCOSIDADE CINEMÁTICA A 40°C | mm ² /s | ANOTAR (3) | 1,9-6,0 | 3,50-5,00 |
| | ÁGUA E SEDIMENTOS, MÁX. (4) | % volume | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| | CONTAMINAÇÃO TOTAL (6) | mg/kg | ANOTAR | --- | 24 |
| | PONTO DE FULGOR, MÍN. | °C | 100,0 | 130 | 120 |
| | TEOR DE ÉSTER (6) | % massa | ANOTAR | --- | 96,50 |
| | DESTILAÇÃO: 90% VOL. RECUPERADOS, MÁX. | °C | 360 (5) | 360 | --- |
| | RESÍDUOS DE CARBONO DOS 100% DESTILADOS, MÁX. | % massa | 0,10 | 0,30 | 0,30 |
| | CINZAS SULFATADAS, MÁX. | % massa | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | ENXOFRE TOTAL (6) | % massa | ANOTAR | 15 | 10 |
| | SÓDIO + POTÁSSIO, MÁX. | mg/kg | 10 | 5 | 5 |
| | CÁLCIO + MAGNÉSIO (6) | mg/kg | ANOTAR | 5 | --- |
| | FÓSFORO (6) | mg/kg | ANOTAR | 10 | 10 |
| | CORROSIVIDADE AO COBRE, 3H A 50C, MÁX. | --- | 1 | 3 | 1 |
| | NÚMERO DE CETANO (6) | --- | ANOTAR | 47 | 51 |
| | PONTO DE ENTUPIMENTO DE FILTRO A FRIO, MÁX. | °C | (7) | --- | --- |
| | ÍNDICE DE ACIDEZ, MÁX. | mg KOH/g | 0,80 | 0,80 | 0,50 |
| | GLICERINA LIVRE, MÁX. | % massa | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | GLICERINA TOTAL, MÁX. | % massa | 0,38 | 0,24 | 0,25 |
| | MONOGLICÉRIDOS (6) | % massa | ANOTAR | --- | 0,80 |
| | DIGLICÉRIDOS (6) | % massa | ANOTAR | --- | 0,20 |
| | TRIGLICÉRIDOS (6) | % massa | ANOTAR | --- | 0,20 |
| | METANOL OU ETANOL, MÁX. | % massa | 0,5 | --- | 0,20 |
| | ÍNDICE DE IODO (6) | --- | ANOTAR | --- | 120 |
| | ESTABILIDADE À OXIDAÇÃO A 110°C, MÍN. | h | 6 | --- | 6 |

(*) MEDIDAS PROVISÓRIAS Ns: 214, 13/0904 e 227, 06/12/04
RESOLUÇÃO N: 42, 24/11/04

Figura 2. Comparativo entre normas para especificação do biodiesel.

Fonte: Elaboração própria a partir www.biodiesel.com

Tendo em vista a importância que o biodiesel assumirá futuramente no mundo e, principalmente, no Brasil, onde assume proporções não só econômicas mas também sociais, torna-se necessário vislumbrar um cenário futuro no qual a indústria automobilística, após realização de testes e discussões sobre a normatização brasileira do biodiesel, possa garantir o uso de mistura maiores que 2% de biodiesel no diesel. A indústria automobilística recomenda e suporta

iniciativas que tragam novas experiências sobre a influência do biodiesel em seus veículos para criar uma atmosfera produtiva de discussão sobre os possíveis problemas, soluções e desafios para utilização de biodiesel no Brasil.

Programa nacional de testes

A **Lei 11.097/05** estabelece os percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel mineral além do monitoramento da inserção desse novo combustível no mercado, conforme apresentado na Figura 3. Esse prazo poderá ser reduzido mediante Resolução do CNPE, desde que satisfeitas as condições estabelecidas nessa lei.

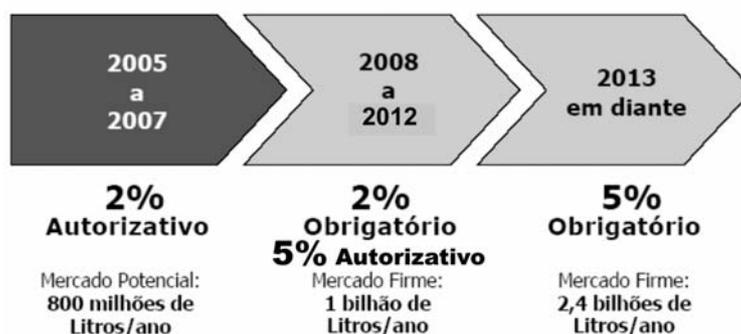


Figura 3. Inserção do biodiesel na matriz energética.

Fonte: Apresentação ANP, 2005.

Atualmente, apenas a mistura de B2 – 2% de biodiesel adicionados a 98% de óleo diesel – está liberada pela ANP para ser comercializada no território nacional. Visando a atender já o próximo passo do Governo Federal, com o aumento obrigatório da mistura para 5%, que acontecerá em 2013 – para esse percentual, serão necessários 2 bilhões de litros de biodiesel puro por ano, sem considerar a demanda crescente por energia no setor de transportes – foi estabelecido um Programa Nacional de Testes para misturas B5 – 5% de biodiesel adicionados a 95% de óleo diesel – que contempla apenas biodiesel de soja e mamona e que são de extrema importância tanto para a garantia da confiabilidade quanto da durabilidade da frota nacional circulante.

A realização de testes e ensaios em motores é necessária, inicialmente, para a validação do uso da mistura B5, em conjunto com os fabricantes de veículos e peças, com vistas a assegurar ao consumidor final a manutenção da garantia de veículos e equipamentos. Ademais, a avaliação do uso de outros percentuais (Ex.: B10, B20, B50... B100) é importante também para o uso em frotas cativas e para subsidiar decisões referentes à ampliação do uso do biodiesel no País.

Nesse sentido, sob a coordenação do MCT e com a participação do MME, MDIC, ANP, BNDES, fabricantes e institutos de pesquisa, formatou-se em 2004 a estrutura do Programa de Testes e Ensaios em Motores de percentuais maiores que a mistura de 2% de biodiesel ao diesel. A planilha contendo a matriz de veículos a serem testados é apresentada no anexo I.

A implementação e execução do programa representam a continuidade desse trabalho. Assim, foi criada uma comissão técnica, coordenada pelo MCT, que reúne representantes das seguintes instituições: Anfavea, Sindipeças, Tecpar, IPT, Petrobrás/Cenpes, MME, MDIC, Ibama e ANP. O planejamento, monitoramento e avaliação dos resultados de todos os testes e ensaios são realizados sob a responsabilidade da referida comissão.

Nesse contexto, estão em fase de execução ou estruturação testes de campo, distribuídos nas cidades de Curitiba-PR, São Paulo-SP, Ribeirão Preto-SP, Rio de Janeiro-RJ, Salvador-BA e Itaúna-MG. Nessa primeira etapa, os veículos operam com a mistura de 5% (cinco por cento) de biodiesel – de soja ou de mamona – ao diesel. Também estão em processo de execução ou estruturação ensaios de bancada, que serão realizados por IPT e Tecpar/Lactec, e testes de campo com motores estacionários e máquinas agrícolas, em andamento em Catanduva-SP.

Posição da indústria automobilística

Uma das grandes vantagens do biodiesel de boa qualidade é sua adaptabilidade aos motores já existentes do ciclo diesel. Enquanto a aplicação de outros combustíveis mais limpos que os convencionais, como o gás natural e o biogás, requer adaptação ou troca de motores, a combustão de biodiesel pode dispensar alterações, fornecendo uma alternativa de combustível renovável capaz de atender toda a frota hoje movida a diesel mineral.

Atualmente, em alguns países no mundo, veículos com sistemas de injeção concebidos e aplicados para combustível diesel mineral estão sendo abastecidos com até 100% de biodiesel. Porém, em função da insuficiência de dados experimentais com a utilização de misturas e aos problemas decorrentes de má qualidade do biodiesel, os fabricantes de sistema de injeção não recomendam a utilização de mais de 5% de biodiesel – conforme EN 14.214 – misturado ao diesel mineral – conforme EN 590.

Em função de o conteúdo energético do biodiesel puro (B100) ser cerca de 11% menor do que o de óleo diesel mineral, há uma pequena perda de potência dos motores quando em operação. O uso de biodiesel puro (B100) acarreta uma perda de aproximadamente 5 a 7% na potência máxima e, no uso de suas misturas, a perda de potência varia dependendo da porcentagem do biodiesel misturado ao óleo diesel mineral. Quaisquer ajustes no motor para

compensar tal perda de potência podem resultar em violações das normas ambientais para controle de emissões veiculares.

Biodiesel com características físico-químicas inadequadas, se usado puro ou mesmo em misturas maiores que 5%, pode causar uma variedade de problemas referentes à performance do motor, além de entupimentos dos filtros, carbonização dos injetores, furo e quebra dos anéis do pistão, ressecamento e ruptura dos selos e degradação severa do óleo lubrificante do motor. Por essa razão é recomendada a realização de testes e uma especificação mais detalhada do biodiesel puro, para garantir que não ocorram problemas com os motores convencionais.

A baixas temperaturas o biodiesel é muito mais espesso que o diesel mineral, o que pode vir a limitar sua utilização em certas áreas geográficas. A variação de viscosidade do biodiesel também é muito maior que o óleo diesel mineral. Em paralelo, a compatibilidade dos elastômeros com biodiesel ainda necessita de maiores estudos, incluindo testes para o monitoramento dos selos, mangueira, gaxetas e revestimentos.

O uso de biodiesel puro (B100) e de suas misturas em substituição ao diesel mineral pode reduzir a fumaça preta e as emissões de material particulados (MP), que são uma preocupação dos motores diesel antigos nos centros urbanos. Em paralelo, o biodiesel puro e suas misturas podem atingir algumas reduções de hidrocarbonetos não queimados (HC) e monóxido de carbono (CO), quando utilizados em motores diesel não modificados. Essas reduções podem ser atribuídas à presença de oxigênio no combustível. Entretanto, oxigênio e outras características do biodiesel podem também aumentar as emissões de óxidos de nitrogênio (NOx).

Outro problema desse combustível reside em sua pobre estabilidade à oxidação, a qual pode resultar em problemas de armazenagem por longos períodos. Quando o biodiesel é usado a baixas temperaturas, filtros podem entupir e o combustível no tanque pode ficar mais espesso até o ponto em que não conseguirá escoar o suficiente para dar partida no veículo. Aditivos podem ser necessários para melhorar as condições de armazenagem e permitir seu uso em uma ampla variação de temperatura.

Em função dos diferentes problemas em campo relativos à baixa qualidade do biodiesel distribuído na Alemanha, os produtores e distribuidores de biodiesel alemães criaram o programa AGQM (*Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel*), para gerenciamento da qualidade do produto, a fim de garantir a integridade do combustível bem como minimizar os danos e falhas dos veículos que o utilizam.

Com base na experiência européia, enumeram-se os problemas que podem ocorrer por conta do uso inadequado dos ésteres metílicos de ácidos graxos. Esses podem ser causados pela existência de contaminantes,

decorrentes do processo de produção, das propriedades físico-químicas do combustível ou da sua degradação. O anexo 2 enumera as características, os efeitos e o modo de falha dos motores por conta da ocorrência desses problemas.

Considerações finais

Em função das características singulares encontradas no Brasil, da grande diversidade de matérias-primas oleaginosas e da maior extensão territorial, o que leva a maiores tempos de estocagem e transporte, a difusão do uso de biodiesel em quaisquer misturas, em âmbito nacional, necessita da realização de pesquisas e testes para sua validação, levando-se em consideração todas essas particularidades, para quaisquer misturas acima de 2% de biodiesel.

Referências

ACIOLI, J. de L. **Fontes de Energia**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1994.

LOVATELLI, C. **Situação do biodiesel no mundo**: anais do Seminário Biodiesel. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, 2001.

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

POULTON, M. L. **Alternative fuels for road vehicles, computational mechanics publications**. Southampton, UK: Ashurst Lodge, 1994.

RIBEIRO, S. K. et al. **Barreiras na implantação de alternativas energéticas para o transporte rodoviário no Brasil**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002.

Anexo 1. Mapeamento dos testes com biodiesel – em andamento ou estruturação.

| Sistema | Cidade | Participantes | | | Licença Ambiental | Acordo Técnico | Autortz. ANP | Prazo | | Acompanhamento | | | Combustível | | | Veículos * | | | | Pré-definidos | | |
|------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|-----------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------|------------|-----------------|---------------|-------------------------------|---------------|--------|------|
| | | Organizador | Frota | Fabricantes | | | | Inicio | Fim | Monitoramento | Custeio | Diesel | Biodiesel | Consumo | Mamona | Soja | Sombra | Mamona | Soja | Sombra | Mamona | Soja |
| Common Rail | Rio de Janeiro | Volkswagen | Real Auto-ônibus - Ônibus | Volkswagen, Bosch, MWM, Mahle | Rever Prazo | N | | | INT / COPPE (Sect-RJ) | COPPE (Sect-RJ) | Shell (S500) | COPPE (UFRJ) | | | | | 2: MWM (1 novo) | 1: MWM (novo) | 3 | 2 | 1 | |
| | | | Caminhão (delineando) | Volkswagen, Bosch, Cummins | Rever Prazo | N | | | | | | | | Ladatel? | | | | -- | 1: Cummins (1 usado, 2 novos) | | | |
| | | | | Ford, Cempes, Unifacs | Rever Prazo | N | | | | Unifacs (coord. Tec.), UFBA | Sect-BA e CENPES | BR | | Brasilecodiesel | | | | 2: Ford | 3: Ford | 2 | 3 | 1 |
| US | Cascavel - PR | Tecpar | Lona Azul | Scania, Bosch | Rever Prazo | N | | | Tecpar | Projeto CNPq | BR | Brasilecodiesel | | | | | | 1: Scania | | | | |
| | | | | Volvo, Delphi | Rever Prazo | N | | | Tecpar | Projeto CNPq | Texaco | | Brasilecodiesel | | | | | | 1: Volvo | | | |
| | | | | Mercedes, Cidades Duita | Rever Prazo | N | | | | SP-trans, Tecpar? | Projeto CNPq | | | Soja (definit), mamona (definit) | | | | | 3: MBB | 2: MBB | 3 | 2 |
| Bombas Rotativas | Ribeirão Preto - SP | Ladatel | Ipiranga | Volkswagen, Cummins, MWM, Fiat, Bosch | Rever Prazo | S | | | IPT, Ladatel | Projeto do Estado | Esso | Ladatel | | | | | | 6 | 6 | 5 | 2 | |
| | | | | Volvo, Delphi, Unesp | Rever Prazo | S | | | Texaco / Ladatel | Parceiros | Texaco | | Ladatel | | | | | | | | | |
| | | | | CTC, Via Máxima, Via Urbana | Rever Prazo | N | | | | Nutec | MCT, outros? | | | Nutec | | | | | | | | |
| Maquina Agrícola | Catanduva - SP | Valtra / Delphi | Usina Catanduva | Delphi, Valtra, Unesp | S | S | | | Texaco / Ladatel | Parceiros | Texaco | Ladatel | | | | | | | | | | |
| | | | | Mercedes, MWM | Rever Prazo | N | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estacionário | Fortaleza | Nutec | CTC, Via Máxima, Via Urbana | Delphi, International | Rever Prazo | N | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Mercedes e MWM | Rever Prazo | N | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bancada | | Tecpar e IPT | Motores Mercedes e MWM | Mercedes e MWM | Projeto Finep | : | | | Finep | Finep, Mercedes, MWM | | | | | | | | | | | | |

* Quantidade pode variar de acordo com a distribuição das frota.

Pendências

Anexo 2. Problemas mais frequentes com uso de biodiesel.

| CONTAMINANTES DECORRENTES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO | | |
|--|--|--|
| Característica | Efeito | Modo de falha |
| Biodiesel em geral | Ataque em elastômeros, lacas e plásticos | Vazamento de combustível |
| Metanol livre | Corrosão de alumínio e zinco | Quebra de componente |
| Água dissolvida e livre | Transformação do biodiesel em ácido graxo, Entupimento de filtros, quebra e travamento | |
| | corrosão, contaminação por micro de componentes | |
| | organismos | |
| Glicerina livre | Corrosão dos metais não ferrosos, Carbonização de injetores, entupimento de sedimentos em partes móveis, encharque de filtros, quebra e travamento de fibras de celulose | |
| Ácido graxo livre | Corrosão de zinco, formação de sais de Entupimento de filtros, quebra e ácidos e compostos orgânicos sedimentação de componentes | |
| PROPRIEDADES FÍSICAS DO COMBUSTÍVEL | | |
| Característica | Efeito | Modo de falha |
| Compressibilidade | Aumento da pressão de injeção | Redução da vida útil dos componentes |
| Alta viscosidade a baixas temperaturas | Aquecimento local excessivo, aumento de esforço, dificuldade de partida a frio | Travamento de bomba injetora, atomização ineficiente |
| Poder Calorífico | Perda de potência | |
| DEGRADAÇÃO E INSTABILIDADE À OXIDAÇÃO | | |
| Característica | Efeito | Modo de falha |
| Ácidos corrosivos - fórmico e acéticos | Corrói peças metálicas | Corrosão e quebra |
| Polymerização | Depósitos, especialmente em misturas | Entupimento de filtros e formação de lacas |

Fonte: Diesel Fuel Injection Equipment Manufacturers Statement, 2004.

Utilização de óleos vegetais como combustíveis e lubrificantes: a experiência pioneira do Ceped – uma contribuição em forma de resenha

Carlos Torres Marchal

Consultor Empresarial, Ex-pesquisador do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (Ceped)

O presente estudo apresenta uma resenha das atividades realizadas no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (Ceped), nas décadas de 1970 e 1980, empregando fontes renováveis para a produção de produtos químicos, combustíveis e lubrificantes. O Ceped, situado em Camaçari-BA, é hoje parte da Universidade Estadual da Bahia (Uneb).

Em meados da década de 1970, o Ceped iniciou o desenvolvimento de projetos sobre o óleo de mamona e a sua utilização como matéria-prima para lubrificantes e produtos químicos. Outra linha de ação explorou a utilização do etanol como matéria-prima na indústria química. Posteriormente, o Ceped desenvolveu pesquisas para a produção de um substituto do óleo diesel a partir do óleo de dendê, numa época em que a palavra *biodiesel* não tinha sido ainda cunhada. Na presente resenha, destacamos alguns dos projetos mais significativos desenvolvidos pelo Ceped na pesquisa de fontes alternativas de energia.

Óleo de Mamona – Tecnologia de usos alternativos na fabricação de lubrificantes e graxas

Um dos primeiros estudos¹ (1978) realizados pelo Ceped, sobre fontes alternativas de energia, trata sobre a utilização do óleo de mamona como matéria-prima para a indústria química, com ênfase na utilização do óleo e seus derivados como lubrificantes e graxas. O estudo classifica as reações químicas do ácido ricinoléico, principal constituinte do óleo de mamona, de acordo com a sua multifuncionalidade química: éster, ligação dupla e grupo hidroxila. São analisadas 23 reações químicas do ácido ricinoléico de importância industrial, incluindo esterificação, oxidação, hidrogenação, fusão alcalina, pirólise, halogenação, epoxidação, etc.

À continuação, o estudo relata o desenvolvimento histórico de lubrificantes fabricados a partir do óleo de mamona, chegando até aos lubrificantes sintéticos e, dentre estes, aos sebacatos, diésteres obtidos do óleo de mamona.

¹ SANTOS, Gilberto Alves dos; PEREIRA, Nadja Serva; MIRANDA, Maria Therezinha S. **Óleo de mamona: tecnologia de usos alternativos na fabricação de lubrificantes e graxas**. Camaçari: Ceped, 1978.

O estudo faz uma avaliação da tecnologia empregada para a produção de sebacatos, ressaltando que as matérias-primas (ácido sebácico e 2-etilexanol) podem ser produzidas a partir do óleo de mamona e o etanol. Como veremos no decorrer do presente trabalho, o estudo sobre sebacatos resultou no projeto de uma unidade industrial.

Após tratar dos lubrificantes sintéticos, o estudo descreve a classificação, composição e produção de graxas lubrificantes. É dado destaque à utilização do óleo de mamona como matéria-prima na fabricação de graxas lubrificantes. São descritos os processos pesquisados na literatura de patentes e apresentado um estudo de viabilidade técnica da produção de graxas de lítio a partir do óleo de mamona.

Economia setorial do óleo de mamona

Na medida em que o óleo de mamona é hoje considerado, no Brasil, como uma das matérias-primas mais atraentes para a produção de biodiesel, o estudo que comentaremos a seguir adquire uma relevância especial. O Ceped elaborou, em 1978, um estudo sobre a economia setorial do óleo de mamona que permitisse delinear perspectivas para o desenvolvimento integrado do setor. O estudo contém quatro partes, que são brevemente descritas nesta resenha.

A primeira parte apresenta elementos para um plano de desenvolvimento setorial integrado. As estratégias propostas tratam de comércio exterior, indústria de derivados, indústria de extração de óleo e organização da oferta de bagas.

A segunda parte inclui um estudo de mercado de bagas de mamona e derivados. É examinado em detalhe o mercado brasileiro de óleo de mamona *in natura* e de derivados, tais como: óleo de mamona hidrogenado, sulfonado, sulfatado, soprado, desidratado, etoxilado, etc., além de ácidos graxos desidratados e dimerizados. A análise inclui a dimensão, estrutura e tendências de oferta e demanda do óleo de dendê e seus derivados no Brasil, assim como a perspectiva de novos usos, como a produção de lubrificantes sintéticos. O mercado internacional é também abordado, com análise da evolução das importações nos principais mercados e a estrutura de usos. São apresentadas projeções de demanda para o mercado interno nacional e para as exportações, assim como requerimentos globais, por horizonte de tempo.

A terceira parte do estudo trata do subsetor de extração de óleo. São analisados aspectos técnicos, econômicos e institucionais. Na análise dos aspectos técnicos, é primeiramente descrito o processo padrão de extração de óleo de mamona; esse processo é então comparado com o desempenho técnico atual no País.

A quarta e última parte do estudo é uma análise do subsetor agrícola. Em primeiro lugar, são analisados os aspectos técnicos, incluindo a descrição das exigências de solo e climáticas, a adubação, o preparo do solo, o calendário agrícola, a semeadura, o espaçamento, as variedades, os tratos culturais, os processos de colheita e beneficiamento, o regime de cultivo. Finalmente, é apresentada uma proposição de zoneamento agro-climático para o Estado da Bahia. À continuação, são analisados os aspectos econômicos e institucionais do cultivo da mamona. É feito um levantamento da evolução da produção, da área cultivada e do rendimento físico em âmbito nacional. As características econômicas da produção são descritas, incluindo custos e rentabilidade por categoria de lavoura. Em seguida, são tratadas: a comercialização (incluindo a evolução de preços e de margens de comercialização) a pesquisa e assistência técnica e a política de crédito e de preços mínimos.

Em resumo, o estudo apresenta uma visão abrangente do cultivo e aproveitamento da mamona, já vista nessa época como cultura de importância estratégica, visão confirmada hoje pelo seu potencial na produção de biodiesel.

Processo de fabricação de lubrificantes sintéticos a partir do óleo de mamona

Em conseqüência dos estudos já realizados sobre a utilização do óleo de mamona como matéria-prima na indústria química, o Ceped iniciou pesquisas para a produção de lubrificantes ditos sintéticos, em particular os sebacatos. Produzidos a partir do óleo de mamona, os sebacatos apresentam características desejáveis em lubrificantes, tais como: fluidez a muito baixas temperaturas, alto índice de viscosidade, baixa volatilidade e estabilidade a altas temperaturas. Como já foi mencionado, o sebacato de di-2-etilexila pode ser produzido a partir de matérias-primas renováveis: óleo de mamona e 2-etilexanol, obtido do álcool etílico. A tecnologia disponível foi exaustivamente pesquisada na literatura de patentes e, por meio de entrevistas com detentores de tecnologia, chegou-se à conclusão de que um processo competitivo poderia ser desenvolvido no País.

Uma parceria com um investidor nacional resultou no desenvolvimento de tecnologia própria e no projeto de uma unidade industrial. A construção da planta foi iniciada no Pólo Petroquímico de Camaçari, mas não foi concluída por motivos de natureza empresarial, e não técnica.

Alcoolquímica

Outra área de destaque no Ceped, no final da década de 1970, foi a utilização do álcool etílico como matéria-prima para a indústria química.

Foi estudada a produção de acetaldeído por oxidação do álcool e a de ácido acético por oxidação do acetaldeído. Foi construída, nas instalações do Ceped em Camaçari, uma unidade piloto para a produção de acetaldeído e gerado um projeto básico para a produção industrial. No caso do ácido acético foi realizada uma avaliação de processos de produção e estudo de viabilidade econômica. Essa linha de pesquisa foi abandonada com o fim dos programas oficiais de apoio à álcoolquímica.

Biodiesel

Em 1980, o Banco do Brasil lançou um concurso de projetos sobre pesquisa de fontes energéticas alternativas. O Eng^o Gilberto Alves dos Santos, do Ceped, apresentou uma proposta de “Projeto de Processo para Produção de Substitutos de Derivados de Petróleo pelo Craqueamento do Óleo de Dendê” que foi selecionada para execução.

É importante frisar que o termo *biodiesel* é aqui usado na definição da Medida Provisória N^o 214, de 13 de setembro de 2004: “combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil”. A Resolução ANP N^o 42 de 24 de novembro de 2004 estabelece uma especificação do biodiesel obtido pela reação de óleos vegetais (ou gorduras animais) com álcool (metílico ou etílico), pelo processo denominado transesterificação. Existem, além da transesterificação, outros processos para a incorporação de óleos vegetais no diesel automotivo. Podemos mencionar, por exemplo, o H-Bio, produto obtido por hidrogenação de óleos vegetais, desenvolvido e recentemente divulgado pela Petrobras. É nessa perspectiva de ampliação do horizonte de processos para a obtenção do biodiesel, no sentido mais amplo, que deve ser vista a experiência pioneira do Ceped, no início da década de 1980.

O projeto apresentado pelo Ceped previa, não só a produção de um substituto do óleo diesel, mas o aproveitamento integral do dendê. Transcrevemos, na íntegra, o escopo do trabalho proposto pelo Ceped:²

“O projeto pretende realizar experimentos em laboratório e planta piloto para avaliação técnica e econômica do craqueamento de óleo de dendê (polpa e amêndoa) visando:

- 1) A produção de frações similares aos derivados de petróleo, destilados entre 100 – 350°C e com poder calorífico superior de 8.000 – 11.000 kcal/kg;

² SANTOS, Gilberto Alves dos. **Projeto de Processo para Produção de Derivados de Petróleo pelo Craqueamento do Óleo de Dendê**: Proposta para o Concurso de Projetos Pesquisa de Fontes Alternativas. Camaçari: Banco do Brasil, 1979.

- 2) Obter uma fração similar ao óleo diesel, com poder calorífico superior de aproximadamente 10.000 kcal/kg;
- 3) Obter coque metalúrgico pela queima parcial da casca do coco de dendê;
- 4) Obter um resíduo protéico utilizável como ração animal ou um resíduo amiláceo capaz de produzir álcool etílico;
- 5) Executar engenharia básica para planta comercial para produção de produtos similares aos derivados de petróleo, principalmente óleo diesel e planta comercial para produção de coque metalúrgico.”

O projeto previa a utilização de reatores piloto para craqueamento de óleo tanto em leito fixo como em leito fluido.

A proposta ressalta ainda a alta produtividade da palmeira do dendê e a sua adequação a solos pobres do litoral do Nordeste e de grandes áreas da Amazônia. Produz dois óleos: o de polpa, conhecido como azeite de dendê e o de amêndoa, ou óleo de palmiste. Além desses óleos, a industrialização do dendê produz uma torta para ração animal e uma casca, que à época do estudo não era aproveitada para qualquer fim. Na atualidade é matéria-prima para a elaboração de carvão ativado.

O projeto do Ceped, para aproveitamento integral do óleo de dendê incluía a realização de testes de bancada para comprovação da viabilidade técnica, o desenho, construção e operação de plantas piloto, a determinação da viabilidade técnico-econômica dos processos e a engenharia básica da unidade industrial para o craqueamento de óleo e produção de coque metalúrgico.

Em julho de 1982, foi apresentado um relato parcial das atividades realizadas nessa área pelos Programas de Energia e de Processos Químicos do Ceped, no âmbito do IX Encontro dos Centros de Apoio Tecnológico – Secretaria de Tecnologia Industrial – Ministério da Indústria e do Comércio.³ O que se segue, é tirado desse relatório, que contém um comentário de sabor premonitório: a provável estabilização do preço do petróleo na década de 1980. Esse fato, aliado ao desenvolvimento da exploração de petróleo na bacia de Campos e à abertura da economia no início dos anos 1990, desaqueceu as pesquisas em fontes alternativas no Brasil, que só seriam retomadas com força no presente século.

Sob o título “A substituição do diesel por derivados do óleo de dendê”, o relatório apresenta as possibilidades técnicas para substituição do diesel proveniente do petróleo por derivados de produtos vegetais, assim relacionadas:

³ MARETIC, Vladimir. Derivados de óleos vegetais como combustível e lubrificante dos motores Diesel. In: **Encontro dos Centros de Apoio Tecnológico** (9.: 1982 jul.: STI / MIC em Brasília).

- 1) Óleos vegetais puros;
- 2) Misturas binárias ou ternárias de diesel com óleos vegetais e/ou álcool;
- 3) Ésteres etílicos ou metílicos em ácidos graxos de óleos vegetais;
- 4) Produtos de craqueamento térmico de ácidos graxos ou óleos, destilando na faixa de óleo diesel;
- 5) Produtos de craqueamento térmico de sabões de cálcio de óleos vegetais, destilando na faixa de óleo diesel;
- 6) Óleo diesel produzido pela descarboxilação catalítica de ácidos graxos ou óleos vegetais;
- 7) Óleo diesel obtido pela síntese Fischer Tropsch a partir de biogás;
- 8) Eletrólise de Kolbe, transformando em hidrocarbonetos ácidos de origem vegetal.

Essa relação é significativa por mostrar o amplo leque de opções existente para a produção de substitutos do óleo diesel a partir de matérias-primas renováveis. As pesquisas no Brasil estão, na prática, limitadas à transesterificação de óleos vegetais com metanol ou etanol. Só se afasta dessa rota o processo H-Bio, da Petrobras, que emprega a hidrogenação dos óleos.

O Ceped trabalhava, naquela época da produção do óleo diesel pela descarboxilação catalítica do óleo (item 6 da relação de processos acima), sob contrato com o Ministério das Minas e Energia.

Segundo o trabalho apresentado pelo Ceped, os resultados alcançados podem ser resumidos no seguinte: o catalisador identificado como N° CA-1 seletivamente descarboxila os ácidos graxos de dendê, produzindo hidrocarbonetos com um carbono a menos que o correspondente ácido. O craqueamento de cadeia por meio da ligação C-C é insignificante em comparação com o craqueamento térmico ou com outros catalisadores testados. Não há produtos oxigenados. O catalisador é termicamente estável na faixa de temperatura da reação. A desativação do catalisador está em estudo, mas não há provas de perda de seletividade ou atividade nos testes prolongados até oito horas de duração. Visualiza-se processo contínuo.

Na proposta do processo industrial, o trabalho sugere a combinação de processos para a produção de óleo comestível e ácidos graxos, que seriam submetidos à descarboxilação para a produção de óleo diesel.

Conclusão

A presente resenha resgata a experiência do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Ceped) no final da década de 1970 e início da década seguinte, na utilização de matérias-primas renováveis, em particular óleos

vegetais, na produção de produtos químicos, de combustíveis e de lubrificantes. Uma combinação de fatores, que incluíram a estabilização dos preços internacionais do petróleo e a descoberta e desenvolvimento de novas jazidas de petróleo e gás, no Brasil, levou a uma redução na atratividade econômica e estratégica de rotas de produção não baseadas em matérias-primas fósseis. O interesse oficial no financiamento de pesquisas nesse sentido também arrefeceu, só sendo retomado no início do século XXI, em particular com o renovado interesse no biodiesel, obtido a partir da transesterificação de óleos vegetais. A experiência pioneira do Ceped nos anos 70, pioneira em vários aspectos, serve como memória e ainda é fonte de inspiração para futuros pesquisadores.

Referências

SANTOS, Gilberto Alves dos; PEREIRA, Nadja Serva; MIRANDA, Maria Therezinha S. **Óleo de mamona**: tecnologia de usos alternativos na fabricação de lubrificantes e graxas. Camaçari: Ceped, 1978.

MARETIC, Vladimir. Derivados de óleos vegetais como combustível e lubrificante dos motores Diesel. In: **Encontro dos Centros de Apoio Tecnológico** (9.: 1982 jul.: STI / MIC em Brasília).



Coordenação da coletânea

Carlos Manuel Pedroso Neves Cristo

Representante do MDIC na Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel

José Rincon Ferreira

Diretor de Articulação Tecnológica – STI/MDIC

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

Juliana Costa Araujo

Lillian Alvares

Sara Oliveira

Comitê Editorial

Venauria da Silva Batista

Normalização Bibliográfica

Júlio César da Silva Delfino

Projeto Gráfico e Edioração Eletrônica

Confederação Nacional da Indústria (CNI)

Instituto Euvaldo Lodi/ Núcleo Central (IEL/NC)

Júlio Miranda

Gerente Executivo de Competitividade Empresarial

Eliane Menezes dos Santos

Gerência de Promoção da Inovação e do Empreendedorismo

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai)

Marcos Maciel Formiga

Assessor da Diretoria