

ISSN 0103 8117

BAHIA ANÁLISE & DADOS

Salvador SEI v. 16 n. 1 p. 1-164 Trimestral jun. 2006





Governo do Estado da Bahia
Paulo Ganem Souto

Secretaria do Planejamento – SEPLAN
Armando Avena

Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação
Rafael Lucchesi

**Superintendência de Estudos
Econômicos e Sociais da Bahia**
Cesar Vaz de Carvalho Junior

Coordenação de Análise Conjuntural
Luiz Mário Ribeiro Vieira



BAHIA ANÁLISE & DADOS é uma publicação trimestral da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI, autarquia vinculada à Secretaria do Planejamento. Divulga a produção regular dos técnicos da SEI e de colaboradores externos. As opiniões emitidas nos textos assinados são de total responsabilidade dos autores.

Esta publicação está indexada no *Ulrich's International Periodicals Directory*.

Conselho Editorial

André Garcez Ghirardi, Ângela Borges, Angela Franco,
Asher Kiperstok, Carlota Gottschall, Cesar Vaz de Carvalho Junior,
Edgard Porto, Edmundo Sá Barreto Figueirôa,
Eduardo Luiz Gonçalves Rios Neto, Eduardo Pereira Nunes,
Fernando Cardoso Pedrão, Guaraci Adeodato A. de Souza,
Inaiá Carvalho, José Célio Silveira Andrade, José Eli da Veiga,
José Ribeiro Soares Guimarães, Lino Mosquera Navarro,
Luiz Antônio Pinto de Oliveira, Luiz Filgueiras,
Luiz Mário Ribeiro Vieira, Mauro Eduardo Del Grossi,
Moema José de Carvalho Augusto, Nadya Araújo Guimarães,
Oswaldo Guerra, Paulo Gonzalez, Renata Proserpio,
Ricardo Carneiro, Ricardo Lima,
Rita Pimentel, Tereza Lúcia Muricy de Abreu,
Vitor de Athayde Couto, Vitor de Athayde Couto Filho

Conselho Editorial Especial Temático

Luiz Ricardo Matos Cavalcante, Horácio Hastenreiter,
Maria Emília Fagundes, Mauricio Carvalho Campos, Pauletti Karllien
Rocha, Roberto Fortuna Carneiro

Editor

Celso Lopes Serpa

Coordenação Editorial

Fabiana Pacheco

Normalização

Coordenação de Biblioteca e Documentação - COBI

Fotos

Keydisc Comércio e Rep. Ltda/SECTI

Revisão de Linguagem

Luís Fernando Sarno

Coordenação Gráfica

Fabiana Faria

Capa

Humberto Farias

Editoração

Design Sign Comunicação

Bahia Análise & Dados, v. 1 (1991-)
Salvador: Superintendência de Estudos
Econômicos e Sociais da Bahia, 2006.
v. 16
n. 1
Trimestral
ISSN 0103 8117

1. Energias alternativas. 2. Biodiesel. 3. Políticas
públicas. I. Superintendência de Estudos Econômicos
e Sociais da Bahia.

CDU 620.97 (05)

CEPO: 0110

Tiragem: 1.000 exemplares
Av. Luiz Viana Filho, 435, 4ª Avenida CEP: 41.750-
300 Salvador – Bahia
Fone: (0**71) 3115-4823/3115-4704
Fax: (0**71) 3371-1853
www.sei.ba.gov.br
sei@sei.ba.gov.br

SUMÁRIO

Apresentação	5
--------------------	---

ENERGIAS RENOVÁVEIS, BIODIESEL E POLÍTICAS PÚBLICAS

Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobras	9
<i>Ildo L. Sauer, Mozart S. de Queiroz, José Carlos G. Miragaya, Ricardo C. Mascarenhas, Anário R. Quintino Júnior</i>	
Políticas públicas e energias renováveis: propostas de ações de indução à diversificação da matriz energética na Bahia	23
<i>Roberto F. Carneiro, Pauletti K. Rocha</i>	
Energia solar para irrigação no Semi-árido baiano: o caso da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe, Capim Grosso (BA)	37
<i>Nícia Moreira da Silva Santos</i>	
Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas	51
<i>José Honório Accarini</i>	
Políticas públicas de fomento ao biodiesel na Bahia e no Brasil: impactos socioeconômicos e ambientais com a regulamentação recente	65
<i>Sidnei Silva Suerdieck</i>	
Apropriação dos recursos naturais e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel	79
<i>Cezar Menezes Almeida, Mônica de Moura Pires, José Adolfo de Almeida Neto, Rosenira Serpa da Cruz</i>	
Biodiesel: o combustível para o novo século	89
<i>Ednildo A. Torres, Hugo D. Chirinos, Carine T. Alves, Danilo C. Santos, Luis A. Camelier</i>	
Biodiesel: uma nova realidade energética no Brasil	97
<i>Rosenira S. da Cruz, Mônica de M. Pires, José A. de Almeida, Jaênes M. Alves, Sabine Robra, Geovânia S. de Sousa, Cezar M. Almeida, Sérgio M. Soares, Geórgia S. Xavier</i>	
Viabilidade do biodiesel de dendê para a agricultura familiar	107
<i>Vitor de A. Couto, Alynson dos S. Rocha, Edna M. da Silva, Graciela P. dos Santos, Guilherme C. Martins e Souza, Leonardo M. Baptista, Maciene M. da Silva, Marcus Vinicius A. Gusmão, Paulo Henrique C e Silva, Rosana V Santos, Washington Luiz S N Dias</i>	
Avaliação econômica da cadeia de suprimentos do biodiesel: estudo de caso da dendeicultura na Bahia	119
<i>Adriana Leiras, Silvio Hamacher, Luiz Felipe Scavarda</i>	
Viabilidade técnica e econômica para implantação de uma micro usina de extração de óleo de mamona	133
<i>Telma C. de Andrade, Ednildo A. Torres, Hugo B. Lemos, Gustavo B. Machado</i>	
Vantagens e desafios da cultura mamoneira na Bahia	143
<i>André S. Pomponet, Celia Regina S. Santana</i>	

GÁS NATURAL: algumas questões

Contratos e a indústria de gás natural	153
<i>Oswaldo Guerra</i>	
Indicadores urbanos na previsão de expansão da rede canalizada de gás natural	159
<i>Vanessa M. Massara, Murilo Tadeu W. Fagá, Miguel Edgar M. Udaeta</i>	



APRESENTAÇÃO

A energia configura-se como um importante insumo, base da atividade econômica e indispensável na promoção do desenvolvimento das nações. Isto evidencia o seu grande valor para todos os setores da economia, não somente dos países desenvolvidos, mas, sobretudo, para aqueles em via de desenvolvimento, nos quais as necessidades energéticas são ainda maiores. No cenário atual, as discussões acerca do abastecimento energético mundial apontam para uma possível escassez das fontes fósseis de energia, as chamadas não-renováveis, levando assim os países a repensarem os seus investimentos e estratégias futuras para o setor energético.

Nesse contexto, surgem as energias alternativas, que possuem grande capacidade e potencial de produção, com positivos impactos ambientais, preservando e utilizando de forma racional os recursos naturais, além de proporcionar uma maior dinamização do desenvolvimento econômico e social em diversas regiões diretamente envolvidas no processo produtivo. Vale salientar, que essas novas formas de geração de energia, mesmo tendo pequenas participações no atual modelo energético brasileiro, significam uma mudança na orientação da produção de energia e na matriz energética do país.

Diante disso, e tendo como objetivo aprofundar essa discussão, a nova edição da Revista Bahia Análise & Dados, uma parceria entre a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação- SECTI e a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia- SEI, se propõe a aprofundar ainda mais a discussão sobre a questão energética, focando nas energias alternativas na Bahia e no Brasil e nas políticas públicas voltadas para a produção de combustíveis via fontes alternativas, principalmente no biodiesel. Têm-se ainda algumas considerações acerca da produção do combustível gás natural, envolvendo temas políticos e econômicos. Para melhor situar os assuntos, a revista foi dividida em duas seções, na qual a primeira vincula o biodiesel às políticas públicas e a segunda seção discorre sobre o gás natural.

Para finalizar, destacamos a contribuição dos autores com o envio dos artigos, que foi essencial para tornar a discussão sobre o tema mais rica com informações relevantes e estratégicas, mostrando assim, a importância da produção de energia para o país.





Energias renováveis,
biodiesel e políticas
públicas

Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobras

Ildo Luís Sauer, Mozart Schmitt de Queiroz,** José Carlos Gameiro Miragaya***
Ricardo Campos Mascarenhas,**** Anário Rocha Quintino Júnior******

Resumo

Neste artigo, apresentamos as iniciativas da PETROBRAS no mercado de energias renováveis, que remontam à década de 70 com o apoio ao PROÁLCOOL. Ao longo desses trinta anos, a empresa multiplicou suas ações e diversificou as áreas de negócios, incluindo agora a produção de biodiesel e a geração de energia elétrica e térmica a partir de fontes renováveis, tais como, a energia eólica, solar, biomassa e hidráulica.

Assim, a PETROBRAS atua no suprimento energético do país e contribui para a estruturação dos setores estratégicos, sociais e ambientais, colaborando com a sustentabilidade do planeta.

Palavras-chave: biocombustíveis, biodiesel, álcool, energia renovável, sustentabilidade.

Abstract

This paper presents PETROBRAS initiatives in the renewable energies market, which began during the seventies supported by PROÁLCOOL, a Brazilian governmental program that introduced sugarcane ethanol as a vehicular fuel in Brazil. Throughout these thirty years, the Company has boosted its actions and diversified its business areas in fields such as biofuels, and heat and power generation from renewable sources, such as wind power, solar, biomass and hydropower.

Thus, PETROBRAS contributes with the national energy supply, also helping to structure strategic, social and environmental sectors, cooperating with the planet's sustainability.

Key words: biofuels, biodiesel, ethanol, renewable energy, sustainability

INTRODUÇÃO

O Planejamento Estratégico da PETROBRAS estabeleceu a diretriz de atuar como uma empresa de energia integrada, visando a sustentabilidade de seu negócio ao mesmo tempo que atende aos padrões

internacionais de responsabilidade social e ambiental e às políticas de mitigação das mudanças climáticas. Dentro desse contexto, diversas ações têm sido tomadas pela companhia, em especial, na área de energias renováveis.

* Doutor em Engenharia Nuclear pelo Massachusetts Institute of Technology, MIT; Diretor da área de Gás e Energia, Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS; Professor Titular de Energia do Programa Inter-Unidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo – IEE/USP.

** MBA em Economia e Gestão de Energia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPEAD/UFRJ; Gerente Executivo de Desenvolvimento Energético, Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS. mozart@petrobras.com.br

*** Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ; Gerente de Biocombustíveis, Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS. miragaya@petrobras.com.br

**** MBA em Economia e Gestão de Energia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPEAD/UFRJ; Gerente de Energia de Fontes Renováveis, Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS. rmascarenhas@petrobras.com.br

***** Especialista em Energia Eólica pelo Instituto de Energia Eólica Alemão – DEWI, Alemanha; Coordenador de Energia de Fontes Renováveis, Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS. anario@petrobras.com.br

Uma das primeiras iniciativas da PETROBRAS nessa direção foi a instalação, no final de 2003, da Usina Eólica Piloto de Macau, no Rio Grande do Norte. Outra iniciativa foi a criação, ainda em 2003, de dois grupos de trabalho com o objetivo de analisar as perspectivas de atuação nos negócios de álcool combustível e do biodiesel. Esses estudos (PETROBRAS, 2004) deram sustentação para novas políticas e estratégias recentemente empreendidas.

Hoje, diversas áreas da empresa vêm trabalhando no sentido de criar condições de aproveitamento para esse potencial energético renovável e menos poluente, alavancando o setor e o país na busca de soluções globais para o desenvolvimento sustentável.

Nos anos 70, a empresa apoiou o Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL, o que contribuiu para o sucesso de seu uso na matriz energética brasileira. Considerando essa experiência em biocombustíveis, a companhia estabeleceu um programa para instalação de usinas que possam produzir 855 mil m³/ano de biodiesel em 2011.

Além da atuação em biocombustíveis, a PETROBRAS vem investindo na geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, instalando unidades que utilizam especialmente o vento e o sol, buscando viabilizar empreendimentos nestas áreas, como também empregando a biomassa e recursos hídricos em pequenas centrais hidrelétricas (PCH). Sua meta é alcançar, até 2011, uma capacidade instalada para produzir 240 MW através de fontes renováveis.

No presente texto, serão apresentadas as ações que vêm sendo desenvolvidas em biocombustíveis, álcool e biodiesel pela PETROBRAS e os benefícios provenientes da produção e utilização desses produtos, bem como o valor agregado através desses programas, contextualizados no panorama mundial e nacional. Aproveitando a experiência adquirida com o PROÁLCOOL, será feita uma análise crítica das possibilidades de desenvolvimento do programa de biodiesel da PETROBRAS.

No momento seguinte, será apresentado um breve resumo da atuação da empresa nas áreas de energia eólica, solar fotovoltaica, termossolar, biomassa e hidráulica nas chamadas PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas).

BIOCOMBUSTÍVEIS: ações e perspectivas

A demanda mundial por combustíveis renováveis tem se expandido de forma rápida nos últimos anos e deverá acelerar ainda mais em um futuro próximo. Isso se deve à combinação de diversos fatores:

- necessidade de redução da dependência de derivados de petróleo nas matrizes energéticas nacionais e mundiais;
- incentivo à agricultura e às indústrias locais;
- desenvolvimento de estratégias para a redução e/ou limitação do volume de emissões de gases causadores do efeito estufa até 2012, conforme acordado pelo Protocolo de Quioto.

Álcool combustível

A utilização do álcool anidro como combustível é conhecida no Brasil desde 1925. Os choques do petróleo ocorridos na década de 70, quando os preços internacionais do produto foram significativamente elevados, tornaram premente a necessidade de encontrar fontes de energia alternativas ao petróleo, uma vez que cerca de 80% do petróleo consumido no Brasil era importado. Em 1975, o governo lançou o PROÁLCOOL através do Decreto nº 76.593/75. O objetivo era produzir álcool combustível, reduzindo a importação de petróleo.

Em um primeiro momento, esse programa fomentou a produção de álcool anidro para ser misturado à gasolina. Posteriormente, em 1979, iniciou-se a produção de álcool hidratado para ser utilizado em substituição à gasolina, em automóveis que passariam a ser produzidos, aumentando o alcance do PROÁLCOOL. Ao mesmo tempo, a BR Distribuidora, subsidiária da PETROBRAS, lançava no mercado o primeiro lubrificante para motores a álcool.

Uma importante iniciativa foi a instalação, ainda no ano de 1979, de bombas para abastecimento de álcool nos postos de bandeira BR e de centros coletores de álcool estrategicamente localizados junto às zonas produtoras no Centro-Sul do país. Esses centros contavam com tanques especialmente projetados para estocagem de álcool combustível. Em pouco tempo, a companhia dispunha de capacidade para tancagem de álcool superior a 1 bilhão de litros.

Os anos 90 trouxeram à agenda internacional a relevância da questão ambiental. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992, foi um marco decisivo para a formalização de acordos internacionais que objetivavam promover a sustentabilidade do desenvolvimento global. Em 2005, após 13 anos de muitas negociações, entra em vigor o Protocolo de Quioto. Com isso, as energias renováveis, incluindo os biocombustíveis, ganharam força como meio para a redução de emissões de gases que contribuem para o efeito estufa. Desde então, diversos países e investidores dos mais diferentes segmentos têm manifestado interesse na utilização e na produção do álcool combustível, anunciando políticas para a inclusão desse produto em suas matrizes energéticas. Como o Brasil é o maior produtor mundial de álcool, passou a ser visto como uma das potências energéticas do futuro e foco de grande parte desses investimentos.

A introdução dos veículos “*flex-fuel*”, em 2003, trouxe outra dinâmica ao setor e uma nova forma de relacionamento entre produtores e consumidores de álcool, ampliando ainda mais a penetração e a importância do álcool combustível no Brasil.

Atualmente, nosso país produz 16 bilhões de litros de álcool a cada ano em mais de 300 unidades produtivas (INFORMAÇÃO UNICA, 2006). Desse total, aproximadamente 2,5 bilhões de litros são destinados ao mercado internacional. Novos investimentos são anunciados a cada dia e a expectativa é que a produção possa dobrar em um espaço de dez anos.

Biodiesel

Biodiesel é a denominação genérica para combustíveis produzidos a partir de óleos e gorduras vegetais e animais, que podem ser utilizados como substituto ou adicionado ao óleo diesel mineral deri-

vado do petróleo. Como o biodiesel é isento de compostos de enxofre e de aromáticos e contém aproximadamente 11% de oxigênio em peso, seu uso, mesmo que apenas em adição ao óleo mineral, contribui na redução de emissões de gases poluentes e de materiais particulados e poliaromáticos.

A redução das emissões de CO₂ decorre da substituição de um combustível fóssil, o diesel mineral, por um renovável, o biodiesel. Isto poderá proporcionar a obtenção de créditos de carbono, sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), no âmbito do Protocolo de Quioto.

Diversas oleaginosas podem ser usadas na fabricação do biodiesel, além de outras matérias-primas, como a gordura animal ou sebo, óleo de fritura, algas e mesmo esgoto doméstico. As principais plantas oleaginosas e suas características são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1
Potencialidade das plantas oleaginosas brasileiras

Tipo de Oleaginosa	Teor de Óleo (%)	Produtividade (kg/ha.ano)	Produção de Óleo (kg/ha.ano)
Algodão	15	1.800	270
Amendoim	39	1.800	702
Babaçu	6	15.000	900
Canola	38	1.800	684
Dendê	20	10.000	2.000
Gergelim	39	1.000	390
Girassol	42	1.600	672
Mamona	50	1.500	750
Soja	18	2.200	396

Fonte: CONAB (Abril/2004)

O Brasil apresenta ótimas condições para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo não só porque dispõe de solo e clima adequados ao cultivo de várias oleaginosas, mas também porque possui o segundo maior rebanho comercial de bovinos do mundo. A gordura animal ou sebo é uma excelente matéria-prima para biodiesel, já que seu apro-

veitamento é praticamente total. O Brasil produz hoje, aproximadamente, 900.000 t/ano de sebo, havendo assim um grande potencial para a produção de óleo utilizando esta matéria-prima.

O biodiesel começou a ser utilizado na Europa em decorrência dos choques do petróleo dos anos 70. A Áustria iniciou a produção comercial de biodiesel a partir da década de 80, mas este novo combustível ganhou impulso apenas em 1992, quando, em consequência das rodadas de negociações da Organização Mundial do Comércio – OMC, ocorreu uma mudança na Política Agrícola Comum da União Européia. Foi estabelecido um programa em que os produtores seriam obrigados, em troca de compensação financeira, a reservar uma parte de suas terras cultiváveis para produção do biodiesel.

Em maio de 2003 foi aprovada uma diretiva do Parlamento Europeu – Diretiva 2003/30/EC – Conselho de 08/05/2003 – recomendando a adoção, por parte dos países membros, de leis que garantam um consumo mínimo de 2% de biocombustíveis para transportes a partir de 31 de dezembro de 2005. Esse consumo mínimo geraria uma demanda potencial de 5 milhões de t/ano. Está previsto um percentual de 5,75% para dezembro de 2010 e de até 20% para 2020.

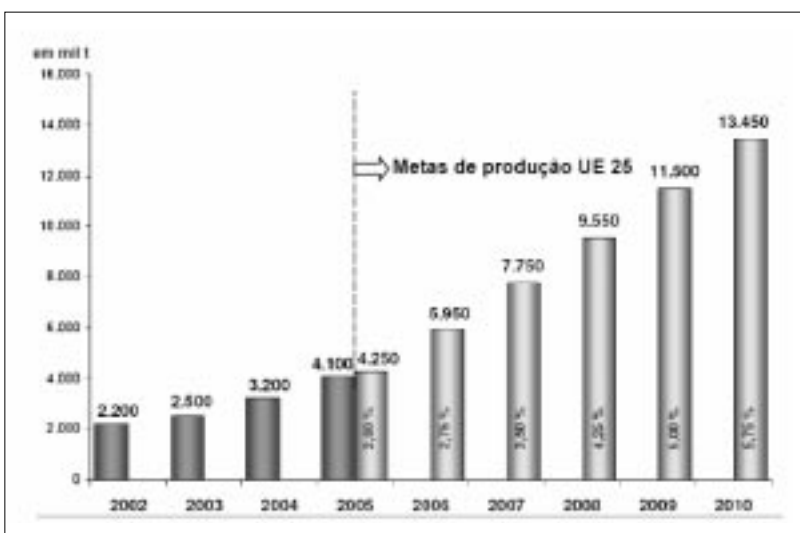
Como parte do incentivo à ampliação da produção de biocombustíveis, a União Européia estipulou, em junho de 2003, o pagamento de 45 euros por hectare cultivado, valor pago a título de crédito de carbono aos fazendeiros que produzam grãos para uso não-alimentício.

Em outubro de 2003 foi aprovada outra diretiva – Diretiva 2003/96/EC – Conselho de 27/10/2003 – recomendando a adoção de políticas de redução ou isenção fiscal para todos os biocombustíveis pelos países membros. Essas políticas fariam parte de programas locais de incentivo ao uso de biocombustíveis e se estenderiam por seis anos, a contar de 1º de janeiro de 2004, podendo ser prorrogados a critério de cada país até 31 de dezembro de 2012.

O Gráfico 1 mostra a capacidade de produção de biodiesel no mercado europeu a partir do ano de 2002 até 2005, e traz também as metas a serem alcançadas até 2010. Verifica-se que a meta estabelecida para 2005 não chegou a ser atingida, o que ressalta as dificuldades que existem para uma mudança de tal porte numa cultura energética baseada no petróleo para fontes renováveis, mesmo com todos os ganhos ambientais e de sustentabilidade daí advindos.

Gráfico 1

Capacidade de produção de biodiesel e metas no mercado europeu



Fonte: Verband Deutscher Biodieselhersteller e. V. Am Weidendamm

No Brasil, foi criado em 2004, o Programa Brasileiro de Biodiesel com o objetivo de viabilizar a utilização deste biocombustível, envolvendo aspectos de natureza social, estratégica, econômica e ambiental. Esse conjunto de políticas públicas pode contribuir, favoravelmente, para o equacionamento de questões fundamentais do país, como geração de emprego e renda com inclusão social e diminuição das disparidades regionais de desenvolvimento, além de reduzir emissões de poluentes.

O marco regulatório que autoriza o uso comercial do biodiesel no Brasil considera a diversidade de oleaginosas disponíveis no país, a garantia do suprimento e da qualidade, a competitividade frente aos demais combustíveis e uma política de inclusão social.

Em 06 de dezembro de 2004, o presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva assinou o Decre-

to nº 5.297, que dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas da contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na produção e na comercialização de biodiesel. Esse decreto institui também o selo “Combustível Social”, concedido ao produtor que adquirir matéria-prima de agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, promovendo, assim, a inclusão social.

Objetivando a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, o governo federal determinou através da Lei nº 11.097, de 13.01.2005, a mistura opcional de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo, gerando a mistura B2. A partir de 2008, essa mistura será obrigatória e a partir de 2013 o percentual será de 5%, resultando na mistura B5. Para atender essa determinação serão necessários 900 milhões de litros de biodiesel em 2008 e 2,5 bilhões de litros em 2013.

Um dos mais importantes benefícios do Programa Brasileiro de Biodiesel é a geração de empregos, principalmente na agricultura. Para isso, foi criado o incentivo para o uso de matérias-primas produzidas pela agricultura familiar. Entretanto, dependendo da planta oleaginosa utilizada, o nível de mecanização praticado na agricultura varia muito, assim como o número de trabalhadores necessários. Mamona e dendê são exemplos de plantas oleaginosas cuja produção é intensiva em mão-de-obra. A soja, por outro lado, é uma cultura com um alto nível de mecanização e, portanto, de menor impacto na geração de empregos no campo.

A inserção da PETROBRAS no Programa Brasileiro de Biodiesel deu-se, inicialmente, no âmbito tecnológico através de seu Centro de Pesquisas –

CENPES, que desenvolveu processos de produção de biodiesel direcionados para a utilização de matérias-primas produzidas no Brasil, como a mamona, oferecendo uma diferenciação em relação aos processos clássicos europeus, além de viabilizar economicamente a produção industrial de biodiesel. Os dois principais processos desenvolvidos podem ser denominados Rota Grão e Rota Óleo.

No primeiro caso, o biodiesel é obtido diretamente dos grãos da planta oleaginosa utilizando etanol, que funciona não só como álcool esterificante como também extrator do óleo. Esse processo elimina algumas etapas como a extração e refino do óleo vegetal, além de empregar uma matéria-prima brasileira, o etanol, diferente-

mente do processo empregado na Europa, que utiliza o metanol ou álcool de madeira. Em maio de 2006, a PETROBRAS inaugurou uma planta experimental em Guamaré, Rio Grande do Norte, com o objetivo de comprovar, em escala semi-industrial, a viabilidade da Rota Grão (Figura 1).

O Brasil apresenta ótimas condições para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo não só porque dispõe de solo e clima adequados ao cultivo de várias oleaginosas, mas também porque possui o segundo maior rebanho comercial de bovinos do mundo

Figura 1
Unidade experimental de biodiesel da Petrobras – rota grão



Fonte: PETROBRAS, 2006

Uma outra unidade experimental de produção de biodiesel foi projetada para consolidar a tecnologia desenvolvida pela PETROBRAS, que utiliza óleos vegetais (Rota Óleo). Essa unidade, também localizada em Guamaré, pode operar com qualquer tipo de

óleo neutralizado e líquido em temperatura ambiente, como óleo de mamona, soja, algodão e girassol, e emprega a transesterificação alcalina com etanol ou metanol (Figura 2).

Figura 2

Unidade experimental de biodiesel da Petrobras – rota óleo



Fonte: PETROBRAS, 2006

Os processos de produção do biodiesel geram outros produtos que são representativos em termos de volume e valor, podendo ser importantes para viabilizar economicamente o programa.

A glicerina é o principal co-produto, comum a todas as rotas de produção de biodiesel, independentemente da planta oleaginosa e do álcool utilizado. A simples implantação da mistura B5 no Brasil implicará em um aumento de 200.000 t/ano na produção de glicerina, o que representa, aproximadamente, um terço do consumo mundial atual.

Embora possa ocorrer uma redução do preço da glicerina no mercado, a oferta a preços substancialmente mais baixos poderá viabilizar novas oportunidades de aplicação deste co-produto.

A extração do óleo do grão de mamona deixa como resíduo a torta composta pela casca e pela polpa. A casca é utilizada como fertilizante por sua riqueza em nitrogênio, além da sua propriedade de controlar nematóides no solo – pequenos organismos que atacam raízes e plantas.

No entanto, a polpa da mamona não pode ser utilizada diretamente como ração para animais devido à presença de substâncias tóxicas, entre elas a proteína ricina. A desintoxicação da polpa pode torná-la

um produto de alto valor comercial. Tendo em vista essa possibilidade, está sendo desenvolvido pela PETROBRAS e pela UFRJ um estudo de rota de produção de etanol a partir da torta da mamona, que adicionalmente permite uma sensível redução na sua toxicidade de, aproximadamente, 99%. Esses estudos estão apresentando um potencial de produção de 200 litros de etanol a partir de uma tonelada de torta.

As três primeiras plantas industriais para produção de biodiesel da PETROBRAS, cada uma com capacidade para 50 mil toneladas por ano, serão instaladas em Candeias, na Bahia, em Montes Claros, no norte de Minas Gerais, e em Quixadá, no Ceará. Deverão aproveitar a oferta local de oleaginosas como mamona, algodão e soja, além do sebo bovino; na planta da Bahia também será utilizado o dendê.

A entrada em operação dessas unidades está prevista para o último trimestre de 2007. Atendendo aos critérios para obtenção do selo “Combustível Social”, 50% da matéria-prima utilizada nas plantas serão provenientes da agricultura familiar. Estima-se com isso a geração de renda para cerca de 70 mil famílias de pequenos agricultores. Apenas para a Usina de Biodiesel de Candeias, haverá a geração de renda para aproximadamente 20 mil famílias no campo.

GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS

Energia eólica

A energia eólica é uma fonte de energia limpa e renovável resultante do aproveitamento da movimentação das massas de ar. Vem sendo mundialmente utilizada para o fornecimento de energia em larga escala, diretamente conectada à rede elétrica.

Os principais países que têm investido nessa área são Alemanha, Espanha, Estados Unidos, Índia e Dinamarca. É um mercado que se mantém em forte expansão. Em 2005, foram instalados 11.407

MW de energia eólica em todo o mundo, alcançando um total de 59.264 MW (BTM, 2006). O Instituto de Energia Eólica da Alemanha – DEWI prevê que em 2014 sejam atingidos 210.000 MW instalados (MOLLY, 2006).

Dentro da perspectiva mundial de preservação ambiental e sustentabilidade, essa fonte de energia ganha relevância, entre outros fatores, porque não há necessidade de transferência da população local, pois as terras a serem ocupadas pelos parques eólicos continuarão sendo utilizadas para outros fins (agricultura, pecuária ou indústria) (Figura 3).

Figura 3

Usina eólica piloto de Macau, instalada no meio do campo de produção de petróleo de Macau, Serra e Aratum



Fonte: PETROBRAS, 2006

Além disso, a energia eólica contribui para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa. Cada MWh gerado a partir dessa fonte evita a emissão de cerca de 74,5 kg de CO₂, no caso da energia ser entregue no Sistema Interligado Nacional – Região Nordeste, e até 900 kg de CO₂, no caso da energia eólica substituir a energia fornecida por um grupo gerador diesel. Essas reduções de emissões podem ser convertidas em créditos de carbono acordados pelo Protocolo de Quioto.

O Brasil oferece excelentes sítios para instalação de parques eólicos, sendo que as melhores áreas se encontram ao longo da costa. Existem, ainda, alguns bons sítios em áreas elevadas no interior dos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O potencial eólico brasileiro é estimado em 143 GW, segundo o *Atlas Brasileiro de Energia Eólica*, elaborado pela ELETROBRAS-CEPEL (CEPEL, 2001), totalizando 272 TWh/ano. Como o montante de energia elétrica consumido no Brasil em 2005 foi de 335,4 TWh (EPE, 2006), a energia eólica poderia suprir algo em torno de 81% da demanda nacional.

A necessidade de viabilizar o suprimento de energia através de fontes renováveis levou o governo federal brasileiro a lançar o Programa de Incentivo a Fontes Alternativas – PROINFA, regulamentado pelo Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004, que prevê a contratação de 1.453 MW em energia eólica para entrada em operação até dezembro de 2007.

Além dos fatores naturais, o Brasil possui condições adequadas para fabricação de aerogeradores e de equipamentos complementares. Contamos com uma fábrica de aerogeradores, a *Wobben Wind Power*, e uma de pás para aerogeradores, a Tecsis. Até pouco tempo esses fabricantes tinham seus mercados limitados à exportação. Considera-se, ainda, a possibilidade estratégica do país vir a tornar-se fornecedor representativo desses equipamentos.

Apesar das políticas de incentivo, o Brasil enfrenta o empecilho de um alto custo da geração eólica, pois os melhores sítios se encontram a grande distância das subestações, acarretando encarecimento das conexões.

O crescimento da demanda mundial por aerogeradores elevou o preço dos equipamentos em vários países. Como o país conta com apenas uma fábrica de aerogeradores, a exigência do PROINFA, determinando 60% de conteúdo nacional em valor nos seus projetos, amplificou essa tendência geral de elevação de preços.

Em 2003, o custo médio para a instalação de um aerogerador no Brasil era da ordem de US\$ 1.100,00 por kW instalado, enquanto na Europa, era de cerca de US\$ 900,00. Atualmente, esse valor chega a atingir US\$ 1.400,00 por kW instalado na Europa e aproximadamente US\$ 2.000,00 por kW no Brasil.

Apesar do aumento de preços dos aerogeradores, o valor de compra da energia eólica pelo PROINFA faz com que alguns projetos sejam economicamente atrativos. O preço para energia elétrica gerada por

fonte eólica foi fixado entre R\$180,18 e R\$204,35 por MWh, dependendo do fator de capacidade do parque eólico. Esses valores serão corrigidos pelo IGPM, conforme a Portaria nº 45, de 30 de março de 2004/MME, sendo março de 2004 a data de referência para reajuste dos valores.

A PETROBRAS inaugurou, em janeiro de 2004, sua primeira unidade de geração de energia eólica: a Usina Eólica Piloto de Macau, Rio Grande do Norte (Figuras 3 e 4), instalada no campo de produção de petróleo de Serra. A potência instalada é de 1,8 MW, composta por três aerogeradores de 600 kW cada, totalizando um investimento aproximado de R\$ 6,8 milhões.

Atualmente, além de desenvolver seus próprios projetos, a PETROBRAS vem estudando parcerias e aquisições de projetos incluídos no PROINFA.

Com a entrada em operação da usina eólica de Osório, localizada no Rio Grande do Sul, com potência de 50 MW, e da usina eólica de Rio do Fogo, no Rio Grande do Norte, com potência de 49,3 MW, as usinas eólicas brasileiras totalizaram, em agosto de 2006, uma capacidade instalada de 127,6 MW.

Até o final do ano entrarão em operação as usinas eólicas de Sangradouro e dos Índios, ambas localiza-

das no Rio Grande do Sul, com potência total de 100 MW, e de Água Doce, em Santa Catarina, com potência de 9 MW, totalizando assim a geração de 236,6 MW em todo país.

As três primeiras plantas industriais para produção de biodiesel da PETROBRAS, cada uma com capacidade para 50 mil toneladas por ano, serão instaladas em Candeias, na Bahia, em Montes Claros, no norte de Minas Gerais, e em Quixadá, no Ceará

Energia solar fotovoltaica

A transformação da energia solar em eletricidade se dá por meio de células fotovoltaicas, baseadas em um conhecimento que remonta ao século XIX. O efeito fotovoltaico, conversão da radiação solar em eletricidade, foi relatado pelo físico francês Edmond Becquerel em 1839. Em 1876 foi obtido o primeiro dispositivo a base de selênio. No

entanto, o primeiro dispositivo viável foi desenvolvido em 1953, nos Laboratórios Bell, nos EUA, em um substrato de silício.

Essa tecnologia ficou restrita à aplicação aeroespacial até o princípio da década de 1970, quando, com a primeira crise do petróleo, teve início uma investigação mais apurada para sua aplicação. Uma das alternativas propostas foi o desenvolvimento de células em silício policristalino, objetivando a redução do custo e, por sua vez, a viabilização econômica da tecnologia. Esse avanço não era ainda suficiente para impulsionar os investimentos em células desse tipo, mas estimulou a permanência de alguns grupos de pesquisa nessa área.

Nesse período, o maior interesse estava voltado para o silício monocristalino, o silício amorfo e outros materiais semicondutores. Somente em 1990, com o anúncio de um resultado de célula em escala laboratorial com eficiência de conversão de 35% (em áreas de 5 mm²), é que a tecnologia de fabricação de células em silício policristalino tornou-se interessante. Conseqüentemente, houve uma retomada de investimentos em pesquisa para a obtenção de silício policristalino de baixo custo.

Apesar de a energia solar ser a mais abundante entre as fontes renováveis, ainda tem os custos por kW instalado mais elevados, em especial em decorrência do oneroso processo de fabricação de painéis fotovoltaicos. Nesse processo, a melhoria da qualida-

Figura 4
Usina eólica piloto de Macau – Rio Grande do Norte



Fonte: PETROBRAS, 2004

de do material utilizado, no caso o silício, e o barateamento dos equipamentos são os maiores desafios a serem superados para uma utilização mais ampla dessa fonte de energia inesgotável na escala da vida no nosso planeta.

Mesmo assim, esse é um mercado em franca expansão, que cresceu 57,5% no ano de 2005, quando foram instalados 1.460 MW em energia solar fotovoltaica no mundo. A maior parte desses empreendimentos encontra-se na Alemanha e no Japão, que, juntos, totalizam 77% do potencial instalado. Na Tabela 2 é apresentada a distribuição do mercado mundial de energia solar fotovoltaica.

Tabela 2

Capacidade instalada de painéis fotovoltaicos no mundo, em 2005

País	Potência (MW)	Participação no Mercado Mundial (%)
Alemanha	832	57
Japão	292	20
Outras Regiões do Mundo	146	10
EUA	102	7
Europa sem Alemanha	88	6
TOTAL	1.460	100

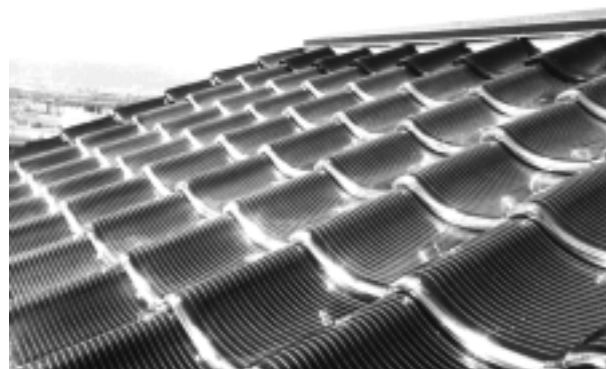
Fonte: SOLARBUZZ, 2006

Até 1997, o silício empregado na produção de células solares policristalinas era proveniente do rejeito da indústria de microeletrônica. Considerando as diferenças de exigências da especificação do silício para aplicação em microeletrônica e para a área fotovoltaica, além dos custos envolvidos no processo, surgiu um especial interesse na busca de rotas mais econômicas para a produção de silício grau solar. Por isso, nos últimos cinco anos, importantes investimentos nessa tecnologia começaram a ser feitos, em grande parte impulsionados pela subida dos preços do petróleo.

Atualmente, está em crescimento a utilização de células fotovoltaicas de filme fino, feitas principalmente de silício amorfo hidrogenado. Essa tecnologia, quando comparada com as outras existentes no mercado, consome pouca matéria-prima e energia, pois utiliza processos automatizados que barateiam a produção em larga escala. Outro fator importante para o aumento desse mercado é que, por ser leve e muito fino, o módulo fotovoltaico possui boa aparência, como mostra a Figura 5.

Figura 5

Telhas de placa solar fotovoltaica

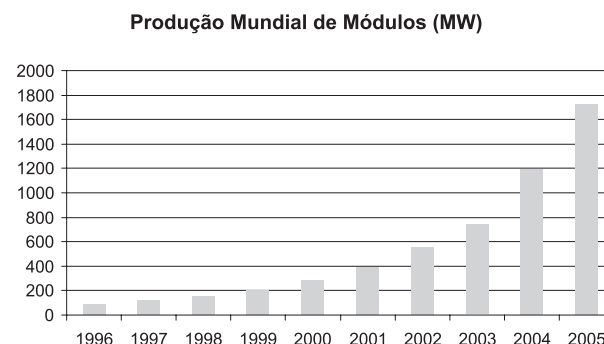


Fonte: RÜTHER: 2006.

Nos últimos 10 anos, a indústria fotovoltaica tem crescido significativamente em decorrência de programas governamentais de incentivo ao uso de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede elétrica (Gráfico 2).

Gráfico 2

Crescimento da produção mundial de painéis fotovoltaicos



A demanda pelo silício de grau solar tem aumentado muito rapidamente, sendo estimado um crescimento médio de 25% ao ano para os próximos dez anos. O consumo de silício policristalino e a projeção de demanda para 2010 estão apresentados na Tabela 3, já levando em conta o aumento para 12% da participação no mercado das tecnologias fotovoltaicas de filmes finos e não-convencionais.

Tabela 3
Previsão do mercado mundial de painéis fotovoltaicos em 2010

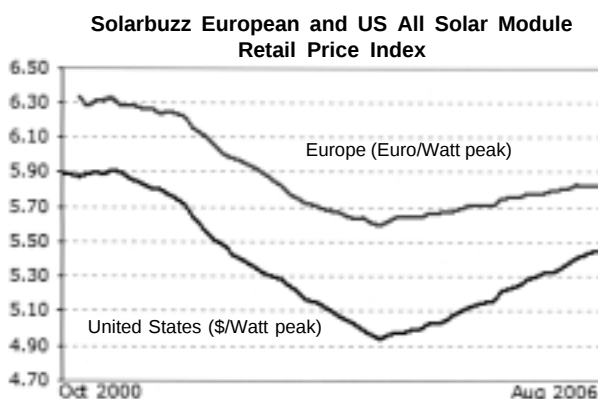
	2005	2010
Produção (MWp)	1818	5000
Silício (1000 t)	15	30
Custo do Si (Euro/kg)*	50	30-40
Consumo de Si (g/Wp)	11	7,5
Espessura (µm)	250	100-130
Eficiência (%)	14-15	17
Filmes finos+NC (%)	9,6	12

Fonte: Previsões da Associação Europeia da Indústria Fotovoltaica – EPIA

*Preços de 2003

Apesar do aumento de escala da indústria, os preços dos módulos fotovoltaicos têm aumentado a partir de 2003. Esse fenômeno é decorrente da crescente demanda por silício purificado e pelo aumento, em menor ritmo, da oferta. (Figura 6)

Figura 6
Evolução dos preços de módulos fotovoltaicos



Fonte: SOLARBIZZ, 2006

A PETROBRAS possui cerca de 100 kW instalados em painéis fotovoltaicos de baixa potência – até 3kW – para diversas finalidades: proteção catódica para dutos enterrados, suprimento de energia elétrica para instrumentação, controle e sinalização de pequenas plataformas de petróleo. Merece destaque a unidade piloto de bombeio de petróleo acionado por painéis fotovoltaicos, instalada em Mossoró, Rio Grande do Norte. O sistema foi inaugurado em janeiro de 2004 e conta com doze módulos de 64 Wp, totalizando 768 Wp, um banco de

baterias com oito baterias de 105 Ah, 12 volts, configuradas para fornecer 24 volts e 420 Ah. A capacidade de bombeamento é de 0,7 m³/dia de petróleo e houve uma redução de potência consumida de 3 HP para 1 HP. O investimento nesse sistema foi da ordem de 150 mil reais.

Energia termossolar

A energia solar é a fonte primordial de energia do planeta, uma vez que todas as formas de energia existentes são originadas da ação de radiação solar sobre a Terra. Essa radiação, que incide sobre a superfície do planeta, é cerca de 10.000 vezes superior à demanda bruta de energia atual da humanidade.

A energia solar para a geração térmica é uma tecnologia limpa, ainda pouco explorada no Brasil apesar do seu grande potencial. Quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluídos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica.

O Brasil possui um ótimo índice de radiação solar, principalmente na região Nordeste. No Semi-árido estão os melhores índices, com valores típicos de 1.752 a 2.190 kWh/m² por ano de radiação incidente. Isso posiciona o local entre as regiões do mundo com maior potencial de energia solar. Essas especificidades, como clima quente e alto índice de insolação ao longo do ano, compõem um quadro altamente favorável ao aproveitamento em larga escala da energia solar. A maioria das aplicações dos sistemas termossolares é para fornecimento de água quente para banho e cozinha em residências, hotéis e instalações hospitalares e industriais, bem como para aquecimento de piscinas.

As ações da PETROBRAS na área termossolar, inicialmente, focaram nos sistemas de aquecimento de água de restaurantes e vestiários de unidades industriais, antes alimentados por energia elétrica ou por gás, mas que agora estão operando utilizando energia termossolar. Na Tabela 4 apresentamos os projetos termossolares já instalados e os em implantação nas unidades industriais da PETROBRAS.

Tabela 4
Sistemas termossolares instalados e em
implantação nas unidades industriais da
Petrobras

Unidade PETROBRAS	Estado	Ano de Operação	Área (m ²)	Economia Anual (MWh/ano)
REGAP	MG	2003	550	243
RECAP	SP	2004	180	140
REDUC	RJ	2005	665	230
FAFEN	SE	2006	130	140
FAFEN	BA	Setembro de 2006	115	107
RLAM	AM	Setembro de 2006	284	270
EDIBA	BA	Outubro de 2006	52	48

Fonte: PETROBRAS, 2006

Nas Figuras 7 e 8, apresentamos fotos de alguns dos sistemas termossolares instalados na PETROBRAS.

Figura 7
Sistema termossolar - Regap



Figura 8
Sistema termossolar Reduc



Através de parcerias com instituições de ensino, criaram-se projetos de desenvolvimento de coletores solares térmicos de alto desempenho, visando a criação futura de centrais heliotérmicas de geração de energia elétrica, projeto em desenvolvimento na CO-PPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como também o fogão solar, sistemas de refrigeração, dessalinização e de aquecimento híbridos gás-energia-solar, que estão sendo desenvolvidos na Universidade Federal do Ceará. Outros projetos de aquecimento termossolar para geração de vapor estarão sendo viabilizados ainda em 2006, visando aumentar o percentual de energia limpa na matriz energética da empresa.

Na área tecnológica, a PETROBRAS busca o domínio da produção de energia elétrica, transformação de energia solar em calor e frio, assim como construção de equipamentos e sistemas. Na área de pesquisa estão sendo feitos testes com um sistema de refrigeração híbrido solar-gás natural, buscando investigar o desempenho e avaliar os custos associados. Sistemas de refrigeração termossolares podem ter uso em comunidades isoladas, como, por exemplo, aquelas de economia pesqueira no Brasil.

Estão também sendo feitos testes experimentais com fogão solar com e sem armazenamento de calor, e desenvolvimento da tecnologia necessária para a fabricação nacional de coletores solares térmicos de alto desempenho, além da fabricação e montagem de um dessalinizador solar passivo – Cuba Solar.

Biomassa

Diferentes materiais de origem vegetal ou animal podem ser aproveitados para geração de calor e eletricidade, recebendo a denominação genérica de **biomassa**. Dentre esses materiais, a lenha é o de mais antiga utilização, tendo no Brasil ainda uma grande importância como combustível para fins energéticos, em especial nas regiões de menor desenvolvimento econômico.

Mesmo a biomassa sendo uma fonte renovável, seu impacto ambiental pode ser negativo quando a vegetação nativa é usada de modo indiscriminado.

Entretanto, inúmeros restos orgânicos descartados no lixo urbano, dejetos humanos e de animais, além de resíduos das indústrias agrícola e alimentícia, como bagaço de cana e lascas de madeira, podem ser utiliza-

dos para fins de geração de calor e eletricidade. Isso contribui não só para a melhoria das condições ambientais com a reciclagem de rejeitos que seriam descartados para o meio ambiente, como também ajuda a promover um desenvolvimento sustentável através da ampliação da atividade econômica da indústria local.

A energia proveniente da biomassa tem ainda a grande vantagem de gerar energia elétrica próxima ao local de consumo, reduzindo os gastos com transmissão.

O processo mais usual de geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil é a combustão direta, gerando vapor para acionar uma turbina acoplada a um gerador elétrico.

A Tabela 5 apresenta o panorama brasileiro de usinas termelétricas que utilizam a biomassa via queima direta, de acordo com o tipo de combustível, a quantidade de usinas em operação e a capacidade instalada.

Tabela 5
Usinas termelétricas a biomassa instaladas no Brasil

Tipo de Combustível	Quantidade de Usinas (Unidades)	Capacidade Instalada (MW)
Resíduos de madeira	17	116
Bagaço de cana	188	1.929,9
Lixívia	11	649,2
Casca de arroz	2	6,4
Biogás	2	20
Carvão vegetal	1	8
TOTAL	221 unidades	2.729,5 MW

Fonte: ANEEL (2004)

Os preços estabelecidos no PROINFA para compra da eletricidade gerada por meio de diferentes tipos de combustíveis de origem orgânica ou biomassa estão representados na Tabela 6, de acordo com a Portaria nº 45, de 30 de março de 2004, do MME.

Tabela 6
Preços de remuneração da energia no Proinfa

Tipo de Combustível	Preço por MWh (em R\$)
Bagaço-de-cana	93,77
Casca de arroz	103,20
Madeira (cavaco ou serragem)	101,35
Biogás de aterro sanitário	169,08

Fonte MME (2004)

Além da queima direta, existem outros modos para processamento da biomassa, visando a sua utilização como insumo energético, que incluem a fermentação, a hidrólise, a pirólise e a gaseificação. A hidrólise, ácida ou enzimática, é uma tecnologia que desponta com grandes possibilidades de sucesso. Quando for implantado comercialmente, o processo de produção a partir da hidrólise das folhas e bagaço da cana permitirá dobrar a produção atual de etanol no Brasil.

Um grande potencial de ampliação de geração de energia elétrica no Brasil é a otimização das usinas de álcool e açúcar. Aumentando-se a eficiência energética das usinas, ou seja, substituindo as caldeiras e turbinas antigas por equipamentos atuais que operem com uma maior pressão e temperatura de vapor, haveria melhora no rendimento do sistema, possibilitando às usinas exportarem a energia excedente.

Energia hidráulica de pequenas centrais hidrelétricas – PCH's

O aumento da demanda de energia trouxe para o Brasil a retomada da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), cujo ciclo foi interrompido com a construção das grandes barragens como Três Marias, Itaipu e Tucuruí, entre outras. Nessa época, as PCH's tornaram-se economicamente pouco viáveis, tanto pelo custo do kW instalado quanto pelo custo de operação. Atualmente, no entanto, as restrições ambientais às grandes áreas alagadas fazem com que Pequenas Centrais Hidrelétricas tornem-se mais atrativas.

O aproveitamento hidrelétrico, com potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, destinado à produção independente, auto-produção ou produção independente autônoma, pode ser classificado como Pequena Central Hidrelétrica – PCH, segundo a Resolução nº 652/2003 da ANEEL.

Os custos médios de construção das PCH's variam muito em função de características como local de instalação, altura de queda e tipo de máquina, entre outros. Um valor considerado bom para empreendimentos em pequenas centrais é de R\$ 2.400,00 por kW instalado (CERPCH, 2006), com variações para mais e para menos de cerca de R\$ 500,00. Valores mais precisos só podem ser calculados com o arranjo e o projeto básico definidos.

Os preços da energia oriunda das PCH's variam entre R\$ 131,00 e R\$ 138,00 quando vendida dentro do PROINFA; entre R\$ 115,00 e R\$ 120,00 quando vendida para as distribuidoras; e de R\$ 145,00 a R\$ 150,00 para o consumidor direto e nos leilões de energia.

Segundo a ANEEL (2006), há em torno de 264 PCH's em operação, com potência outorgada de aproximadamente 1.400 MW. Além disso, 39 centrais estão sendo construídas com potência em torno de 622 MW, enquanto outras 218 foram outorgadas, com potência aproximada de 3.421 MW.

CONCLUSÃO

A atuação da PETROBRAS para atenuar a dependência do país em relação ao petróleo importado iniciou-se muito antes da atual preocupação mundial de redução de poluentes e preservação das fontes de energia.

Já na década de 70, os investimentos na pesquisa do álcool como combustível veicular estavam bem avançados, e o país caminhava para o desenvolvimento de uma tecnologia de ponta na produção desse combustível renovável. O apoio ao PROÁLCOOL foi a primeira grande ação da empresa nesse sentido.

A partir da década de 90, o destaque mundial para a questão do meio ambiente e de sua sustentabilidade despertou o interesse de outros países pela tecnologia desenvolvida no Brasil, angariando novas políticas e investimentos para o país. Desde então, o Brasil passou a ser visto como uma das potências energéticas mundiais, com reconhecimento por sua potencialidade para novos negócios.

Nesse panorama, o Programa Brasileiro de Biodiesel ultrapassa as questões de utilização das energias renováveis e avança na geração de empregos, visando a melhoria social, estimulando vários setores em direção a sua produção, desde pequenos produtores da agricultura familiar até investidores interessados na produção do biocombustível, passando pelo âmbito dos governos federal, esta-

duais e municipais interessados em seu desenvolvimento. O desafio criado pelo Programa Brasileiro de Biodiesel é que sejam mobilizadas, de forma integrada, as capacitações dos setores industriais, agrícolas, de desenvolvimento e pesquisa, institui-

ções de assistência técnica e cooperativas a fim de obtermos os benefícios sociais e econômicos esperados.

Para impulsioná-lo, o governo federal introduziu, através da lei nº 11.097, de 13.01.2005, a obrigatoriedade da adição de biodiesel ao diesel a partir de 2008. A tendência é que nos próximos anos a produção de biodiesel no Brasil esteja bem estruturada. A PETROBRAS tem como meta tornar-se a maior produtora de biodiesel no país, produzindo 855 mil m³/ano em 2011. Os investimentos da PETROBRAS na área de energia, a partir de fontes renováveis, não se limitam apenas aos biocombustíveis, abrangendo também a energia eólica, solar, bio-

massa e hidráulica nas chamadas PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas). Tais investimentos têm tido seu reflexo na reconhecida tecnologia que o país vem desenvolvendo nessa área, em grande parte com o investimento da empresa, contribuindo não apenas para a geração de novos negócios, mas também para o reconhecimento cada vez mais amplo de sua atuação no cenário mundial.

REFERÊNCIAS

ANEEL. *Acompanhamento de Autorizações das PCH's*. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em 08 jun. 2006.

BRAGA, A. F. B. *Estado-da-Arte para o desenvolvimento de rotas de baixo custo para a produção de silício de grau solar: a rota metalúrgica*. Rio de Janeiro, 2006. Palestra proferida no Hotel Glória, no Comitê Tecnológico Estratégico de Gás, Energia e Desenvolvimento Sustentável, COMEG 2006.

BTM Consult ApS. *WORLD MARKET UPDATE 2005*. Slide: World Market Growth rates 2000-2005, mar. 2006. Disponível em www.btm.dk. Acesso em: 03. jul. 2006.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS. *Estado da arte das pequenas centrais hidrelétricas*. Itajubá-MG: CERPCH, 2006.

CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA. *Atlas do potencial eólico brasileiro*. Brasília, DF: CEPEL, 2001

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Consolidação do mercado de energia elétrica e da economia 2005*. Brasília, DF, EPE, 2006. (Relatório de 2006).

INFORMAÇÃO UNICA. São Paulo: Assessoria de Comunicação da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, v.8, n. 69, mar./abr. 2006.

MOLLY, J.P. *Questões técnicas, econômicas e políticas da energia eólica*. Rio de Janeiro 2006. Palestra proferida no Hotel

Glória, no Comitê Tecnológico Estratégico de Gás, Energia e Desenvolvimento Sustentável. COMEG 2006.

PETROBRAS. *Relatório do grupo de trabalho do biodiesel*. Rio de Janeiro, 2004.

_____. *Relatório do grupo de trabalho do Álcool*. Rio de Janeiro, 2004.

SOLARBUZZ. *Relatório anual da indústria solar fotovoltaica*. Disponível em: www.solarbuzz.com. Acesso em 29. jun.2006.

RÜTHER, Ricardo. *Tecnologias fotovoltaicas de filmes finos: estado-da-arte*. Rio de Janeiro, 2006. Palestra proferida no Hotel Glória, no Comitê Tecnológico Estratégico de Gás, Energia e Desenvolvimento Sustentável, COMEG 2006.

Políticas públicas e energias renováveis: propostas de ações de indução à diversificação da matriz energética na Bahia

Roberto Fortuna Carneiro, Pauletti Karllien Rocha***

Resumo

Ao longo dos tempos, o modelo de desenvolvimento vigente baseia-se na energia originária dos combustíveis fósseis e não renováveis, sendo o petróleo a principal fonte, seguida do carvão mineral e do gás natural, todas responsáveis por uma grande parcela dos desequilíbrios ambientais enfrentados na atualidade. Com o possível esgotamento das reservas mundiais de petróleo, faz-se necessário uma diversificação da matriz energética visando a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Dessa forma, o novo paradigma energético para a sustentabilidade deverá ter como pilares as fontes de energia renováveis. Muitos esforços têm sido feitos em todo o mundo no sentido da utilização dessas energias. Para isso, faz-se necessário a consolidação de políticas públicas que estruturam a oferta para atender eficazmente essa nova demanda. Nesse sentido, o presente artigo tratará da importância das políticas públicas para o desenvolvimento do setor energético e destacará as ações em execução pelos governos federal e estadual no sentido de diversificação da matriz energética local. Ao final, serão propostas algumas ações de intervenção no sentido de contribuir para esse debate na Bahia.

Palavras-chave: energias renováveis, políticas públicas, bioenergia, diversificação da matriz energética.

Abstract

Presently development is based, as it was throughout the ages, on energy derived from non-renewable fossil fuels, being oil the main source, followed by coal and natural gas. These sources are greatly responsible for the environmental imbalance we face in the present days. The possibility of a worldwide exhaustion of the oil reserves makes it necessary to diversify the energy matrix aiming economic, social and environmental sustainability. Therefore, the new energy paradigm aiming sustainability must have renewable energy sources as pillars. Many efforts have been made worldwide to use this type of energy and, for that, public policies must be consolidated to structure the offer and attend this new demand efficiently. Therefore, this paper will deal with the importance of public policies for the energy sector development and will highlight the actions being carried out by the Federal and State Government of Bahia towards the diversification of the local energy matrix. To finalize, intervention actions will be suggested aiming to contribute with this debate in Bahia.

Key words: renewable energies, public policies, bioenergy, energy matrix diversification.

* Diretor de Fortalecimento Tecnológico Empresarial da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação - SECTI e Coordenador do Probiodiesel Bahia. Professor dos cursos de Administração do Centro Universitário da Bahia - FIB e da Faculdade Baiana de Ciências - FABAC. rcarneiro@secti.ba.gov.br.

** Eng^a Agrônoma e Coordenadora Técnica da Rede Baiana de Biocombustíveis. Professora do curso de Administração com Habilitação em Agonegócios da Fundação Visconde de Cairu. pauletti.rocha@uol.com.br.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é analisar o papel das políticas públicas como elemento de indução e estruturação de um setor estratégico para a atividade socioeconômica: o de energia. Para tanto, será realizada uma rápida abordagem acerca da importância das políticas públicas como elemento de promoção do desenvolvimento de atividades sócio-produtivas e uma breve análise do conceito de energias renováveis. Após essa etapa de contextualização, verificaremos como o Estado vem atuando para fomentar, estruturar e regular essa atividade em nível mundial, nacional e estadual. Ao final, serão propostas algumas ações no sentido de contribuir para esse debate na Bahia.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta contextualização está dividida em três partes: a primeira vai analisar a importância do planejamento governamental para promover o desenvolvimento de um país ou de uma indústria; a segunda abordará a importância da energia como condição *sine qua non* para esse desenvolvimento, principalmente as energias renováveis, pelo seu caráter estratégico em um mundo dependente de uma fonte finita de energia; e, por último, uma síntese das partes anteriores no sentido de tentar demonstrar que, em função das características do setor de energia, principalmente das renováveis, uma ação governamental planejada é de vital importância para garantir o perfeito desenvolvimento do setor de maneira sustentável.

O Estado e as políticas públicas de caráter estruturante

Durante muito tempo, duas correntes teóricas travaram um embate acerca do papel do Estado como agente promotor do desenvolvimento de novos setores da atividade econômica: a Neoclássica, da teoria econômica tradicional, e a Estruturalista, basicamente schumpeteriana e neo-schumpeteriana. Para a primeira não há necessidade de intervenção do governo sobre a liberdade decisória dos agentes econômicos, já que a competição perfeita do mercado fornece os estí-

mulos necessários à melhor alocação dos recursos disponíveis. Essa análise é, fundamentalmente, microeconômica e baseada no comportamento de atores individuais e nas condições de um equilíbrio estático. Não considera a existência de crises econômicas, porém, afirma que em determinadas situações o mercado não propicia a minimização dos custos de oportunidade dos recursos ocorrendo as “falhas de mercado”. As principais falhas de mercado podem ser descritas como: externalidades, informação assimétrica ou imperfeita, bens públicos e poder de monopólio. Na análise microeconômica da Teoria Neoclássica, o Estado atua como obstáculo à otimização de recursos, coisa que as forças de mercado produziram na ausência da interferência governamental.

A segunda corrente, a Estruturalista, principalmente a de base neo-schumpeteriana, aceita que os fatores produtivos de uma nação podem ser criados, a exemplo da força de trabalho qualificada, da consolidação de uma base científico-tecnológico (PORTER, 1990) e, principalmente, das transformações causadas pelo progresso técnico na base produtiva (SCHUMPETER, 1982).

Para essa corrente, o Estado, na realidade, exerce de forma significativa, principalmente nos países em desenvolvimento ou de desenvolvimento recente, forte intervenção na economia. Além dos exemplos citados acima podem também ser criadas políticas governamentais para financiamento de exportações de bens e serviços e importações de bens de capital, apoio a indústrias selecionadas, concessão de subsídios, entre outros. Essa intervenção se dá através de um aparato político-institucional (DAHAB; TEIXEIRA, 1990) que é uma tentativa do Estado de superar as falhas existentes no mercado, sobretudo em tecnologia e finanças, que impedem ora a combinação adequada dos fatores de produção existentes, ora o crescimento da dotação nacional de fatores. Seu objetivo é criar, portanto, vantagens comparativas dinâmicas para as indústrias e empresas locais.

Outros autores, entre eles Hasenclever (1991), Hagenauer (1989) e Perez (1989), analisaram o processo de intervenção estatal através de políticas tais como: política de competição, para influenciar o mercado; políticas regionais, para localização de atividades econômicas; políticas de inovação, para influenciar a tecnologia utilizada pelas empresas; e políticas comerciais. Uma

das principais é a de apoio à inovação, através da criação de sistemas nacionais e locais de inovação.

A ação de intervenção governamental através das políticas públicas é, portanto, um elemento de suporte às atividades socioeconômicas que não pode ser minimizado na sua importância para o desenvolvimento de setores produtivos, regiões e países.

Energia: recurso estratégico para o desenvolvimento de uma nação

A energia sempre teve um papel fundamental no desenvolvimento e crescimento de um país. Cada vez mais se faz necessário o uso das fontes energéticas, renováveis ou não, para a produção de alimentos, bens de consumo e de serviços, lazer e, principalmente, para promover o desenvolvimento econômico, social e cultural.

A energia pode ser classificada em dois tipos: não-renovável ou fóssil e renovável. Como energia fóssil destacam-se as originadas do petróleo, como gasolina, diesel, querosene e gás natural. As renováveis podem ser classificadas em energia solar (painel solar, célula fotovoltaica), energia eólica (turbina eólica, catavento), energia hídrica (roda d'água, turbina aquática, PCHs – pequenas centrais hidrelétricas), biomassa (matéria de origem vegetal, a exemplo da produção de etanol e biodiesel, *pellets*, sistemas de gaseificação), energia obtida dos oceanos e a geotérmica.

Apesar do largo domínio das energias provenientes de fontes fósseis na matriz energética mundial,¹ existe um grande esforço internacional em desenvolver tecnologias para produção e uso de energias limpas. Esse esforço decorre de uma conjunção de fatores que favorecem a mudança para uma nova matriz energética de base renovável, em que haja a substituição gradual do petróleo como matéria-prima para a produção de combustíveis ou insumo para a indústria química. Os fatores são:

A energia sempre teve um papel fundamental no desenvolvimento e crescimento de um país. Cada vez mais se faz necessário o uso das fontes energéticas, renováveis ou não, para a produção de alimentos, bens de consumo e de serviços, lazer e, principalmente, para promover o desenvolvimento econômico, social e cultural

Esgotamento das reservas de petróleo. Dados da Revisão Estatística de Energia Mundial de 2004, da *British Petroleum*, e constantes do Plano Nacional de Agroenergia 2005, estimam que existiam reservas de 2,3 trilhões de barris de petróleo antes de sua exploração. As atuais reservas comprovadas do mundo, segundo a mesma fonte, somam 1,137 trilhões de barris. Essas reservas permitem suprir a demanda mundial por um período de 40 a 50 anos, mantido o atual nível de consumo.

O fator geopolítico. O Oriente Médio e os países exportadores (OPEP) dominam 78% das reservas mundiais de petróleo. A vitória do Hamas nas eleições palestinas e a crise internacional provocada pela polêmica produção de energia nuclear pelo Irã só agravam o já complicado palco de disputas políticas e bélicas do Oriente Médio. Todos esses fatores provocaram, nos últimos anos, fortes impactos sobre os preços, os fluxos de abastecimento e o cumprimento de contratos de fornecimento. Essa pressão fez com que nos últimos 30 anos a valorização real do petróleo fosse de 505%, sendo de 85% entre o final de 2004 e meados de 2005 (BRASIL, 2005).

Demanda crescente de energia. Estudos do Banco Mundial (WORLD BANK, 2004) e da International Energy Agency (2004) demonstram que além do crescimento econômico natural que os países apresentam, a globalização cultural e de mercados e a assimilação de costumes de países ricos pelos emergentes também provoca uma forte pressão de consumo energético. Enquanto os países ricos aumentaram seu consumo em menos de 100%, nos últimos 20 anos, no mesmo período, a Coreia do Sul aumentou sua demanda em 306%, a Índia em 240%, a China em 192% e o Brasil em 88%. Segundo Mussa (2003), a demanda projetada de energia no mundo aumentará 1,7% ao ano, de 2000 a 2030, quando alcançará 15,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por ano.

As mudanças climáticas globais registradas nos últimos anos induzem a uma crescente pressão da sociedade civil organizada para que os países ela-

¹ Atualmente, 80% da matriz é de fontes de carbono fóssil, com 36% de petróleo, 23% de carvão e 21% de gás natural (IEA, 2004).

borem políticas globais de redução da poluição. A taxa de acumulação de gás carbônico (CO₂) na atmosfera da Terra, principal responsável pelo aquecimento anormal do globo, aumentou mais de 2 ppm ao longo dos biênios 2001/2002 e 2002/2003. Nos anos anteriores, essa taxa de crescimento havia sido de 1,5 ppm.

Em função desses fatores, a corrida internacional para o desenvolvimento de programas de pesquisa, produção e uso de energias renováveis ganhou dimensões estratégicas, quer seja pela busca da auto-suficiência quer pela liderança tecnológica e comercial do setor.

Na área de produção e uso de biocombustíveis, por exemplo, os EUA querem superar a produção brasileira de álcool já em 2007, com 17 bilhões de litros por ano, utilizando o milho como matéria-prima. O país já possui grandes usinas de produção de biodiesel à base de soja e o percentual de mistura ao diesel é de 20%. A energia eólica também é fortemente explorada, além das pesquisas com células de hidrogênio.

Na Europa, a Diretiva 2003/30/CE do Parlamento Europeu, de 08 de maio de 2003, adotou uma estratégia em favor do desenvolvimento sustentável que consiste numa série de medidas, entre as quais o desenvolvimento dos biocombustíveis. Nesse objetivo, se preparam para a substituição de 20% dos combustíveis convencionais por combustíveis alternativos no setor dos transportes rodoviários até 2020. A Segunda Cúpula Mundial de Fontes de Energia Renováveis, realizada na Alemanha, aprovou a criação de uma agência internacional para estimular o desenvolvimento das energias limpas no planeta, batizada de IRENA – *International Renewable Energy Agency (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2004)*.

A grande preocupação desses países com o desenvolvimento de energias renováveis se explica em função tanto dos quatro pontos abordados acima quanto pelo fato das grandes limitações edafoclimáticas que possuem. Além disso, à exceção dos EUA, não podem, devido a limitações geográficas, ampliar a área de agricultura energética sem competir com outros usos da terra, principalmente

para a produção de alimentos. O Brasil, por sua vez, é um país estratégico para a produção de energias renováveis em função de suas imensas extensões territoriais, excelentes condições edafoclimáticas, forte incidência de radiação solar e do potencial eólico das regiões costeiras. Isso permitiu que o país detivesse uma das mais limpas matrizes energéticas do mundo. Estimativas da IEA mostram que 35,9% da energia fornecida no Brasil são de origem renovável. No mundo, esse valor é de 13,5%, enquanto nos Estados Unidos é de apenas 4,3% (Tabela 1).

Tabela 1
Suprimento mundial de energia

País	Suprimento Primário de Energia (TEP)*	Energia Renovável (TEP)*	Energia Renovável (%)
Argentina	57,6	6,2	10,8
Austrália	115,6	6,6	5,7
Brasil	185,1	66,4	35,9
França	265,6	18,6	7,0
Alemanha	351,1	9,2	2,6
Reino Unido	235,2	2,5	1,1
Estados Unidos	2.281,4	99,1	4,3
Mundo	10.038,3	1.351,9	13,5

Fonte: IEA - *Renewables Information 2004, Table 1, p.8.*

* Tonelada Equivalente de Petróleo

O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS COMO INDUTORAS DA ENERGIA RENOVÁVEL NA MATRIZ ENERGÉTICA

Como afirmado anteriormente, o Brasil apresenta condições ideais para ser, num futuro relativamente curto, o maior produtor mundial de energias renováveis. As condições locais são favoráveis tanto para a energia solar e eólica quanto para a potência hídrica e para os recursos de biomassa (com destaque para três grandes vertentes: o etanol, o biodiesel e os derivados de madeira). Essas condições creditam o país a ser um dos principais receptores de recursos financeiros provenientes do mercado de carbono no segmento de produção e uso de bioenergia.

Porém, a baixa difusão tecnológica, que nos deixa à margem das normas de qualidade internacionalmente definidas, os relativamente elevados investimentos iniciais, a limitada capacidade de pesquisa de muitas de nossas universidades e o desco-

nhecimento do setor privado das vantagens de uma maior utilização da biomassa como fonte de energia, constituem, na prática, obstáculos para uma maior valorização da bioenergia.

Ou seja, ainda existem fortes condicionantes ao pleno aproveitamento da energia renovável, sejam tecnológicos, políticos, culturais, econômicos, sociais, comerciais ou ambientais. A eliminação desses pontos críticos requer a construção de instalações em escala eficiente, uma pesquisa vigorosa de reduções de custo pela experiência, um controle rígido de custos e das despesas em gerais e a minimização do custo em áreas como P&D, assistência técnica, distribuição, etc. A solução de muitas dessas questões são inerentes e internas à firma, porém, é possível uma intervenção governamental através da elaboração de um conjunto de políticas públicas de regulação, de investimento direto, subsídios, regulação de quantidades, etc.

Que ações vêm sendo realizadas, portanto, no âmbito do Governo Federal, para modificar esse cenário? Quais os principais programas implantados e que possam como objetivo principal tornar mais competitivo o custo da energia obtida de fontes renováveis? Responder essas perguntas é o objetivo do item a seguir.

Principais ações estruturantes na esfera federal

Os programas listados a seguir constituem o marco referencial nacional para o setor energético. A relação não é exaustiva, porém, inclui os mais significativos.

Programa Nacional do Alcool – PROÁLCOOL

Instituído pelo Decreto 76.593, de 14 de novembro de 1975, o programa visa o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos. O Decreto criou também o Instituto do Açúcar e do Alcool para controlar a indústria sucroalcooleira, ação julgada necessária devido ao papel estratégico do açúcar na pauta de exportações e do álcool na matriz energética. O mercado de álcool combustível, apesar do ambiente de livre mercado vigente, possui algumas características que impõem ao Governo a necessidade de dispor de me-

canismos de regulação, principalmente devido à sua produção ser sazonal, o que leva à formação de estoques – demandando capital de giro a baixo custo – como forma de minimizar os riscos de flutuação de preços e de desabastecimento do mercado no final da entressafra.

Mais recentemente, o Governo Federal promulgou a Lei 10.336, de 19 de dezembro de 2001, que instituiu a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e derivados, gás natural e derivados e álcool etílico combustível, e a Lei 10.453, de 13 de maio de 2002, que definiu o conjunto de instrumentos de política econômica por meio dos quais o Governo poderá intervir na produção e comercialização do álcool combustível.

Outras ações de destaque foram a fixação dos níveis de mistura do álcool anidro à gasolina e a fixação de alíquotas menores do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI para os veículos movidos a álcool, exceto para aqueles de até 1.000 cilindradas.

Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos – PROÓLEO

Instituído em 1975 pela Resolução nº 7 do Conselho Nacional de Energia. O objetivo do programa foi o de gerar um excedente de óleo vegetal capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do petróleo. Prevvia-se uma substituição de 30% de óleo vegetal no óleo diesel, com perspectiva para a sua substituição integral a longo prazo. A chamada “crise do petróleo” (1972) foi a mola propulsora das pesquisas realizadas na época. Porém, a viabilidade econômica era questionável em valores: para 1980, a relação de preços internacionais óleos vegetais/petróleo, em barris equivalentes, era de 3,30 para o dendê; 3,54 para o girassol; 3,85 para a soja; e 4,54 para o amendoim. Com a queda dos preços do petróleo a partir de 1985, a viabilidade econômica ficou ainda mais prejudicada e o programa foi progressivamente esvaziado, embora oficialmente não tenha sido desativado.

Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – PRODEEM

Criado em 1994, este programa é coordenado pelo Departamento de Desenvolvimento Energético

(DNDE) do Ministério de Minas e Energia e tem o objetivo de viabilizar o fornecimento de energia por meio de fontes renováveis e sustentáveis às populações não atendidas pela rede elétrica convencional. O programa considera o vetor energia importante, mas não exclusivo, para o desenvolvimento social das comunidades. Dessa forma, a seleção das localidades é articulada com outras iniciativas de desenvolvimento nas áreas da saúde, educação e agricultura e com o Programa Comunidade Solidária.

Na sua execução o programa avalia aspectos fundamentais relativos à sustentabilidade técnica, econômica e comercial de geração de energia em áreas isoladas, utilizando fontes alternativas (solar, eólica, biomassa e micro centrais hidrelétricas). Dentre esses aspectos, destacam-se: constituição de agentes instaladores dos equipamentos, treinamento de técnicos e usuários, formas de recuperação de custos de operação e manutenção, criação de rede local de distribuidores de equipamentos e o acompanhamento do desempenho dos equipamentos e de suas consequências sobre as comunidades. Nos aspectos de treinamento e acompanhamento, ressalta o papel dos centros tecnológicos estaduais (universidades e escolas técnicas) que, em conjunto com o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – Cepel, serão os responsáveis pela consolidação de capacitação e de informação necessárias à difusão intensiva do PRODEEM.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

A Agência é uma autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia – MME. Foi criada pela Lei 9.427, de 26 de dezembro de 1996 e tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e deles com os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores; e assegurar a universalização dos serviços.

A missão da Agência é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.

Programa Nacional de Incentivo às Fontes Alternativas – PROINFRA

Criado em 26 de abril de 2002, pela Lei 10.438, e revalidado pela Lei 10.762, de 11 de novembro de 2003. O programa tem por objetivo a diversificação da matriz energética a partir do aumento da participação das fontes renováveis de energia. É conferido enfoque na co-geração a partir de resíduos de biomassa, nas pequenas centrais hidrelétricas e na energia eólica (BRASIL, 2006).

Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB

É apresentado pelo governo como um instrumento de inclusão social e de desenvolvimento regional a partir da produção e uso do biodiesel de forma sustentável. O principal instrumento é a Lei 11.097, de janeiro de 2005, que estabelece como meta o percentual mínimo obrigatório de 5% de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado até o consumidor final, a ser alcançado no prazo de oito anos, sendo de três anos o prazo para atingir o percentual mínimo obrigatório intermediário de 2%.

Plano Nacional de Agroenergia (2005)

Integra a concepção e ações estratégicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em relação ao aproveitamento de produtos agrícolas para a produção de energia renovável. Orienta-se pelas diretrizes gerais de Governo, particularmente no documento de Diretrizes de Política de Agroenergia. O Plano contempla as principais cadeias produtivas (etanol, biodiesel, biomassa florestal, biogás e resíduos agropecuários e da agroindústria) e sistemas conexos, de forma integrada com os princípios do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O objetivo geral do Plano é desenvolver e transferir conhecimento e tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia e o uso racional da energia renovável, visando a competitividade do agronegócio brasileiro e o suporte às políticas públicas. Os objetivos específicos pretendem: conceder apoio à mudança da matriz energética, com vistas à sua sustentabilidade; aumentar a participação de fontes de agroenergia na composição da matriz energética; e gerar condições para permitir a

interiorização e regionalização do desenvolvimento. O fator ambiental também está presente, pois o plano objetiva contribuir para a redução das emissões de gases do efeito estufa.

Diretrizes de Política de Agroenergia (2006-2011)

O documento tem como pano de fundo a análise da realidade e das perspectivas da matriz energética mundial. Estabelece um direcionamento nas políticas e ações públicas de Ministérios diretamente envolvidos no aproveitamento de oportunidades e do potencial da agroenergia brasileira, sob parâmetros de competitividade, sustentabilidade e equidade social e regional.

Além desses programas, o Ministério de Minas e Energia elaborou um Termo de Referência, de agosto de 2005, para nortear o trabalho de consultoria técnica especializada contratada para elaboração do **Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030)**. Esse será um instrumento fundamental para o planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão do sistema nas próximas décadas através da orientação estratégica da expansão.

Outra importante ação está em discussão no Congresso Nacional: a proposta de criação da **Agência Nacional de Energias Renováveis – ANER**. A idéia foi apresentada em audiência pública, ocorrida em 16 de junho de 2004, na Comissão da Amazônia, Integração Nacional e de Desenvolvimento Regional da Câmara dos Deputados. Basicamente, o objetivo da proposta é a criação de uma agência de desenvolvimento destinada a fomentar a produção e o uso racional de energias renováveis para abastecimento dos mercados nacionais e internacionais.

Do que foi exposto, observa-se que as ações do Governo Federal nos últimos anos tiveram um caráter estruturalista e de base neo-schumpeteriana. O objetivo explícito dessas políticas foi o de criar mecanismos para a indução do investimento em P&D&I, diversificação da matriz energética, incentivo à ampliação do consumo e surgimento de novos negócios.

Uma avaliação dos resultados desse conjunto de políticas públicas aponta, por um lado, para resultados muito positivos, a exemplo do peso que a energia renovável possui na matriz energética nacional – 35,9%,

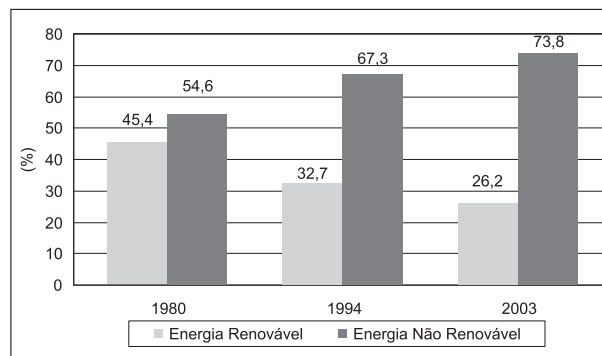
contra 13,5% no mundo e apenas 4,3% nos Estados Unidos (IEA, 2004) – e da liderança mundial na tecnologia e na produção de etanol de cana-de-açúcar. Por outro lado, existem também alguns pontos que ainda merecem atenção, como a elevada concentração da produção nacional de cana-de-açúcar, com São Paulo sendo responsável por mais de 60% da produção.

Principais ações estruturantes para as energias renováveis na Bahia

Segundo o Balanço Energético (BRASIL, 2004), a Oferta Interna de Energia (OIE) no país alcançou 14.542.000 TEP em 2003, refletindo a participação preponderante da energia não-renovável, sendo seus principais itens o petróleo e seus derivados, registrando 54,5%, e o gás natural, com 16,0%. Em relação à energia renovável, cabe destacar a participação da lenha e do carvão vegetal, com 13,5%, seguida pela energia hidráulica e elétrica, com 10,7%.

As principais modificações na estrutura da matriz energética estadual para os anos de 1980, 1994 e 2003 são apresentadas no Gráfico 1. A OIE evidenciou um aumento na participação da energia não-renovável de 54,6% para 73,8%, enquanto a parcela relativa à energia renovável teve redução de 45,4% para 26,2%, entre 1980 e 2003.

Gráfico 1
Estrutura da matriz energética da Bahia para os anos de 1980, 1994 e 2003.



Fonte: Bahia: Balanço Energético, 2004

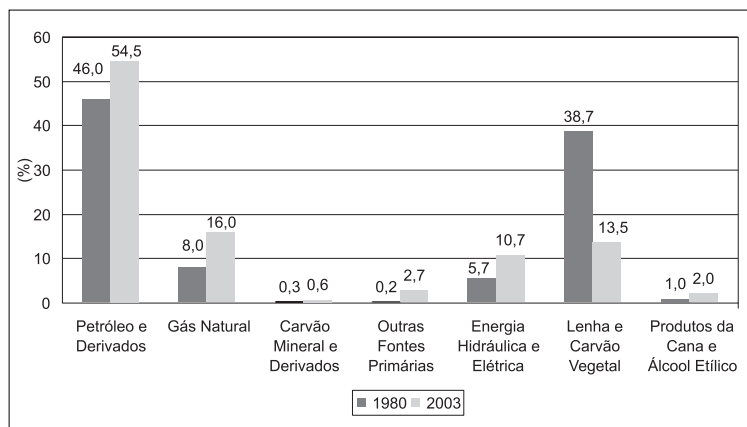
O crescimento das fontes não-renováveis deve-se do grande aumento da evolução do gás natural, registrando um incremento de 183,2%, tendo sua partici-

pação elevada de 8,0%, em 1980, para 16,0%, em 2003, principalmente pelo aumento do consumo industrial (petroquímico), que substituiu o óleo combustível por essa fonte energética. Outra contribuição para esse crescimento foi do setor de petróleo e seus derivados, que, em 2003, teve um incremento 67,7% superior ao de 1980.

Quanto à energia não-renovável, as principais modificações ocorridas estão associadas ao declínio na participação da lenha e carvão vegetal de 38,7%, em 1980, para 13,5%, em 2003, o que representou redução de 50,6% na quantidade ofertada (Gráfico 2) – por conta dos programas de eletrificação rural a partir da energia convencional e do esgotamento das fontes de matéria-prima.

A participação da energia hidráulica e elétrica assinalou crescimento de 5,7%, em 1980, para 10,7%, em 2003, ampliando sua oferta em 166,5%.

Gráfico 2
Matriz Energética da Bahia (2003)



Fonte: Bahia: Balanço Energético, 2004

As políticas públicas desenvolvidas no Estado da Bahia para o setor de energia são elaboradas com base no conjunto de Leis, Decretos e Programas que formam o marco regulatório federal para o setor. Elas estão contidas no Plano Plurianual de Investimentos – PPA, que é o instrumento norteador da política estadual de investimentos nas áreas consideradas prioritárias para um período de quatro anos. Essas prioridades são, por sua vez, ordenadas em Estratégias, Linhas de Intervenção, Programas, Projetos e Ações.

No PPA 2004-2007, o setor energético é contemplado em duas estratégias, apresentadas a seguir.

Riquezas da Boa Terra – Possui três linhas de intervenção, sendo que a que possui aderência ao tema energia é a de *Uso Sustentável dos Recursos Naturais e Culturais*, cujo programa *De Olho na Natureza: gestão dos recursos ambientais, fomento a tecnologias limpas, normatização e procedimentos* tem como objetivos o desenvolvimento de ações voltadas para a gestão ambiental e a geração e adoção de tecnologias compatíveis com o manejo sustentável do meio ambiente, permitindo que os processos produtivos se tornem cada vez mais eficientes e ambientalmente corretos. As ações desse programa são: Implantação e Recuperação de Sistema de Energia Renovável e a Realização de Pesquisas para o Levantamento do Potencial Agroflorestal e a Implantação de Florestas Energéticas. As secretarias envolvidas são: SEAGRI, SEC, SICM, SEPLAN, SESAB, SSP, SEINFRA, SEDUR E SEMARH.

Essa é a linha de intervenção mais representativa, com um orçamento previsto de R\$ 478,5 milhões, o que corresponde a 89,5% do total orçado para a estratégia.

Caminhos da Bahia – Esta estratégia possui duas linhas de intervenção, sendo a de reestruturação da matriz energética a que interessa a este artigo. Para essa estratégia o Governo reservou recursos no valor global de R\$ 3,3 bilhões, dos quais R\$ 1,5 bilhão do seu orçamento; o restante será resultado das parcerias firmadas com o Governo Federal. Caminhos da Bahia está fundamentada no *Programa Diversificação e Articulação da Matriz Energética*, que tem como objetivo promover

estudos visando o aproveitamento dos recursos energéticos do Estado, propiciando a diversificação das fontes alternativas de energia e garantindo a oferta necessária ao desenvolvimento estadual. Para esse programa foram destinados recursos no valor de R\$ 908,5 milhões, dos quais 58,2%, ou R\$ 528,5 milhões, originários de recursos do orçamento estadual e 41,8%, ou R\$ 380 milhões, provenientes de fontes extra-orçamentárias.

Como se pode observar, as energias renováveis estão plenamente contempladas no PPA nas suas diversas estratégias. Porém, ao se analisar os relatórios

anuais de governo verifica-se que o foco principal da ação governamental em renováveis é a energia elétrica de fontes hidráulicas (11% da matriz). Como a Bahia é um estado de grandes dimensões territoriais, possui a maior população rural do país e 50% do seu território no semi-árido, esse foco torna-se compreensível, pois o objetivo maior da ação governamental passa a ser o de aumentar os investimentos em sistemas de distribuição, para facilitar o acesso da população à energia. Isso pode ser observado a partir dos dados do Balanço Energético 2004, que demonstram que houve uma redução da participação de lenha e carvão vegetal de 38,7.% para 13,5% no período de 1980 a 2003. Os instrumentos principais dessa ação são as parcerias do governo estadual com os programas Luz no Campo e Luz para Todos, de âmbito federal.

A segunda fonte de energia renovável contemplada nas ações do Governo do Estado, embora não apareça no Gráfico 2, é a energia solar. Através de parceria com o PRO-DEEM e Luz Para Todos, o governo estadual realizou investimentos próprios da ordem de R\$ 3,8 milhões, em 2005, para promover o acesso da população rural à essa energia. Porém, a energia solar apresentou muitos problemas, a exemplo de roubos dos painéis em muitas propriedades do interior, dificuldades de manutenção em função das grandes distâncias envolvidas, quebras constantes dos kits, etc.

Somadas a essas ações constantes do PPA 2004-2007, formuladas no início do governo, em 2003, novas ações foram sendo construídas ao longo desse período que justificam a construção de uma política mais agressiva do ponto de vista da estruturação e consolidação das energias renováveis, nas suas diversas formas, no Estado da Bahia. Com a criação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI, em 2003, que incorporou a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, a política de CT&I do governo passou a se dar fortemente por aderência a temas estratégicos ao desenvolvimento econômico e social do Estado da Bahia.

As políticas públicas desenvolvidas no Estado da Bahia para o setor de energia são elaboradas com base no conjunto de Leis, Decretos e Programas que formam o marco regulatório federal para o setor. Elas estão contidas no Plano Plurianual de Investimentos – PPA, que é o instrumento norteador da política estadual de investimentos nas áreas consideradas prioritárias para um período de quatro anos

A ação SECTI/FAPESB, juntamente com seus parceiros (secretarias, universidades, empresas, etc.), propiciou, na área de energia e ambiente, a construção da seguinte infra-estrutura sistêmica: 1) Competência local do ponto de vista da pesquisa em energia; 2) Construção de redes interinstitucionais; e 3) Novos programas.

Competência local em CT&I

O Quadro a seguir reúne os principais grupos, laboratórios e linhas de pesquisa existentes no estado que recebem forte apoio da FAPESB.

Esses grupos de pesquisa possuem, na sua maioria, parcerias com diversas empresas, elemento vital do processo de geração e difusão de inovações no tecido produtivo. As principais são: ELETROGOES S/A – empresa geradora, transmissora e transformadora de energia elétrica do es-

tado de Rondônia; BAHIA GÁS – Companhia de Gás da Bahia; COELBA – Companhia de Eletricidade da Bahia; e CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco; PETROBRAS; FORD; IGUATEMI ENERGIA; e BRASKEM.

CONSTRUÇÃO DE REDES INTERINSTITUCIONAIS

Instituto de Energia e Ambiente – ENAM

O ENAM é, na verdade, uma rede de instituições e de pesquisadores baseados no Estado da Bahia que atuam na área de Energia e Ambiente. É uma organização essencialmente virtual que vai desempenhar um papel de integrador e ampliador das competências interinstitucionais, promovendo a intermediação entre os clientes e os executores de projetos (rede de organizações e pesquisadores).

A Missão do ENAM, definida no seu planejamento estratégico, é “Integrar e ampliar as competências de pesquisa em Energia e Ambiente (E&A), contribuindo

Tabela 2

Capacidade instalada de pesquisa em energias renováveis na Bahia

Universidade	Grupo de Pesquisa	Laboratório	Principais linhas de Pesquisa*
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC	Grupo de Bioenergia e Meio Ambiente	Laboratório e Planta piloto (1400 L/dia)	Aspectos físico-químicos do biodiesel; Rotas tecnológicas do biodiesel; Impactos ambientais (Ciclo de vida, etc.); Aproveitamento de co-produtos (biogás, compostagem, etc.).
Universidade Federal da Bahia – UFBA	Gecim – Grupo de Energia e Ciência dos Materiais	Preparação de Materiais, Caracterização por Imagem	Células a Combustível do tipo SOFC; Células a Combustível a etanol; Estudo de Membranas; Produção de biodiesel a partir de óleo de mamona e etanol.
	Grupo de Física Básica e Aplicada em Materiais Semicondutores	Lab. de Propriedades Ópticas	Física básica e aplicada em materiais semicondutores; Propriedades ópticas, eletrônicas e de transporte em semicondutores; Aplicação dos óxidos e semicondutores à conversão da energia solar.
	Energia e Gás	Energia e Gás	Petróleo e gás natural; Biodiesel e seus co-produtos; Eficiência energética e exérgica de centrais industriais; Energéticos alternativos; Modelagem, simulação e otimização de sistemas térmicos; Avaliação energética, exérgica e termoeconômica.
	Energia e Ambiente	Energia e Gás	Usos para os co-produtos de biodiesel; Soluções em energias renováveis para comunidades rurais; Energias renováveis para atividades agro-industriais e residenciais em comunidades rurais; Biogás.
	Redes Cooperativas de Pesquisa e Projetos Demonstrativos em Combustão e Gaseificação	P&D em Química. LPQ	Uso de misturas diesel-biodiesel em motores e microturbinas; Estudo das misturas diesel, etanol, biodiesel; Emissões produzidas por combustíveis.
Universidade Salvador – UNIFACS	Núcleo de Pesquisa em Energética, Química e Petroquímica	Energética Química, Catalise e Meio Ambiente	Cinética, Catalise e Ambiente; Combustíveis e Lubrificantes; Tecnologia de Processos Químicos.
Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS	Pesquisa em Meio Ambiente, Universalização, Desenvolvimento e Energias Renováveis – G-MUDE	Lab. Solar e Sistema Híbrido	Avaliação de Impactos Ambientais; Energias Renováveis; Mudanças Climáticas; Políticas de Incentivo às Energias Renováveis; Universalização do Serviço de Energia.
		Energia Solar e Fotoacústica	Estudo da radiação solar; Desenvolvimento de soluções com Energia Solar.
	Desenvolvimento de Sistemas e Processos de Análise Química	Laboratório SonoFIA	Análise de espécies químicas em amostras ambientais e de combustíveis.
		-	Petróleo e gás; tecnologia de processos; meio ambiente e metrologia.
Univ. Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF		-	Simulação de Fluidos Não-Newtonianos; Produção de Biodiesel através da Reação com Catalisadores Sólidos.

Fonte: SECTI/ENAM

* Por motivo de espaço, nem todas as pesquisas e projetos estão contemplados nessa tabela. A SECTI possui um levantamento completo dessas linhas de pesquisa e da carteira de projetos dessas instituições.

para uma matriz energética mais limpa”. Para cumprir sua missão, a organização pretende ofertar produtos e serviços tecnológicos e formar recursos humanos na área de Energia e Ambiente (E&A).

Uma das principais ações do ENAM vem sendo a elaboração de um Plano Energético para o Estado da Bahia, intitulado Matriz Energética do Estado da Bahia para o período 2006-2020.

Fórum de desenvolvimento de energia

Reúne os principais agentes do setor energético e tem por finalidade identificar e propor soluções para os gargalos existentes nas áreas de campos maduros de petróleo, gás natural, lubrificantes, refino e biodiesel através de projetos cooperativos envolvendo governo-empresa-universidade. O Fórum é presidido pelo Secretário de Ciência, Tecnologia e Inovação e possui importante participação da PETROBRAS, Federação das Indústrias, empresas de energia, universidades, etc.

Comitê de petróleo e gás e rede PETRO

O objetivo básico deste Comitê é “Mobilizar e integrar a indústria baiana ao processo de expansão nacional do setor de petróleo e gás, contribuindo para maximizar a participação da indústria local nos projetos de P&G na Bahia e no Brasil. Sua principal estratégia de atuação é “Formular e propor ações que otimizem o acesso às oportunidades do mercado de P&G junto ao governo estadual, PETROBRAS e operadoras independentes, fornecedores de bens e serviços, agências reguladoras, agentes financeiros, PROMINP, etc.

A Rede PETRO Bahia é a rede de apoio à competitividade das empresas fornecedoras de bens e serviços na cadeia produtiva de petróleo e gás natural do estado. Trata-se de uma iniciativa conjunta do Governo da Bahia, através da SECTI, da Federação das Indústrias da Bahia (FIEB) e do SEBRAE-BA. A missão da *Rede PETRO Bahia* é criar e viabilizar soluções para a inserção e manutenção das empresas da Rede no mercado de petróleo e gás e integrar os seguintes atores: micro, pequenas e médias empresas fornecedoras de bens e serviços especializados à cadeia pro-

dutiva de petróleo e gás natural; empresas “âncora” demandantes de bens e serviços com qualidade e tecnologia aprimorada; centros de pesquisa universitários especializados em petróleo e gás; e entidades financiadoras, entre outras.

Rede Baiana de Biocombustíveis – RBB

A Rede é formada por diversas instituições que possuem aderência com o tema biodiesel e que interagem entre si a fim de apoiar as ações do Programa de Biodiesel da Bahia – PROBIODIESEL BAHIA. A Missão da RBB é liderar o processo de definição e implementação de ações para que a Bahia se torne o estado mais competitivo no segmento de produção e comercialização de combustíveis alternativos.

Além de promover a interação entre os diversos atores, os principais objetivos da Rede são o fomento às pesquisas para o desenvolvimento de novas tecnologias, capacitação, elaborar e submeter projetos cooperativos – envolvendo governo/empresa/ universidade – aos editais temáticos e fundos setoriais e divulgar informações relacionadas ao biodiesel.

A RBB possui quatro grupos de trabalho que estão vinculados a um objetivo ou necessidade específica do setor. Cada grupo possui um líder com a função de coordenar as ações propostas e se articular com a coordenação executiva. São eles: 1) Apoio a P & D e Rede Tecnológica e Laboratorial; 2) Sistemas de Produção de Oleaginosas; 3) Fomento Empresarial e Competitividade Econômica; e 4) Integração do Biodiesel à Pequena Produção Familiar.

Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio – RIPA

A Missão da RIPA é articular os atores envolvidos com o agronegócio no Estado da Bahia, agrupando-os em grandes plataformas tecnológicas pré-definidas pela RIPA Nacional, de acordo com as afinidades das instituições com os temas propostos, para se criar um ambiente de fluidez informacional sobre novas tecnologias e tendências. Foram criadas 19 grandes plataformas temáticas, sendo a GP 01 -

Fontes Renováveis de Energia vinculada ao tema agro-energia e energias alternativas. Essa GP é formada pelas seguintes instituições: SECTI, SEINFRA, SICM, SEAGRI, SEMARH, SECOMP, UESC, UEFS, FVC, CAR, EMBRAPA, UFBA, UFRB, UNIFACS e BATTRA.

O foco da GP de Renováveis são as Associações de Pequenos Produtores Rurais. A justificativa deve-se ao fato delas serem mais carentes de incorporação de inovações tecnológicas e, justamente por isso, possuem baixa competitividade e geram um maior passivo ambiental. As Áreas Temáticas selecionadas para a GP 10 são: Solar (principalmente para hotéis e pousadas); Eólica, para bombeamento de água de poços (sistemas híbridos); e Combustão de resíduos de biomassa.

ESBOÇO DE UMA ESTRATÉGIA PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA BAHIA

Tendo em vista esse conjunto de ações e em função da maturidade alcançada pelo estado com relação ao tema energia, propõe-se um conjunto de ações a seguir que obedecem à mesma sequência lógica verificada na ação federal. São elas: políticas de fomento, de apoio à PD&I, de investimento e de regulação. E a mesma sistemática de planejamento adotada pelo governo estadual: Estratégia-Programas-Projetos. O objetivo é tornar a Bahia um dos estados líderes na pesquisa, produção e uso de fontes de energias renováveis.

A estratégia fundamental que baliza a presente proposição possui dois componentes:

- Elaboração de uma política energética para o estado da Bahia 2007-2030, cujo foco central são as energias renováveis, principalmente os biocombustíveis; e
- Criação de um aparato político-institucional (um Comitê Gestor da Política) formado pelas Secretarias de Infra-estrutura, de Ciência, Tecnologia e Inovação, de Agricultura, de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, além do apoio da FAPESB, atuando através de ações transversais que envolvem o apoio às atividades de CT&I, o fomento a investimentos em biomassa para agroenergia e ações de regulação.

A estratégia proposta seria sustentada pela elaboração de um conjunto de estudos que envolvem desenvolvimento de cenários, estudos prospectivos, formação e manutenção de bancos de dados, balanços energéticos dos ciclos de vida das cadeias produtivas do agronegócio, nichos de mercado e oportunidades para atração de investimentos, inversões em logística e avaliações *ex-ante* e *ex-post*.

A meta principal dessa política seria aumentar a participação das energias renováveis na matriz energética estadual dos 26% de 2003 para 35% até 2030 e diversificar as fontes utilizadas para além da hidráulica e da solar.

Para operacionalização dessa política, propõe-se a implantação de dois “programas âncora”, denominados Programa de Energias Renováveis do Estado da Bahia e Programa Baiano de Biocombustíveis. Estes programas, por sua vez, seriam formados pelos seguintes projetos:

Programa de Energias Renováveis do Estado da Bahia

- **projeto de apoio tecnológico à co-geração de energia.** Voltado para os setores produtivos estratégicos da economia baiana, a exemplo da indústria sucro-alcooleira (que é carente no desenvolvimento de alternativas de aproveitamento integral da energia da cana-de-açúcar) e o setor de hotelaria com a energia solar.
- **projeto de formação de bosques energéticos.** Para desenvolver tecnologias para aproveitamento integral da biomassa florestal para fins energéticos e de tecnologias de alcance social para inserção de comunidades de baixa renda na cadeia de florestas energéticas.
- **projeto biogás,** com o objetivo de desenvolver estudos e desenvolver modelos de biodigestores; Efetuar a modelagem em sistemas de produção de biogás; Desenvolver equipamentos para geração de energia elétrica, movidos a biogás; Desenvolver sistemas de compressão e armazenamento e processos de purificação de biogás, entre outros.
- **projeto para aproveitamento de resíduos no meio rural:** Desenvolver tecnologias para o aproveitamento energético de resíduos da produção agrícola, pecuária e florestal e da agroindústria e

desenvolver tecnologias para a utilização de compostos orgânicos resultantes da produção agropecuária na produção de agroenergia.

- **projeto energia solar:** Apoiar novos estudos e projetos através de investimentos nos centros de pesquisa, estimular a demanda do uso deste tipo de energia e a nacionalização dos equipamentos, atração de empresas, financiamento de projetos híbridos.
- **projeto de energia eólica:** Promover o desenvolvimento da energia eólica através da implantação de estudos e projetos, mapeamento do potencial eólico da Bahia, financiamento de pesquisas, atração de empresas, desenvolvimento local de equipamentos.

Programa Baiano de Biocombustíveis

pro-etanol

- Fomentar a atração e consolidação da indústria sucroalcooleira no estado da Bahia, principalmente para a produção de etanol, aproveitando as grandes vantagens edafoclimáticas disponíveis no Baixo de Irecê, Juazeiro e Sul do Estado; Criação de programa de incentivo à formação de lavouras de cana-de-açúcar.

probiodiesel Bahia

- Formalização no PPA do Probiodiesel Bahia como programa estratégico de Governo com recursos próprios alocados no orçamento da SECTI e no orçamento de cada secretaria parceira do programa (SEAGRI/SEINFRA/SECOMP/SECTI/SEMARH/SICM);
- Criação do Comitê Gestor do Probiodiesel Bahia (Secretarias supracitadas e coordenação do Governador) através de Decreto Simples/Portaria pelo Governador com obrigação de elaboração de um plano de trabalho com definição de papéis, recursos, metas;
- Implantação de uma política de fomento à atração de empresas com base no ICMS incidente sobre o biodiesel que sai da usina para a refinaria ou distribuidora de combustíveis (pode ser a partir de uma revisão do DESENVOLVE);
- Criação do Programa de Arranjos Produtivos Locais de Oleaginosas, no âmbito do Probiodiesel

Bahia e perpassando várias Secretarias (exemplo do Cabra Forte), pois a área plantada está muito abaixo do potencial agrícola do estado com aptidão para esta cultura.

- Criação de um Edital Temático no âmbito da FAPESB específico para o Probiodiesel Bahia contemplando diversas áreas do conhecimento;
- Estruturação do território estadual em cinco (05) macro regiões. O principal critério utilizado na definição das mesmas é o estágio atual do grau de integração dos diferentes elos da cadeia produtiva de biodiesel. A partir daí foram classificadas nas seguintes categorias: Semi-estruturada; Desestruturada; Potencial e Especializada.

Macro Região I - Oeste Baiano (Semi-estruturada com forte vocação empresarial)

Macro Região II - Litoral Sul (Semi-estruturada com presença empresarial articulada com a agricultura familiar)

Macro Região III - Região de Irecê, Piemonte da Diamantina e parte do Médio São (Semi-estruturada)

Macro Região IV - Região Nordeste, Paraguaçu, Chapada Diamantina e Serra Geral (Potencial)

Macro Região V - Região Metropolitana de Salvador (Especializada)

CONCLUSÃO

Com base na análise realizada no presente texto, pôde-se observar a importância que o setor energético tem para o desenvolvimento socioeconômico de um país, estado ou região. As energias renováveis assumem um caráter estratégico, tendo em vista não só o esgotamento futuro das energias de base fóssil, mas, também, todas as implicações ambientais decorrentes do seu uso em escala industrial. Viu-se, também, todas as ações implementadas no país e na Bahia na área energética.

Apesar dessas ações, verificou-se que ainda existem, tanto no âmbito federal quanto estadual, diversos pontos críticos para o pleno desenvolvimento das energias renováveis. No caso da Bahia destacam-se:

- Existência de um aparato institucional e de P&D não amparado por uma política de fomento e regu-

lação para as energias renováveis, especificamente biocombustíveis.

- Ausência de um modelo de Governança consistente para gerir as políticas de energia.
- Carência de Programas aderentes ao tema energias renováveis.
- Ausência de uma política de desenvolvimento regional estruturada para setores específicos.

A Bahia tem todos os requisitos necessários – capacidade agrícola, infra-estrutura e capacitação técnica – para tornar-se uma grande força nacional na produção e uso de energias renováveis, principalmente o biodiesel. Além disso, o estado construiu um aparato sistêmico que a coloca como um dos principais atores da produção e inovação em bioenergia. Fundamentado por uma política mais agressiva nesse setor, a Bahia consolidará sua vocação natural.

REFERÊNCIAS

- ANDREAE, M. O. Biomass burning: its history, use, and distribution and its impacts on the environmental quality and global change, In: LEVINE, J.S. (Ed.). *Global biomass burning: atmospheric, climatic, and biosphere implications*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991. p. 3-21.
- BAHIA. SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA. *Plano plurianual de investimentos 2004-2007*. Disponível em: <<http://www.seinfra.ba.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2006.
- _____. *Bahia: balanço energético 2004*. Salvador: CODEN, 2005. Disponível em: <<http://www.seinfra.ba.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2006.
- BAJAY, Sérgio Valdir; BADANHAN, Luís Fernando. *Energia no Brasil: os próximos dez anos*. Ministério das Minas e Energia – MME SEN / MME 17. pgs.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano Nacional de Agroenergia, 2006-2011*. Brasília, 2005. 120 p. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2006.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2004.
- _____. Diretrizes de Política de Agroenergia. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2006.
- DAHAB, Sônia S. TEIXEIRA, Francisco Lima C. *Ciência, tecnologia e competitividade industrial: subsídios teóricos para análise da nova política industrial*. 11p. mimeo.
- DOSI, G. *Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. Research Policy, London, 1982.
- HAGUENAUER, Lia. *Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha bibliográfica*. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1989. 38 p. (Texto para discussão).
- _____. *Estrutura industrial e mudança tecnológica: problemas teóricos*. Rio de Janeiro: UFRJ/FEA, 1991. 39p. (Texto didático, n. 49).
- HOOGWIJK, M, et al. A Review of Assessments on the Future of Global Contribution of Biomass Energy. In: WORLD CONFERENCE ON BIOMASS ENERGY AND INDUSTRY, 1, 2001, Sevilla. James & James, London (in press).
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook*. Published by IEA, Paris, 2004, 500 p.
- MUSSA, M. *A Global Growth Rebound: how strong for how long?* (Institute for International Economics, September 9, 2003). Disponível em: <www.iese.com/publications/papers/mussa0903.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2005.
- PEREZ, Carlota. *The present wave of technical change: implications for competitive restructuring and for institutional reform in developing countries*. 1989. 40 f. Paper prepared for the Strategic Planning Department of the World Bank.
- PORTER, Michael E. The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*. Boston, v. 68, n. 2, p. 73-93. Mar./Apr. 1990.
- PORTER, A. Is the world's oil running out fast? *BBC News*, 7 June, 2004. GMT. Disponível em: <www.news.bbc.co.uk/1/hi/business/3777413.stm>. Acesso em: 15 jun. 2006.
- SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982, 168 p. (Os Economistas).
- _____. *Capitalismo, socialismo e democracia*. São Paulo: Atlas, 1950.
- WOODS, J, HALL, D. O. *Bioenergy for Development: technical and environmental dimensions*, FAO Environment and Energy Paper 13. , Rome: FAO, 1994.
- WORLD BANK. *Global Economic Prospects 2004: Realizing the Development Promise of the Doha Agenda* (Washington, DC, September 2003), Appendix 1, "Regional Economic Prospects," p. 239. Disponível em: <www.worldbank.org/prospects/gep2004/full.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2006.

Energia solar para irrigação no semi-árido baiano: o caso da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe, Capim Grosso (BA)

Nicia Moreira da Silva Santos*

Resumo

A escassez de recursos hídricos apresenta-se uma das causas para a pobreza crônica na qual vivem as populações do semi-árido, uma vez que limita a ocupação humana e produção agrícola, podendo vir a resultar na migração para os grandes centros urbanos. Dessa forma, a irrigação aparece como elemento essencial para a sobrevivência, sendo dificultada pela falta de energia elétrica para mover bombas, motores, máquinas e equipamentos relacionados. A energia solar fotovoltaica configura-se opção viável de fornecimento elétrico em áreas remotas e pequenas, tendo grande aplicabilidade no semi-árido baiano. Sua utilização para a irrigação tende a gerar impactos positivos para os agricultores a partir do aumento na produção agrícola, maior rendimento das lavouras, diversificação de culturas, incrementos na renda pela comercialização do excedente e aumento no consumo. No caso da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe foram observadas melhorias no que diz respeito à produção agrícola, renda, consumo, saúde e educação.

Palavras-chave: semi-árido, secas, irrigação, energia solar fotovoltaica.

Abstract

The lack of water resources is one of the causes of chronic poverty in which the semiarid inhabitants live, since it limits human occupation and agricultural production, and can also cause the migration to big urban centers. Therefore, irrigation emerges as an essential element for survival, however hindered by the lack of electric energy to power the necessary pumps, motors, machines and equipment. Photovoltaic solar energy configures itself as a feasible electricity supply option for remote and small areas, being highly applicable in the Bahian semiarid. Its use in irrigation tends to generate positive impacts among producers by increasing their production, yielding bigger crops, diversifying cultures, improving income by commercializing the exceeding production, and by increasing consumption. In the case of the Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe we observed improvements in regard to agricultural production, income, consumption, health and school education.

Key words: semiarid, draught, irrigation, photovoltaic solar energy.

* Economista pela Universidade Federal da Bahia e assistente administrativa da SEI. nicia@sei.ba.gov.br

INTRODUÇÃO

A escassez de água é um dos motivos da pobreza crônica que afeta a população do semi-árido baiano, especialmente no que diz respeito aos pequenos agricultores, pois a seca dificulta a produção, contribuindo inclusive para o aumento do êxodo rural. A irrigação, reconhecida como elemento importante no combate à seca e à pobreza na região, é dificultada pela falta de energia para mover bombas, motores, máquinas e equipamentos relacionados. Pela presença de características como alta dispersão geográfica e baixo consumo por unidade, a eletrificação rural em áreas remotas é inviabilizada, sendo necessário o uso de fonte energética que se adeque às condições específicas que tal demanda impõe. Nesse cenário, a energia solar fotovoltaica configura-se como opção viável em áreas remotas e pequenas, tendo grande aplicabilidade no semi-árido baiano.

O emprego dos sistemas solares fotovoltaicos na Bahia é realizado por pequenas comunidades rurais do semi-árido, através do processo de eletrificação rural, já que existem entraves para a implantação de energia elétrica tradicional em áreas remotas e com alta dispersão demográfica. Os sistemas solares são utilizados para iluminação e usos produtivos, sendo que este último é de grande importância para as populações, pois se apresenta como alternativa para avanços em relação às condições de vida, a partir do acesso ao trabalho no campo e a geração de renda.

Este artigo tem como objetivo analisar as contribuições do emprego dos sistemas fotovoltaicos de bombeamento para irrigação na melhoria de vida dos produtores familiares da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe – APHARP, comunidade rural localizada no município de Capim Grosso, semi-árido da Bahia. E de verificar até que ponto este emprego pode vir a se configurar num formador de desenvolvimento dessa comunidade.

A pesquisa de campo foi realizada em maio de 2006, a escolha do local teve como critérios a utilização

da tecnologia solar para fins produtivos, em que se considerou o emprego para irrigação como um dos usos mais relevantes para o semi-árido; e o fato do projeto de irrigação com energia solar na APHARP ser um projeto “piloto”, ou seja, o primeiro no estado, possuindo cerca de dez anos de implantação (desde 1996). A pesquisa foi feita mediante observação participativa e entrevistas com questões norteadoras, onde cinco pequenos produtores, identificados como pessoas-chave, foram entrevistados. Variáveis econômicas e sociais como produção agrícola, renda, emprego, organização coletiva, saúde e educação foram levadas em consideração para compor o estudo de caso.

O projeto piloto de Energia Solar para irrigação no Açude do Rio do Peixe foi implantado entre 1995 e 1997, onde foram instalados nove kits de dezesseis placas solares e as respectivas bombas centrífugas. Foi realizado no âmbito da cooperação entre o Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos (NREL), o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), a Coordenação de Irrigação da Secretaria de Agricultura e Irrigação do Estado da Bahia e a Associação de Moradores de Rio do Peixe.

Segundo relato dos pequenos produtores houve impactos positivos no emprego da energia solar para irrigação na APHARP. Tais resultados dizem respeito ao aumento da produção agrícola, à diversidade de cultivos, à produtividade das lavouras, aos incrementos na renda pela comercialização do excedente da produção, incrementos no consumo e bem-estar. Observou-se também ganhos em relação ao fortalecimento da organização coletiva, saúde e educação. Contudo, em 2002, os sistemas foram desativados por problemas técnicos nas bombas.

SEMI-ÁRIDO BAIANO: secas, irrigação e energia

O semi-árido baiano compreende aproximadamente 62% dos municípios do estado, e abrange

Os sistemas solares são utilizados para iluminação e usos produtivos, sendo que este último é de grande importância para as populações, pois se apresenta como alternativa para avanços em relação às condições de vida, a partir do acesso ao trabalho no campo e a geração de renda

uma área de 360 mil km², correspondendo a 68,7% do território estadual e a 51,7% de todo o semi-árido nordestino, sendo formado por nove das quinze Regiões Econômicas.

De modo geral, a região é caracterizada por baixos índices de pluviosidade, irregularidade na distribuição de chuvas e temperaturas médias elevadas. O clima é quente e seco, com temperatura média anual de 27°C e cerca de 2.500 horas/ano de insolação, em média. A pluviosidade média anual varia entre 400mm e 800mm. As precipitações caracterizam-se por apresentar elevada irregularidade na distribuição durante o ano e no decorrer dos anos, sendo que metade está concentrada no trimestre mais chuvoso, geralmente nos meses de verão, e o período seco se estende, em média, por seis a oito meses. A caatinga se constitui no principal tipo de vegetação (CAR, 1995).

O semi-árido baiano tem como traços mais marcantes: a estrutura concentrada das áreas úteis; número excessivo de pessoas ocupadas nos menores estratos de área; condições ecológicas com alta vulnerabilidade da produção agropecuária; baixo rendimento físico das produções em geral; baixo nível de renda dos chefes de domicílios; altas taxas de analfabetismo; e infra-estrutura de serviços públicos deficitária, além do problema do déficit hídrico.

Historicamente, um dos entraves para o desenvolvimento econômico e social das populações no semi-árido tem sido a oferta insuficiente de água, por falta de chuvas regulares, além da carência de sistemas de captação e de distribuição das águas dos rios e subterrâneas. A atividade agrícola do semi-árido é marcada pela baixa produtividade das culturas em relação às demais áreas estaduais, utilização de tecnologias rudimentares, pequena renda gerada, grau de tecnologia mínima e existência, na maioria dos casos, da agricultura de subsistência. As atividades são realizadas, quase na totalidade, em pequenas áreas, com exceção para a agricultura irrigada (CAR, 1995).

As secas produzem impactos distintos em relação às condições de saúde, educação, emprego, migrações e setores produtivos da economia. A agricultura de subsistência, que se configura como fonte de sustento e trabalho de grande parte dos pequenos produtores rurais, é a mais afetada, e em alguns ca-

sos extrapola seus efeitos danosos, atingindo a criação dos animais. Sendo assim, dificulta a geração do excedente econômico oriundo da venda dos cultivos, forçando o agricultor a complementar a renda com ocupações não agrícolas e, em casos extremos, induzindo à migração em busca de melhores oportunidades.

As atividades econômicas do semi-árido são profundamente afetadas e desorganizadas pelas secas, pois com a falta de oportunidades de trabalho remunerado, os chefes de família são forçados a buscar empregos em outras áreas (geralmente na Região Metropolitana de Salvador e no estado de São Paulo), contribuindo para promover a desagregação familiar. Segundo Ghirardi (1998), os baixos níveis de renda e de consumo, que se traduzem em precárias condições de vida e remotas (ou nenhuma) expectativas de mudança, fazem com que milhares de pessoas acorram às grandes cidades em busca de ascensão social. Assim, a migração é um dos mais graves resultados das secas, onde seus habitantes impossibilitados de conviver com as condições adversas de produção e trabalho, partem para regiões mais dinâmicas em busca de melhores padrões de vida, culminando num processo de êxodo rural.

O fenômeno das secas também contribui para aumentar as dificuldades na área educacional. Em anos de seca, as escolas rurais geralmente fecham ou deixam de funcionar por falta de água para consumo e higiene ou pela indisposição que a fome acarreta. O nível de instrução no semi-árido é um dos mais baixos do país. Segundo Ghirardi (1998), em 87% dos municípios a taxa de analfabetismo dos chefes de família é superior a 50%, e 47 municípios detêm taxa de analfabetismo superior a 70%. Assim, as secas têm contribuído para aumentar os índices de analfabetismo através do crescimento da evasão escolar na região.

Contudo, com o uso de sistemas de irrigação a produção agrícola e a pecuária podem se tornar viáveis do ponto de vista econômico, pois quando combinado a outros fatores permite aumento da produtividade, possibilitando a geração de excedente comercializável e, portanto, um aumento na renda. Ao conviver com a instabilidade climática (distribuição irregular e insuficiente de chuvas), o produtor que tem acesso à agricultura irrigada encontra uma opção

estratégica importante no processo de desenvolvimento setorial e regional.

Contabiliza-se uma série de impactos positivos pela utilização da irrigação na agropecuária do semi-árido baiano. Para a produção, verifica-se que, quando combinada com aplicação de defensivos agrícolas e uso de sementes de qualidade, a irrigação permite dobrar a produtividade nas culturas tradicionais: feijão, milho e algodão, que são predominantes nas unidades familiares voltadas para a subsistência (SOUZA, 1995). Dessa forma, o aumento da produtividade pode vir a possibilitar a geração de um excedente comercializável e, portanto, um aumento da renda e do bem-estar das famílias. Facilita também a introdução de cultivos com maior valor por unidade de área em comparação com as atividades agrícolas de baixa produtividade. Permite, igualmente, a incorporação à atividade econômica de terras impróprias ao cultivo. Porém, o emprego da irrigação no semi-árido baiano esbarra na falta de um insumo básico: a energia elétrica para bombeamento de água.

Nesse cenário, a questão da eletrificação rural na Bahia aparece como fator limitante para o desenvolvimento da região através da irrigação, haja vista que o estado possui um dos maiores índices de não atendimento de energia elétrica. Segundo dados do IBGE (2000), o percentual não eletrificado na Bahia é de 13,62% (433.052 domicílios não eletrificados), valor superior à média do Nordeste (12,30%). Dos domicílios sem atendimento elétrico no estado, quase a totalidade localiza-se na área rural, em virtude da grande dispersão geográfica e da predominância de comunidades geralmente situadas em áreas remotas e distantes das redes convencionais. Grande parte desses domicílios encontra-se em comunidades-núcleos altamente dispersas, não atendendo a nenhum critério de aglomeração, existência de serviços ou densidade populacional, e apresentando atividades essencialmente agrícolas e pluriativas.

Há uma série de barreiras à implementação da energia elétrica no campo. A principal refere-se ao fato de que em comunidades relativamente pequenas e situadas em locais distantes da rede, o custo da extensão de redes de transmissão e distribuição, dada uma demanda energética extremamente redu-

zida, é elevado, inviabilizando a eletrificação através da rede convencional (a partir de postes, fios e outros equipamentos). Portanto, faz-se necessária a utilização de outras fontes de energia, mais econômicas e que possam adequar-se a essas condições, como as energias renováveis.

Em síntese, com as secas o uso da irrigação torna-se elemento importante para a melhoria das condições de vida do semi-árido. E para que haja o bombeamento de água através de poços ou açudes, é necessário o emprego da energia como força motriz. Dessa forma, a disponibilidade de energia apresenta-se como elemento de grande importância para a sobrevivência, enquanto fator de acesso à água via bombeamento para consumo humano e, principalmente, na irrigação. Nesse contexto, configura-se a oportunidade para a utilização de painéis solares fotovoltaicos, uma fonte energética limpa e que se adequa às condições específicas de eletrificação na região semi-árida da Bahia.

O USO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO SEMI-ÁRIDO BAIANO

A energia solar é obtida através da conversão direta da luz solar em eletricidade. Tal fenômeno denomina-se Efeito Fotovoltaico, no qual há o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz, sendo a célula fotovoltaica a unidade fundamental no processo de conversão. As células fotovoltaicas, pela sua baixa tensão e corrente de saída, agrupam-se formando módulos (CEPEL, 1995).

Um sistema fotovoltaico básico – nesse caso para bombeamento de água, consiste nos módulos solares, unidade de bombeamento, controlador de carga, inversor de corrente, suportes para sustentação dos módulos, cabo de aço para prender a bomba, cabo para condução da energia elétrica, mangueira para exaustão da água bombeada e materiais acessórios diversos. A quantidade de cada item, principalmente dos módulos fotovoltaicos, e a capacidade da unidade de bombeio são determinados de acordo com os dados hidrodinâmicos de cada poço tubular e da altura manométrica total.

Aplicabilidade no semi-árido baiano

A utilização dos sistemas solares fotovoltaicos na Bahia vem sendo realizada especificamente nas pequenas comunidades rurais do semi-árido, no processo de eletrificação rural. Seu uso ocorre tanto para fins de iluminação pública e residencial quanto para fins produtivos como bombeamento de água para consumo de animais, eletrificação de cercas, resfriamento e secagem de frutas e grãos, piscicultura e como força motriz de bombas para irrigação. Tais empregos produtivos são de suma importância para a população na medida em que se apresentam como alternativa para a melhoria das condições de vida a partir do acesso ao trabalho no campo e a geração de renda.

A aplicabilidade da energia solar no semi-árido se dá por um conjunto de fatores, quais sejam: presença de radiação solar abundante na região, insumo essencial para a geração energética; reunir as condições específicas para o atendimento elétrico nas zonas rurais da região; ser descentralizada; apresentar modularidade e custos relativamente baixos se comparados à implantação convencional; ser uma alternativa para amenizar o problema das secas a partir do bombeamento de água para consumo humano, de animais e irrigação; e gerar impactos positivos para a população tanto em relação aos usos produtivos (geração de renda) como para fins de iluminação (melhoria nas condições de vida).

Por apresentar características como a alta dispersão geográfica entre as comunidades, grande distância da rede de transmissão e distribuição elétrica e baixo consumo por unidade, a eletrificação convencional no semi-árido é inviabilizada economicamente. Surge a necessidade de uma fonte energética que atenda a essas condições: a energia solar fotovoltaica. Os custos para sua implantação em áreas remotas, se comparados aos custos da eletrificação via redes de transmissão, são incomparavelmente menores, haja vista as particularidades de tais demandas. Segundo análise da CEPEL (1995), em qualquer

localidade a pelo menos 10 km da rede, o atendimento através dos fotovoltaicos é mais vantajoso, caso o consumo situe-se no valor médio de 12,5 kwh (quilowatt-hora) por mês, considerado como referência para um investimento de US\$ 1,250.00 por consumidor para a implementação do sistema fotovoltaico. Outro aspecto é que o custo de atendimento tradicional de 100 residências cresce de US\$ 5,000.00 por residência, para uma distância de 10 km da rede, para cerca de US\$ 8,000.00 por residência, para uma distância de 50 km da rede.

Dessa forma, os sistemas solares fotovoltaicos apresentam-se como alternativa possível para o suprimento de eletricidade nessas condições, na medida em que os fatores para a incorporação de sua tecnologia para eletrificação e outros fins produtivos estão presentes

nas comunidades agrícolas de pequeno porte. Por ser uma fonte energética descentralizada pode ser aplicada nas propriedades localizadas nas áreas mais remotas. A modularidade permite que seja ajustada a carga energética adequada a cada emprego, sendo menor para iluminação residencial em comunidades com poucos habitantes e maior quando usada para usos produtivos.

No que diz respeito aos usos produtivos, o bombeamento de água aparece como um dos mais importantes para o consumo de animais ou para a irrigação no semi-árido. A partir da inserção da água como insumo básico para a produção de lavouras e pecuária, pode-se resultar no incremento da renda familiar e do nível de empregos rurais a partir do trabalho na agropecuária. Com a escassez de rios perenes na região, a irrigação é realizada através de bombeamento de água de açudes ou poços, fazendo-se mister o uso da energia elétrica para tal bombeio.

Em relação a essas fontes para bombeamento, Fraidenrich e Vilela (1994) *apud* Ghirardi (1998) afirmam que as bombas manuais são ainda a opção mais difundida no Nordeste para obter água para o consumo humano, já que as bombas a diesel são,

Dessa forma, os sistemas solares fotovoltaicos apresentam-se como alternativa possível para o suprimento de eletricidade nessas condições, na medida em que os fatores para a incorporação de sua tecnologia para eletrificação e outros fins produtivos estão presentes nas comunidades agrícolas de pequeno porte

em geral, grandes demais para os níveis de demanda, o que faz com que funcionem com baixa capacidade de carga e baixa eficiência. O Quadro 1 traz os principais elementos de comparação entre os sistemas de bombeamento existentes.

Quadro 1

Comparação de sistemas para bombeamento de água

Tipo de Bomba	Principais Vantagens	Desvantagens
Bomba Manual	• Baixo Custo • Fácil manutenção • Limpeza • Não necessita combustível • Pode ser usada em poços cavados manualmente	• Manutenção constante • Baixo fluxo de água • Demanda tempo e energia que se poderia usar com maior produtividade em outras atividades
Bomba Solar	• Pouca manutenção • Limpo • Não necessita combustível • Fácil de instalar • Confiável • Grande durabilidade • Funciona sem supervisão • Poucos custos repetitivos • Sistema modular flexível que se adapta exatamente à demanda	• Investimento inicial relativamente alto • Menor produção em climas com baixo recurso solar
Bomba Diesel	• Inversão de capital moderada • Pode ser portátil • Tecnologia muito conhecida • Fácil de instalar	• Manutenção inadequada reduz sua vida útil • Combustível caro e tende a ser irregular • Problema de ruído e poluição

Fonte : Frainderich e Villela (1994) *apud* Ghirardi (1998).

As principais vantagens no uso dos sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água no semi-árido baiano referem-se a sua modularidade, sua instalação fácil, pouca manutenção e confiabilidade. Por possuir modularidade, os sistemas fotovoltaicos podem amoldar-se à demanda por bombeamento, impedindo a existência de capacidade ociosa, e, ainda, o dimensionamento do sistema pode ser alterado, ou seja, se a demanda aumentar, podem ser acoplados módulos adicionais. A fácil instalação faz dos sistemas uma ótima opção para o fornecimento em áreas distantes, como o caso do semi-árido baiano.

Devido ao fato da pequena agricultura possuir reduzida capacidade de gerar rendas – cerca de 66% da população da área rural não atendida por energia elétrica tem renda inferior a R\$ 150,00 por mês, gastando, no mesmo período, R\$ 10,00 com energia (querosene, pilhas, velas, etc.) (GOUVELLO; POPPE, 1997) – e o alto custo dos sistemas fotovoltaicos, – sendo que o de pequeno porte não é menor que US\$ 14,00 por Watt –, é fundamental que sejam disponibilizados sistemas de financiamento que possibilitem a amortização, a longo prazo, dos módulos fotovoltaicos que demandam alto valor inicial de investimento, notadamente para os sistemas fotovoltaicos de bombeamento. Os organismos governamentais e organizações do terceiro setor também são responsáveis por financiar a energia solar fotovoltaica em comunidades rurais do semi-árido.

Analisando os impactos dos sistemas fotovoltaicos, Krause (2003) afirma que há uma correlação positiva entre a eletrificação e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), já que o fornecimento de energia pelos painéis solares é capaz de promover o desenvolvimento rural. Essa influência na qualidade de vida da população rural é medida pelas condições de saúde, educação e geração de renda. Especificamente em relação ao uso dos sistemas fotovoltaicos de bombeamento para irrigação,

objeto do estudo de caso, muitos são os impactos a fim de promover a melhoria das condições de vida da população das zonas semi-áridas:

- melhorias na saúde pelo acesso à água e desuso de produtos poluentes antes utilizados para geração de energia como, por exemplo, o diesel;
- aumento da produção e do número de culturas em virtude da utilização da energia para usos produtivos como a irrigação;
- incrementos na renda a partir da comercialização do excedente da produção;
- incrementos no consumo devido ao aumento da renda;

- melhorias na educação a partir da iluminação, pois a população pode estudar no período noturno.

Abordando os impactos para as comunidades ressalta-se que a energia solar direta representa uma alternativa ao suprimento de necessidades a partir da produção de alimentos via irrigação e geração de excedentes monetários. Além de representar uma alternativa para o suprimento de necessidades das comunidades – produção de alimentos via irrigação e geração de excedentes monetários –, a energia solar direta representa também uma solicitação de mudanças de hábitos de consumo que podem significar, em alguns casos, a reorganização da sociedade pelo acesso à água e aos serviços domésticos. E o acesso a tecnologia enquanto fator de organização comunitária dos pequenos produtores (GHIRARDI, 1998).

Contudo, as pequenas comunidades teriam, individualmente, pouca ou nenhuma condição de acesso ao crédito, tornando-se indispensável a instituição de uma instância coletiva, como uma cooperativa de crédito, que pudesse alavancar recursos junto aos organismos responsáveis. A Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira (APAEB), em Valente, e a Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe, em Capim Grosso, são exemplos dessas instituições coletivas.

ENERGIA SOLAR PARA IRRIGAÇÃO: o caso da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe em Capim Grosso¹ (BA)

A Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe (APHARP) foi criada em sete de maio de 1988² no município de Capim Grosso.

¹ O município de Capim Grosso foi criado em 1986, e está inserido, com outros 23 municípios, na Região Econômica Piemonte da Diamantina, no semi-árido baiano, ocupando uma área de 350,03 Km², e se encontra a uma distância de 268 km da capital. É caracterizado por apresentar clima semi-árido e a vegetação característica é a caatinga. Em termos econômicos, o município pode ser definido como de atividade principalmente agrícola e de serviços. Apresenta-se como uma região tradicionalmente produtora de culturas de sequeiro como: mandioca, sisal, milho, feijão, batata-doce, além dos cultivos de frutas (melancia, maracujá, banana) e horticulturas.

² A Associação foi criada em 1988 com o nome de Associação dos Horticultores da Fazenda do Rio do Peixe. Contudo, em 2000, por questões administrativas, mudou a razão social para Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe. Como a estrutura e os membros são os mesmos, considerou-se que a Associação possui 18 anos.

Surgiu da necessidade de se instituir um órgão representativo que fosse em busca de apoio governamental para a pequena produção local e no combate dos efeitos das secas na região. A Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), o Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) e a Prefeitura de Capim Grosso apoiaram a criação do órgão, que tem 18 anos de existência.

O trabalho da APHARP junto à comunidade consiste em: pleitear e viabilizar a concessão de benefícios públicos para as famílias junto às diversas instituições; tentar criar uma infra-estrutura produtiva e de moradia com a construção de escolas, igrejas, cercas, pequenas aguadas, obras de irrigação e a disponibilizar uma área comunitária de 8,8 hectares (doada pela Prefeitura à Associação) para o cultivo agrícola dos moradores que não dispõem de terras.

A horticultura constitui-se na atividade fundamental da economia local, sendo complementada com a pesca e, em alguns casos, com a criação de poucas cabeças de gado leiteiro. Contudo, a escassez hídrica apresenta-se como principal entrave ao desenvolvimento da produção agropecuária, visto que o Açude do Rio do Peixe está localizado numa região de grande incidência solar e baixos índices pluviométricos, em que as chuvas concentram-se em apenas três meses do ano (entre abril e junho).

Como a questão mais relevante para os residentes do Açude do Rio do Peixe se refere aos impactos negativos das secas sobre a produção agrícola (única fonte de sustento das famílias), as principais demandas da comunidade consistem em formas de minimizar tais impactos através da cessão de equipamentos, assistência técnica para os cultivos, crédito rural, construção de cisternas e outros. Dessa forma é que, em 1995, foi sugerido para a APHARP o emprego da energia solar, por meio dos sistemas solares fotovoltaicos, para o bombeamento de água e irrigação no entorno do açude. O convite foi realizado pela Coordenação de Irrigação da Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI), que escolheu a comunidade pela condição de extrema pobreza em que se encontrava, pela incapacidade de produzir com a escassez de recursos hídricos, e por possuir uma organização coletiva forte, representada pela Associação dos Produtores e Horticultores do

Açude do Rio do Peixe, capaz de gerir a utilização de um tipo de tecnologia tão específica como a de placas solares para a irrigação.

As expectativas foram positivas entre os residentes da comunidade do Rio do Peixe, que esperavam incrementos nos cultivos agrícolas a partir da irrigação, visto que as plantações eram feitas nos leitos secos do açude para o aproveitamento da terra encharcada e, em alguns casos extremos, com o uso de baldes para molhar a terra. Nas duas situações pode-se inferir que a produtividade das lavouras era baixa. Na primeira, como se cultivava nos leitos do açude, onde as águas haviam recuado, o espaço produtivo era reduzido. E na segunda, com o cultivo feito de forma braçal, os agricultores carregavam água no balde para regar plantações, um trabalho extremamente desgastante e de baixo rendimento.

Assim, em 1995, o projeto piloto de energia solar para irrigação no Açude do Rio do Peixe foi implantado. O programa foi realizado no âmbito da cooperação entre o Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos (NREL), o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) e a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), com a participação da Coordenação de Irrigação da Secretaria de Agricultura e Irrigação do Estado da Bahia (SEAGRI) e da Associação de Moradores de Rio do Peixe.

O Programa NREL–CEPEL tinha como finalidade demonstrar a efetividade das tecnologias eólica e solar fotovoltaica para satisfazer as necessidades da eletrificação rural e estabelecer relações institucionais e comerciais entre os dois países. Com a participação da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia, o CEPEL coordenou os trabalhos de implantação e monitoramento da operação dos sistemas. A SEAGRI foi responsável pela escolha da comunidade, pela criação de um elo entre as entidades e a associação e pela doação de equipamentos auxiliares na irrigação. Às famílias cabia o emprego e a conservação dos sistemas.

Os sistemas de bombeamento fotovoltaicos implantados no Açude Rio do Peixe eram formados por nove kits de dezesseis placas solares fotovoltaicas e as respectivas bombas centrífugas. Devido às variações sazonais do nível da água no açude, a solução mais prática foi a instalação do sistema em balsa flutuante

Os sistemas de bombeamento fotovoltaicos implantados no Açude Rio do Peixe eram formados por nove kits de dezesseis placas solares fotovoltaicas e as respectivas bombas centrífugas. Devido às variações sazonais do nível da água no açude, a solução mais prática foi a instalação do sistema em balsa flutuante. O sistema completo ficava a quinze metros da margem do açude em época de cheia, e bombeava a uma distância de 350 metros com vazão de 12 m³ por dia. A água bombeada pelo sistema era conduzida às hortas por meio de tubos conectados de maneira a molhar toda a extensão das plantações.

Inicialmente, apenas um kit de bombeamento fotovoltaico para irrigação foi instalado, em maio de 1995, devido ao baixo nível das águas no açude. Durante a implantação formou-se uma equipe de cerca de 20 técnicos oriundos do NREL, CEPEL, COELBA, SEAGRI, EBDA e demais órgãos para acompanhar a implementação do sistema, orientar o treinamento de técnicos da região e instruir os pequenos produtores quanto ao funcionamento e manutenção do equipamento. Somente em 1997, quando o açude estava cheio, o restante do material, ou seja, os outros oito kits foram instalados. Dessa vez, vieram acompanhados de um motor a diesel e doze placas solares fotovoltaicas para iluminação residencial. O motor a diesel foi doado pela SEAGRI como forma de complementar a demanda energética que as placas solares não suprissem, sendo alocado numa área comunitária com a finalidade de beneficiar dez famílias em 8,8 hectares.

Pela capacidade limitada de bombeamento dos sistemas solares, visto que não poderia atender às necessidades de mais de uma família irrigando até um hectare de terra, os nove kits foram divididos entre nove famílias. A escolha foi realizada pela comunidade dentre as famílias mais carentes. Entretanto, foi desenvolvido um sistema de parceria em que os demais associados poderiam utilizar o espaço irrigado concomitantemente às famílias selecionadas.

A assistência técnica foi instituída no âmbito da EBDA e da COELBA. A EBDA prestava assistência no que diz respeito às questões agrícolas, auxiliando e orientando nas plantações e no manuseio dos acessórios das bombas, permanecendo, contudo, apenas até o ano de 2000. A COELBA prestava assistência em relação aos sistemas fotovoltaicos de irrigação propriamente ditos, fazendo a manutenção, troca de peças dos equipamentos e dando instruções de uso e conservação aos agricultores. Em 2001, quando a COELBA foi privatizada, dando prioridade às ligações elétricas convencionais, a assistência foi cancelada. Cabe destacar que para os pequenos produtores rurais do Açude do Rio do Peixe existe uma correlação positiva entre produtividade das lavouras e assistência técnica, sendo esta uma fonte de motivação para os mesmos, conforme afirmação de representante da APHARP:

Quando tínhamos assistência técnica produzíamos mais. Hoje se diminui muito a produção e creio que boa parte disso é pela falta de assistência técnica. Só pelo fato de se ter a assistência, os agricultores sentem-se animados para produzir (Pesquisa de campo, 2006).

Em condições de secas, quando as lavouras ficam prejudicadas ou até inviabilizadas, a irrigação aparece como subsídio primordial para a sobrevivência da população semi-árida. Porém, para que o bombeamento de água aconteça é necessária uma fonte energética. Como os residentes no Açude do Rio do Peixe não possuíam acesso à energia elétrica, a irrigação feita com os sistemas solares fotovoltaicos de bombeamento torna-se uma opção viável, econômica e limpa. A comunidade possui ainda as condições específicas para que o uso de tal tecnologia torne-se vantajoso: alto grau de utilização com baixa demanda (kw) dos sistemas de bombeamento fotovoltaico implantados; fácil instalação e pouca necessidade de manutenção dos sistemas, haja vista o baixo nível educacional dos habitantes do Açude; moradores instruídos sobre manutenção e operação dos sistemas; organização coletiva forte e atuante,

na figura da APHARP; baixo valor dos custos de operação (principalmente se comparado a outras fontes como o diesel); e existência de financiamento.

Vários foram os impactos econômicos e sociais para a comunidade com a implementação do projeto de emprego dos sistemas solares fotovoltaicos de bombeamento para irrigação, segundo relato dos produtores. Os efeitos econômicos foram relativos ao aumento das produções agrícolas, à diversidade de cultivos, à produtividade das lavouras, aos incrementos na renda pela comercialização do excedente da produção, ao aumento do nível dos empregos rurais e ao aumento do consumo. Os efeitos sociais são notados, principalmente, no fortalecimento da organização coletiva, na saúde, na educação, na melhoria do bem-estar e nas condições de vida dos pequenos produtores.

O aumento da produção constitui-se no principal impacto para as famílias, conforme relatos. A seca impossibilitava o cultivo das lavouras sem a irrigação, produzindo-se apenas para a subsistência. Apesar de não haver um registro de dados quantitativos, os produtores afirmam ter obtido grandes ganhos de produção com a irrigação. Além disso, os cultivos se estendiam por toda a extensão das propriedades e não apenas nos leitos secos do açude, contribuindo para o aumento do *quantum* colhido. Some-se a isso o fato dos rendimentos das lavouras também terem aumentado com o trabalho conjunto da irrigação, sementes selecionadas, uso de adubos, pulverizadores e assistência técnica. Sobre tais ganhos, um agricultor, beneficiado com o kit de irrigação, afirmou que:

A quantidade produzida depois da energia solar é incomparável, rendemos muito mais. É impossível imaginar, fazer um cálculo do antes e depois. Chegamos a tirar produções aqui de caminhão, não de uma propriedade, mas de quatro a cinco ... Antes não tinha como produzir Não é que estejamos produzindo muito, era que antes não produzíamos nada (Pesquisa de Campo, 2006).

Registrou-se uma maior variedade de culturas com o projeto. Antes, eram colhidos apenas batata, abóbora e pouco quiabo. Depois foram implantadas

lavouras de tomate, repolho, pimentão, quiabo, agora em maior quantidade, feijão, milho, abóbora, melancia, goiaba, banana e maracujá.

Sensíveis modificações foram observadas na comercialização dos produtos. Com o reduzido excedente gerado antes da irrigação, quando a maioria das propriedades vivia em níveis de subsistência, comercializava-se apenas no município de Capim Grosso. Na análise posterior, as vendas de horticulturas estenderam-se para Queimadas, Santaluz, Jacobina e outras cidades próximas, consequência direta do aumento da produção nas lavouras.

O incremento na renda das famílias também foi uma das consequências do emprego da energia solar para irrigação no Açude do Rio do Peixe. A partir do aumento dos cultivos, da produção e do rendimento, um excedente agrícola maior era destinado à comercialização, acarretando renda adicional. Segundo informações dos produtores, a renda gerada sem irrigação era insuficiente, pois a atividade era quase totalmente dedicada à subsistência. O acréscimo na renda pós-programa alcançou aproximadamente um salário mínimo, representando grande variação se comparado ao estado anterior, em que plantavam apenas para consumo próprio.

Para os beneficiados, a ampliação do consumo dos pequenos produtores ocorreu como efeito direto da capitalização destes, resultando consequentemente no aumento do seu bem-estar e melhoria das condições de vida. Os principais bens adquiridos foram cabras, porcos, bovinos, eletrodomésticos e motos, além de alimentos processados a fim de compor a cesta básica. Outro produtor beneficiado ratificou a importância das bombas solares no que tange aos impactos sobre a renda e consumo:

Quem não tinha nenhuma cabra hoje já tem uma vaquinha, tem material para pescaria. Tudo através da força da bomba solar, se ela não tivesse vindo estaríamos na mesma dificuldade, molhando as plantações na mão e o que produzíamos só dava para comer... Tudo o que conseguimos

foi com esforço da bomba, dela para cá foi que adquirimos o que temos, porque antes não tínhamos nada (Pesquisa de campo, 2006).

O fortalecimento da organização coletiva apresentou-se como um dos mais notáveis impactos sociais.

O fortalecimento da organização coletiva apresentou-se como um dos mais notáveis impactos sociais. Os benefícios obtidos através do projeto de irrigação com energia solar acabaram por despertar a comunidade para a importância da APHARP, ou seja, para a relevância que uma instituição coletiva forte e coesa possui frente aos órgãos governamentais

Os benefícios obtidos através do projeto de irrigação com energia solar acabaram por despertar a comunidade para a importância da APHARP, ou seja, para a relevância que uma instituição coletiva forte e coesa possui frente aos órgãos governamentais. Quantificou-se que, depois do projeto, o número de famílias associadas à APHARP sofreu uma variação de 100%, passando de 40 para 80 famílias.

As melhorias na saúde e na educação são consideradas efeitos indiretos do projeto de energia solar para irrigação. Essas melhorias são fruto especialmente da qualidade da alimentação, com o consumo

de uma cesta maior de alimentos. Na educação, essas melhorias se verificaram na diminuição do nível de analfabetismo dos menores a partir da construção de uma escola de ensino fundamental com a renda gerada pela horticultura irrigada.

Entretanto, a partir de 2002, as bombas alimentadas com energia solar, uma a uma, a começar pelas que eram mais utilizadas, passaram a apresentar problemas que não foram solucionados e, então, entraram num processo de estagnação. Segundo relato dos produtores beneficiados, o defeito foi causado por uma peça chamada “escova de carvão”, fabricada no México. A informação recebida foi de que os fornecedores não a importavam, pois a mesma tinha deixado de ser confeccionada. Os agricultores, por sua vez, procuraram ajuda da COELBA e EBDA, que através das empresas fornecedoras receberam a mesma informação. Técnicos da COELBA recomendaram o uso da “escova de Carvão” da marca *Mercedes*, que por conter material diferente do original não se adaptou às bombas antigas. Assim, sem outras opções, uma vez que não poderiam parar a produção, continuaram a utilizá-la até que os sistemas parassem. Há que se ressaltar que os produtores usaram

os sistemas até a exaustão e lamentaram muito sua perda. Além disso, não foi verificado nenhum defeito no que diz respeito às placas solares.

No entanto, quando os sistemas começaram a apresentar defeito, não bombeando mais a mesma quantidade de água para irrigação, alguns produtores adquiriram motores a diesel como opção complementar ao bombeamento fotovoltaico. Dessa maneira, no momento em que as bombas da energia solar foram desativadas, algumas famílias não sentiram tanto os resultados da perda, pois possuíam motor bomba a diesel. Contudo, a grande maioria das famílias não detinha tal equipamento. A queda na produção foi a principal consequência da desativação dos sistemas para a comunidade.

Apesar de constituir-se em fonte energética poluente e dos altos custos se comparada à energia solar (para os produtores beneficiados no Açude do Rio do Peixe o custo para bombeamento de água via sistemas fotovoltaicos era zero), em que o produtor gasta em média R\$ 30,00 por semana para alimentá-la ou R\$ 120,00 por mês, para continuar as plantações, os agricultores decidiram pelo uso do moto bomba a diesel como alternativa para a irrigação.

Em relação à desativação dos equipamentos, um agricultor beneficiado expressa seu descontentamento:

Depois das bombas melhorou muito a situação da gente, passamos a nos envolver mais na roça mesmo, plantando de tudo, melancia, abóbora, quiabo.... Tudo o que a gente plantava dava, e dava o suficiente. Mas agora como as bombas deram problemas nós ficamos quase na mesma dificuldade, por que para quem não pode comprar o motor (a diesel) a plantação ficou devagar de novo (Pesquisa de campo, 2006).

Com o prejuízo na capacidade de bombeamento pela substituição dos sistemas fotovoltaicos pelos motores a diesel, a produção de frutas ficou comprometida, uma vez que havia a necessidade de uma carga mais intensa de irrigação (dia e noite). Para

tanto, as bombas fotovoltaicas permaneciam ligadas ininterruptamente durante dias. Atualmente, isso significa um alto gasto de diesel, incompatível com a renda das famílias.

Com as bombas paradas, começaram a haver fur-

tos de placas solares – treze placas desapareceram entre 2002 e 2003. Por conseguinte, foi decidido em assembléia na APHARP que as mais de cem placas que acompanhavam os kits de bombeamento e estavam ociosas iriam ser distribuídas para os associados para iluminação residencial. Todos os associados receberam as placas solares, e aquelas que restaram foram cedidas a outras instituições em troca de uma gratificação para a construção da sede própria.

No que diz respeito às expectativas da comunidade, observa-se que os principais problemas para os produtores dizem respeito aos impactos das secas, à pequena quantidade de terras para cultivo e ao acesso à energia elétrica.

Como o nível das águas do Açude do Rio do Peixe está baixo há cerca de três anos pela falta de chuvas (desde 2003), o principal pleito da comunidade se refere à construção de uma ligação com a barragem de Pedras Altas,³ com a finalidade de alimentar o açude de maneira a amenizar os efeitos das secas.

Outra questão relevante para os produtores gira em torno das áreas disponíveis para plantações. Na opinião deles, as áreas existentes no entorno do açude são limitadas em relação ao número de famílias residentes na comunidade. Além de atentarem para o fato de que os lotes de cada uma das famílias têm de ser divididos entre os filhos, diminuindo ainda mais a parte designada para os cultivos. Em relação a isso, considerando-se que o módulo fiscal⁴ do município

³ A Barragem de Pedras Altas, inaugurada em 2 de abril de 2002, localiza-se no Distrito de Capim Grosso, a 4 km de distância da comunidade.

⁴ Módulo fiscal constitui uma referência de área definida pelo INCRA, que varia conforme a região, e é definido para cada Município a partir de vários fatores: tipo de exploração predominante no município, renda obtida com a exploração predominante, outras explorações existentes no município

de Capim Grosso é de 60 hectares e sua fração mínima é de 25 hectares, pode-se inferir que o módulo fiscal é doze vezes maior que o tamanho médio das propriedades do Açude do Rio do Peixe, que é de cinco hectares, e a fração mínima está cinco vezes acima do tamanho médio das propriedades.

O acesso à energia elétrica também se constitui numa reivindicação importante, visto que se apresenta como alternativa para produção a partir de seu uso para alimentar bombas elétricas. Somentes a isso o aumento do nível de bem-estar da comunidade com o incremento da carga consumida, abrindo espaço para o consumo de outros eletrodomésticos.

A partir dessa análise, pode-se concluir que o emprego da energia solar para irrigação na comunidade do Açude do Rio do Peixe gerou um conjunto de impactos positivos culminando no desenvolvimento do nível de vida dos moradores, confirmando a hipótese apresentada. Tais impactos são resumidos nos seguintes tópicos:

1. aumento da produção em virtude do uso da energia para o processo de irrigação, além de maior rendimento das lavouras;
2. maior variedade de culturas;
3. incrementos na renda a partir da comercialização do excedente da produção;
4. incrementos no consumo acarretando um maior grau de inserção no sistema capitalista;
5. aumento do bem-estar em virtude do aumento no consumo;
6. melhorias em saúde e educação como efeito indireto da irrigação via energia solar.

que, embora não predominantes, sejam significativas em função da renda ou da área utilizada, e conceito de propriedade familiar. O Módulo Fiscal serve de parâmetro para classificação do imóvel rural quanto ao tamanho, na forma da Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993: Pequena Propriedade - o imóvel rural de área compreendida entre 1(um) e 4(quatro) módulos fiscais; Média Propriedade - o imóvel rural de área superior a 4 (quatro) e até 15(quinze) módulos fiscais. Serve também de parâmetro para definir os beneficiários do PRONAF (pequenos agricultores de economia familiar, proprietários, meeiros, posseiros, parceiros ou arrendatários de até 4(quatro) módulos fiscais).

A primeira crítica diz respeito ao número de famílias beneficiadas e ao alcance limitado do projeto. Das quarenta famílias associadas inicialmente, apenas nove foram beneficiadas diretamente com os nove kits de bombeamento fotovoltaico, enquanto

que as demais tiveram que entrar em sistemas de parceria para usufruir das benesses dos equipamentos. Os entes responsáveis poderiam ter cedido um maior número de kits ou aumentado a potência instalada de modo a beneficiar maiores áreas ou a comunidade como um todo.

Além disso, com as melhorias em relação à produção, ao rendimento das lavouras, incrementos na renda e no consumo das famílias, e o efeito indireto sobre educação e saúde, pode-se inferir que o emprego da energia solar para irrigação na comunidade do Açude do

Rio do Peixe gerou avanços em relação às condições de vida dos habitantes com o aumento do bem-estar, mas ficou aquém do objetivo de vir a ser elemento promotor de desenvolvimento rural. Isso se deve principalmente ao alcance limitado do projeto, que não beneficiou diretamente todas as famílias, uma vez que algumas tiveram grandes progressos, outras ficaram a mercê dos sistemas de parceria e algumas nem chegaram a utilizar os sistemas solares de bombeamento.

A principal crítica relaciona-se com a assistência técnica, que se apresenta como fonte de motivação e item de grande importância para os agricultores da comunidade. Inicialmente haveria a assistência técnica prestada às famílias, principalmente para os equipamentos, existia, mas não era constante e cessou após a privatização da COELBA. Já a assistência para as atividades agrícolas feita pela EBDA era mais assídua, contudo a partir de 2000 e até maio de 2006 não vem sendo realizada. O modelo de intervenção dos órgãos públicos na área rural vem ocorrendo de forma desorganizada e desarticulada, com duplicação de funções, atuações pontuais, falta de planejamento e de continuidade.

No caso específico dos equipamentos de irrigação com energia solar para a APHARP, pode-se destacar que para sua cessão não foi levado em conta o fato de não haver similares no país. Ou seja, os sistemas foram desativados pelo desgaste de uma mesma peça, que, de acordo com depoimentos, não possuía similares no mercado, culminando na desativação das nove bombas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego da energia solar para irrigação no semi-árido por parte da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe resultou em impactos positivos no que diz respeito ao aumento das produções agrícolas, à diversidade de cultivos, à produtividade das lavouras, aos incrementos na renda pela comercialização do excedente da produção, aos incrementos no consumo e ao bem-estar. Observou-se também ganhos em relação ao fortalecimento da organização coletiva, na saúde e na educação.

Esses sistemas fotovoltaicos de bombeamento instalados no Açude do Rio do Peixe foram desativados em 2002, por causa do desgaste numa peça das bombas. A partir disso, os pequenos produtores, com a renda auferida na horticultura irrigada, adquiriram motores a diesel para continuar o bombeamento de água e a irrigação.

Contudo, pode-se enumerar uma série de críticas à implantação do projeto, como o número reduzido de beneficiados – das quarenta famílias associadas inicialmente, apenas nove foram beneficiadas diretamente com os kits de bombeamento fotovoltaico, enquanto as demais tiveram que entrar em sistemas de parceria para usufruir das benesses dos equipamentos. Some-se a isso a falta de planejamento dos entes governamentais, que apesar de financiarem o projeto, não estipularam todas as etapas de sua implantação, deixando a responsabilidade da escolha dos beneficiados para a instituição local, e, ainda, a definição das normas para a assistência técnica a cargo da COELBA.

Pode-se criticar o modelo de intervenção dos órgãos públicos na área rural, mais especificamente os programas de eletrificação rural executados no estado. Tais políticas foram e são realizadas de

forma desarticulada, com duplicação de funções, atuações pontuais, falta de planejamento e de continuidade.

As melhorias em relação à produção, o aumento no rendimento das lavouras, os incrementos na renda e no consumo das famílias e o efeito indireto sobre a educação e a saúde tiveram alcance limitado, uma vez que foram produzidos avanços em relação às condições de vida e bem-estar somente para os beneficiados direta e indiretamente com os sistemas, tendo deixado desejar no que se refere à promoção do desenvolvimento rural. É válido destacar que tais críticas referem-se à forma em que a energia solar para irrigação foi implantada pelos entes no referido projeto e não em relação aos efeitos de sua utilização de modo geral.

Em suma, a despeito do pequeno número de beneficiados, da falta de planejamento em todas as etapas da implantação do projeto de energia solar para irrigação na APHARP, e do reduzido alcance para o desenvolvimento econômico e social, deve-se salientar a importância do Estado como agente promotor e financiador de projetos, cujas finalidades são o aumento do bem-estar social a partir do progresso econômico e a melhoria das condições de vida da população. Além disso, vale ressaltar o valor da prestação da assistência técnica (mesmo que deficitária) realizada pelos entes governamentais, visto que se apresenta como fator elementar para a produção agrícola para pequenos produtores familiares do semi-árido.

REFERÊNCIAS

- CAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL (BA). *A Agropecuária no semi-árido da Bahia*. Salvador : CAR, 1995. 139 p.
- CEPEL. *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos*. Brasília, 1995.
- GHIRARDI, André Garcez. *Energia como fator de competitividade na agricultura Baiana*. In: Prêmio BANEb de pesquisa. Salvador: BANEb, 1998. 35 p. il. 1998.
- GOUVELLO, C.; POPPE, M. *Study of the photovoltaic market for rural electrification in northeastern Brazil – final report for the World Bank*. Washington, 1997.
- IBGE. *Censo Demográfico 2000*. Rio de Janeiro, 2001.

KRAUSE, Matthias *et al.* *Sustainable provision of renewable energy technologies rural electrification in Brazil: an assessment of the photovoltaic option*. Bonn: GDI, 2003. 99 p.

MILHO, quiabo, feijão de corda, um novo alento para o povo do sertão. *Informe CRESEB*, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p.7, jun. 1996.

SANTOS, Nícia Moreira da Silva. *Energia solar para irrigação no semi-árido: o caso da Associação dos Produtores e Horticultores do Açude do Rio do Peixe, Capim Grosso (BA)*. 2006, 82 f.

Monografia (graduação). Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

_____. Relatório de pesquisa. Capim Grosso, Bahia, jul. 2006.

SOUZA, Hermínio Ramos. Agricultura irrigada no semi-árido nordestino. In: GOMES, Gustavo Maia; SOUZA, Hermínio Ramos de; AGUIAR, Antonia Rocha (Orgs). *Desenvolvimento Sustentável no Nordeste*. Brasília: IPEA, 1995.

Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas

*José Honório Accarini**

Resumo

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi concebido e vem sendo implementado visando promover a inclusão social e o desenvolvimento regional, mediante o engajamento progressivo de agricultores familiares e de regiões carentes do País num mercado que não pára de crescer. Ao invés de subsidiar a produção, o PNPB optou por um modelo tributário diferenciado por categorias de agricultores, regiões e matérias-primas.

As operações contratadas nos quatro leilões de compra de biodiesel atingiram 840 milhões de litros, envolveram cifra da ordem de R\$ 1,5 bilhão e proporcionaram a criação de oportunidades de trabalho para cerca de 205 mil famílias de agricultores familiares. Considerando-se projetos em operação, em fase de implantação e de estudos de viabilidade, a capacidade atual de produção atinge 1,7 bilhão de litros e a mistura B2 está sendo vendida em mais de 2.300 postos. Essas realizações representam apenas parte do potencial do biodiesel no Brasil e vêm contribuindo para dinamizar economias locais e regionais.

Palavras-chave: biodiesel, inclusão social, biocombustíveis, agricultura familiar e matriz energética.

Abstract

The National Program of Biodiesel Use and Production (PNPB) was conceived and is being implemented aiming to promote social inclusion and regional development, by gradually engaging small producers and the Brazilian poorest regions in a continuously growing market. Instead of subsidizing the production, PNPB chose a differentiated tax model for categories of producers, regions and raw materials.

The operations contracted in four biodiesel purchasing auctions reached 840 million liters, involved R\$ 1.5 billion and created work opportunities for about 205 thousand families of small producers. Currently, the production capacity (considering projects in operation, being implemented and undergoing feasibility studies) reaches 1.7 billion liters, and more than 2,300 gas stations are selling the B2 mixture. These accomplishments represent only part of the Brazilian biodiesel potential and have been contributing to stimulate local and regional economies.

Key words: biodiesel, social inclusion, biofuels, family farming and energy matrix.

INTRODUÇÃO

Não se faria justiça histórica escrever sobre biodiesel sem uma referência, ainda que muito breve, a Rudolf Christian Karl Diesel, engenheiro de origem alemã, nascido em Paris aos 18 de março de 1858, inventor do motor diesel. Constantemente aperfeiçoado ao longo do tempo, esse motor vem sendo utiliza-

do largamente no mundo para finalidades as mais diversas, especialmente em veículos para transporte de pessoas e cargas.

Segundo registros históricos, ele recebeu a patente de sua invenção em 23 de fevereiro de 1893, em Berlim, levando-a, em 1911, à mostra mundial de Paris, quando o motor teria funcionado com óleo vegetal. Embora se pudesse dizer que o

* Mestre em Economia pela Universidade de São Paulo, Professor de Graduação e Pós-Graduação em Instituições de Ensino Superior de Brasília (DF), assessor na Casa Civil da Presidência da República, membro da

Comissão Executiva Interministerial e do Grupo Gestor do Biodiesel e autor de diversos livros e artigos relacionados à Economia do Agronegócio, dos Recursos Hídricos e Finanças Públicas. jose.accarini@planalto.gov.br.

motor diesel tenha nascido essencialmente ecológico, hoje se sabe que o uso do óleo vegetal puro como combustível causa danos aos motores atuais, além de acarretar a emissão de poluentes cancerígenos.

A abundância relativa do petróleo acabou inviabilizando o emprego do óleo vegetal e de outras fontes como combustível, passando a ser usado o óleo diesel, nome concedido em homenagem àquele inventor. As crises do petróleo nos anos de 1970 reavivaram o interesse por fontes alternativas de energia, mas o recuo de seus preços voltou a desestimular os combustíveis alternativos ao diesel, embora tenha sido fator importante para o desenvolvimento do etanol, substituto da gasolina, em cuja produção e desenvolvimento tecnológico o Brasil hoje ocupa posição de liderança no cenário mundial.

O interesse por substitutos do óleo diesel voltou à cena nos anos de 1990, com a consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável e as crescentes preocupações com o efeito estufa, com os conflitos no Oriente Médio e com a disponibilidade de energia ante a finitude do petróleo e a volatilidade de seus preços. A segurança energética comparece hoje na agenda de ações e preocupações de países desenvolvidos, em desenvolvimento e até mesmo de exportadores de petróleo.

Embora não haja unanimidade,¹ o Brasil deteve, em 1980, a primeira patente mundial do biodiesel, processo criado pelo professor e pesquisador da Universidade do Ceará, Expedito Parente. Na mesma década, em países da Europa, especialmente na Alemanha, a produção de biodiesel começou a ganhar impulso e hoje mobiliza número crescente de países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento.

No Brasil, como se busca mostrar neste artigo, o biodiesel vem superando metas e inserindo-se gradativamente como novo combustível em nossa matriz energética, considerada uma das mais limpas do mundo. Esse processo teve início em julho de 2003, passou por várias fases e já se encontra em franco desenvolvimento, a caminho de sua consolidação.

¹ Disputas relacionadas a patentes e inventos são comuns. As dificuldades de comunicação, no início do século passado, e o fato de os processos industriais modernos muitas vezes se diferenciarem por simples detalhes (que, não obstante, podem fazer toda diferença) têm sido as principais fontes dessas controvérsias.

GÊNESE DO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL (PNPB)

Para que se disponha de uma visão geral sobre o PNPB, esta primeira parte do trabalho tem por objetivo sumariar suas principais etapas e medidas.

Ciclo de audiências e estudos de viabilidade

Em julho de 2003 foi criado, por Decreto Presidencial, um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) para analisar a viabilidade da produção e uso do biodiesel no Brasil, usando como metodologia a realização de um ciclo de audiências com representantes de entidades públicas e privadas da cadeia do biodiesel (pesquisa, universidades, agricultura, fabricantes, governos estaduais, indústria automobilística, etc.) e parlamentares envolvidos com o assunto, de modo a proporcionar debate o mais amplo possível e o exame de experiências e potencialidades do biodiesel no Brasil e em outros países.

No início de dezembro do mesmo ano, os trabalhos foram encerrados, oportunidade em que se produziu o Relatório Final do GTI contendo diversas conclusões. A principal delas foi a de que o biodiesel poderia contribuir para o equacionamento de questões fundamentais para o País, tais como:

- a) promover a inclusão social de agricultores familiares mediante a geração de emprego e renda decorrente de seu progressivo engajamento na cadeia produtiva do biodiesel;
- b) atenuar disparidades regionais;
- c) contribuir para a economia de divisas e a redução da dependência do petróleo importado (denominada "petrodependência"); e
- d) fortalecer o componente renovável de nossa matriz energética e reduzir a emissão de poluentes e custos na área de saúde com o combate aos chamados males da poluição.

Em resumo, vislumbraram-se, com a introdução do biodiesel no Brasil, benefícios de natureza social, econômica, ambiental, estratégica e mesmo geopolítica. Por isso, a recomendação final contida no aludido Relatório foi no sentido de se criar uma comissão interministerial permanente para propor e acompanhar as providências necessárias à introdução desse

novo combustível no Brasil. Para essa decisão também contribuíram as perspectivas de elevação e a volatilidade dos preços internacionais do petróleo e o fato de a matriz energética nacional ser 47% dependente dessa fonte de energia, cujos preços médios de importação cresceram 125% entre 2000 e 2006 (dados até junho, da ANP).

O óleo diesel, passível de substituição parcial/total pelo biodiesel, é responsável por 55% de nosso consumo para transporte veicular. No período janeiro-2004/junho-2006, respondeu por 32% (média de US\$ 84 milhões/mês) dos dispêndios com importações de derivados de petróleo, sendo suplantado apenas pela nafta, com média de US\$ 100 milhões/mês (38%).

Comissão Executiva Interministerial e Grupo Gestor do Biodiesel

A primeira providência da Comissão Executiva Interministerial, apoiada por um Grupo Gestor, foi identificar as medidas necessárias à introdução do biodiesel como novo combustível. Foram elencadas dezesseis metas; quatro foram consideradas prioritárias:

- a) autorizar oficialmente a mistura de até 2% de biodiesel ao diesel mineral;
- b) desenvolver mecanismos para produção de oleaginosas e biodiesel visando a inclusão social;
- c) definir modelo tributário aplicável à cadeia produtiva do biodiesel; e
- d) estabelecer a segmentação do mercado e suas especificidades, tais como uso de biodiesel em geradores de energia, frotas veiculares cativas e veículos de transporte metropolitano.

A idéia inicial contida na Medida Provisória que tratou da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira previa o uso facultativo da mistura B2 (2% de biodiesel e 98% de diesel), mas as discussões no Congresso Nacional durante a análise do

assunto convergiram para a obrigatoriedade da mistura B5, concedendo-se, entretanto, um prazo para sua entrada em vigor (até janeiro de 2013), com a meta intermediária do B2, em janeiro de 2008.

Em resumo, vislumbraram-se, com a introdução do biodiesel no Brasil, benefícios de natureza social, econômica, ambiental, estratégica e mesmo geopolítica. Por isso, a recomendação final contida no aludido Relatório foi no sentido de se criar uma comissão interministerial permanente para propor e acompanhar as providências necessárias à introdução desse novo combustível no Brasil

Medidas integrantes do PNPB

Definidas as prioridades e o plano de trabalho, seguiram-se diversas providências aprovadas pela Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel. Respeitadas as características, prazos, trâmites, esferas de decisão e peculiaridades das várias medidas, foram editados leis, decretos, resoluções, portarias, instruções normativas e outros documentos que hoje integram o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), lançado em 6 de dezembro de 2004.

Inicialmente, a então Agência Nacional do Petróleo (ANP) ficou incumbida de estabelecer as especificações físico-químicas e os padrões de qualidade para o biodiesel destinado à mistura com o diesel mineral. Em seguida, foi necessário criar e modificar diversos normativos legais e regulatórios visando definir o biodiesel, uma vez que, até então, embora viesse sendo produzido e comercializado em pequena escala, como éster, para finalidades específicas, ele não era reconhecido como combustível.

A palavra biodiesel não existia legalmente no País e, do ponto de vista regulatório, foram modificadas quase duas dezenas de Resoluções da ANP para acolher o novo combustível.

Em 24.11.2004 foram também editadas duas novas resoluções: a nº 41, que institui a regulamentação e obrigatoriedade de autorização daquela Agência para o exercício da atividade de produção de biodiesel, e a nº 42, que estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel adicionável ao diesel na proporção de 2% em volume.

O PNPB exigiu a edição de Medidas Provisórias que foram modificadas e aprovadas pelo Congresso Nacional e sancionadas pelo Presidente da Repúbli-

ca. Uma delas, considerada básica, transformou-se na Lei nº 11.097, de 13.01.2005, que definiu o biodiesel como novo combustível na matriz energética brasileira e estabeleceu a mistura obrigatória de 2% a partir de janeiro de 2005 e de 5% em janeiro de 2013, em todo território nacional. Esse mesmo documento legal transformou a ANP em Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, preservando-lhe a sigla ANP e atribuindo-lhe a competência adicional de regular e fiscalizar a produção e a comercialização de biocombustíveis.

O biodiesel foi legalmente definido (Lei nº 11.097/2005) como o “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”, proporcionando amplas possibilidades de usá-lo em transportes urbanos, rodoviários, ferroviários e aquaviários de passageiros e cargas, geradores de energia, motores estacionários, etc.

A Lei nº 11.116, de 18.05.2005, estabeleceu a exigência de registro do produtor ou importador de biodiesel na Secretaria da Receita Federal e a incidência de tributos federais diferenciados por região, matéria-prima oleaginosa e tipo de agricultor. Por essa mesma lei é permitido ao Executivo ajustar incentivos ao biodiesel conforme a evolução do mercado e as necessidades do PNPB. Entretanto, foi-lhe vedado fixar, para o biodiesel, carga tributária federal superior à aplicada ao diesel mineral.

Essa mesma Lei é a base do chamado modelo tributário aplicável ao biodiesel, que se completa com outros dispositivos legais e normativos. Pelo Decreto nº 5.298, de 06.12.2004, a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) sobre o biodiesel foi fixada em 0%. Como a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) sobre o biodiesel inexistente, o nivelamento da tributação federal aplicável ao biodiesel e ao diesel mineral foi feito mediante ajuste

nas contribuições para o PIS/Pasep e a Cofins, por meio dos Decretos nº 5.297, de 06.12.2004, e nº 5.457, de 06.06.2005.

A Tabela 1 fornece uma visão resumida dos tributos federais incidentes sobre esses dois combustíveis, podendo-se constatar (duas últimas colunas) que a carga tributária total é a mesma (R\$ 0,218 por litro), embora haja diferenças em sua composição. A regra geral aplica-se às indústrias de biodiesel não detentoras do Selo Combustível Social, tratado adiante.

Tabela 1
Modelo tributário federal aplicável ao biodiesel e ao diesel

Tributos federais sobre o biodiesel por tipo/origem das matérias-primas					
Tributos Federais	Agricultura Familiar no Norte, Nordeste e Semi-Árido com mamona ou palma	Agricultura familiar	Norte, Nordeste e Semi-árido com mamona ou palma	Regra Geral (demais regiões, agricultores e oleaginosas)	Diesel
IPI	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero
CIDE	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	R\$ 0,070
PIS/Pasep e Cofins	Redução de até 100%	Redução de até 68%	Redução de até 32%	≤ diesel mineral	R\$ 0,148
Total dos tributos federais	R\$/litro (para indústrias que adquirem 100% de suas necessidades de matérias-primas)			R\$/litro	R\$/litro
	R\$ 0,00	R\$ 0,070	R\$ 0,151	R\$ 0,218	R\$ 0,218

Pode-se deduzir que, ao invés de subsidiar a produção de forma generalizada, o modelo tributário busca atender os princípios orientadores básicos do PNPB de promover a inclusão social e reduzir disparidades regionais mediante a geração de emprego e renda. Para tanto, concede redução total ou parcial das contribuições para o PIS/Pasep e a Cofins para indústrias de biodiesel que apoiem a agricultura familiar, especialmente nas regiões mais carentes do País, empregando como matérias-primas oleaginosas a mamona (Nordeste e semi-árido) e o dendê (região Norte).

De fato, os produtores de biodiesel que adquirem matérias-primas de agricultores familiares, qualquer que seja a região brasileira, podem ter redução de até 68% nos tributos federais PIS/Pasep e Cofins. Se essas aquisições forem feitas de produtores familiares de dendê (palma) na região Norte ou de mamona no Nordeste e no semi-árido, esse percentual pode chegar a 100%. Se as matérias-primas e regiões forem as mesmas, mas os agricultores não forem familiares, a redução máxima é de 32%.

Entretanto, para usufruir desses benefícios tributários, os produtores de biodiesel precisam ser detentores de um certificado (Selo Combustível Social), previsto em instruções normativas específicas² do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e concedido, por aquele Ministério, a produtores de biodiesel habilitados pelas leis brasileiras a operar na produção e comercialização desse novo combustível e que, adicionalmente, atendam aos seguintes requisitos:

- a) adquiram percentuais mínimos de matéria-prima de agricultores familiares, sendo de 10% nas regiões Norte e Centro-Oeste, de 30% nas regiões Sul e Sudeste e de 50% no Nordeste e no semi-árido; e
- b) celebrem contratos com os agricultores familiares estabelecendo prazos e condições de entrega da matéria-prima e respectivos preços e lhes prestem assistência técnica.

As empresas detentoras desse certificado podem participar dos leilões de compra (assunto objeto de seção específica) e usá-lo para diferenciar a origem/marca do biodiesel no mercado. Além disso, tais empresas podem ter redução parcial ou total de tributos federais, conforme definido no modelo tributário aplicável ao biodiesel, o que implica dizer que o Selo Combustível Social é uma espécie de passaporte que define a possibilidade de usufruir os benefícios tributários previstos e sua magnitude.

Se, por exemplo, uma empresa das regiões Sul ou Sudeste adquire o mínimo de 30% de suas necessidades de matérias-primas de agricultores familiares, terá direito ao Selo Combustível Social e esse percentual será aplicado sobre a redução prevista para essa situação no modelo tributário, permitindo-lhe abater 20,4% (30% de 68%) do valor das contribuições para o PIS/Pasep e a Cofins relativo à regra geral (R\$ 0,218/litro), ou seja, pagará cerca de R\$

0,174/litro. Se adquirir 50%, a redução será de 34% (pagamento de R\$ 0,144/litro) e assim sucessivamente, até atingir 68%, pagando R\$ 0,070/litro.

Se essa mesma empresa operasse no Nordeste ou no semi-árido e empregasse mamona como matéria-prima, teria de adquirir, no mínimo, 50% de suas necessidades para obter o Selo Combustível Social, situação em que teria direito à redução de 50% no pagamento do PIS/Pasep e Cofins (pagaria R\$ 0,109/litro). Se adquirisse 100%, não precisaria recolhê-los. Todavia, se os fornecedores não fossem agricultores familiares, pagaria R\$ 0,183/litro se a mamona representasse 50% de seu consumo de matéria-prima e R\$ 0,148/litro se utilizasse apenas essa oleaginosa.

Esses exemplos deixam clara a opção do modelo tributário de viabilizar benefícios aos agricultores familiares e às áreas mais pobres do País. Para apoiar o alcance dos objetivos que embasaram a concepção desse modelo, outras medidas passaram a integrar progressivamente o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), especialmente nas áreas de financiamento, tecnologia e desenvolvimento do mercado interno. Já no lançamento do PNPB, a Resolução BNDES nº 1.135/2004 instituiu o Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel, prevendo financiamentos para todas as etapas da cadeia produtiva, financiando até 90% dos projetos com Selo Combustível Social e até 80% sem essa característica.

Os financiamentos direcionados aos segmentos ligados ao biodiesel são concedidos por bancos oficiais com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e de outras fontes. Diversas instituições de crédito estão financiando ou planejam financiar elos da cadeia produtiva do biodiesel, como vem ocorrendo com o Banco do Brasil (BB-Biodiesel) e com outros bancos oficiais e privados.

No final de março de 2005 foi lançada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, congregando instituições de pesquisa e desenvolvimento de 22 Esta-

Pode-se deduzir que, ao invés de subsidiar a produção de forma generalizada, o modelo tributário busca atender os princípios orientadores básicos do PNPB de promover a inclusão social e reduzir disparidades regionais mediante a geração de emprego e renda

² A Instrução Normativa do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) nº 01, de 05.07.2005, estabelece critérios e procedimentos para concessão de uso do Selo Combustível Social e a MDA nº 02, de 28.09.2005, fixa critérios e procedimentos para enquadramento de projetos de produção de biodiesel no mecanismo do aludido Selo.

dos da Federação. Na mesma oportunidade foi inaugurado o Portal do Biodiesel (www.biodiesel.gov.br),³ concebido e administrado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Ele busca oferecer espaço ágil para troca de experiências e informações e esclarecimento de dúvidas entre institutos de pesquisa, universidades, empresas privadas, associações de agricultores, pesquisadores, técnicos, organizações não-governamentais e interessados em geral.

Por meio da Rede são direcionados recursos de fundos federais de incentivo e financiamento ao desenvolvimento tecnológico. Nesse contexto, a seleção de matérias-primas segundo as características diferenciadas de solo e clima regionais é muito importante devido à diversidade de oleaginosas existentes no Brasil e ao fato de as mesmas representarem algo em torno de 75% dos custos de produção do biodiesel.

Outro componente importante é o desenvolvimento/aperfeiçoamento de processos de produção industrial e testes em motores e componentes com diferentes proporções de biodiesel, inclusive para apoiar tecnicamente o uso de misturas biodiesel/diesel em percentuais superiores a 2% num futuro próximo. Novos usos e aplicações para co-produtos da fabricação de biodiesel (principalmente farelos, tortas e glicerina) também recebem apoio para o desenvolvimento tecnológico.

Para estimular a produção de biodiesel enquanto sua mistura ao diesel mineral não é obrigatória (até janeiro de 2008), foram definidos leilões de compra pela ANP, dos quais somente podem participar empresas detentoras do Selo Combustível Social. Esses leilões são regulados por instrumentos emitidos pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e pela ANP, constituindo medida das mais importantes, como examinado mais à frente.

Pontos centrais do PNPB

Como o título sugere, são examinados, a seguir, os aspectos considerados centrais do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

Os financiamentos direcionados aos segmentos ligados ao biodiesel são concedidos por bancos oficiais com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e de outras fontes

Inclusão social e desenvolvimento regional

Ao lançar o PNPB, o Governo Federal apoiou-se na crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis e no potencial brasileiro para atender parte expressiva dessas necessidades, gerando empregos e renda na agricultura familiar, reduzindo disparidades regionais e contribuindo para a economia de divisas e a melhoria das condições ambientais. Isso sintetiza a lógica do PNPB.

Para melhor entendê-la, cabe destacar alguns aspectos importantes. O primeiro: energia é considerada uma espécie de combustível indispensável ao desenvolvimento. No século XVIII, a fonte predominante foi o carvão, seguida pelo petróleo nos séculos seguintes. Há considerável consenso entre analistas de que o século XXI será da agroenergia, campo em que o Brasil é visto como predestinado a exercer importante papel no cenário mundial, conforme assinala Ignacy Sachs:

Se há um país onde a saída da civilização do petróleo⁴ é possível, eu não estou dizendo amanhã, estou falando de um período de vinte a trinta anos, este país é o Brasil. Se há um país onde se pode pensar em construir uma civilização moderna de biomassa, este país é o Brasil. A maior reserva de biodiversidade, uma enorme reserva de terras cultiváveis sem mexer numa árvore da floresta amazônica, climas variados, uma dotação de recursos hídricos entre ótima e razoável na maioria dos territórios e um fator muito importante, uma pesquisa agrônômica e biológica de classe internacional, uma indústria capaz de produzir equipamentos para a produção de etanol e para a produção de biodiesel, todos esses elementos estão presentes aqui para avançar nesse caminho. (SACHS, 2005, p. 202)

³ Além desta, as principais páginas eletrônicas de órgãos federais sobre biodiesel no Brasil são as seguintes: www.mme.gov.br; www.anp.gov.br; www.mda.gov.br e www.petrobras.com.br.

⁴ A expressão "fim da civilização do petróleo" precisa ser compreendida adequadamente. Na verdade, significa que essa fonte perderá sua posição hegemônica, como ocorreu com o carvão, embora este seja usado até hoje. Quando isso ocorrer, é provável que o petróleo remanescente, em face de seus elevados preços, passe a ser empregado para fins mais nobres.

O segundo aspecto a considerar para a compreensão da lógica do PNPB é o de que o petróleo tende a esgotar-se. Não há unanimidade quanto aos prazos, mas em média se estima que as reservas mundiais ainda durem aproximadamente meio século, enquanto, no Brasil, cerca de metade desse tempo. Assim, a verdadeira e definitiva auto-suficiência ou segurança energética passa pela crescente produção de combustíveis de fontes renováveis, o que requer o atendimento de requisitos de sustentabilidade em sentido amplo: ambiental, econômica, social e tecnológica.

Pelas suas condições de solo e clima, o Brasil tem potencial de produção de biomassa que não se encontra em qualquer parte do Planeta. Portanto, sua vocação natural é a agregação de valor à produção primária. O biodiesel é uma dessas possibilidades, talvez a mais promissora, porque a demanda de energia vai aumentar enquanto a economia mundial estiver crescendo. Isso implica dizer que a demanda por agroenergia não pára de crescer, ao contrário do que ocorre com a maioria dos produtos do agronegócio.

Nesse contexto, o Governo vislumbrou a possibilidade de engajar agricultores familiares e produtores de regiões mais pobres do País na cadeia produtiva do biodiesel. Isso foi feito mediante estímulos tributários às empresas que adquirem oleaginosas produzidas por esses segmentos e já vem surtindo efeitos práticos mesmo antes do prazo fixado para a obrigatoriedade legal da mistura B2 (janeiro de 2008) com a aplicação do modelo tributário, com o Selo Combustível Social e com o mecanismo dos leilões de compra conduzidos pela ANP, conforme será examinado adiante.

Mistura obrigatória, mercado crescente

Para inserir a inclusão social numa lógica de mercado, a mistura do biodiesel ao diesel de petróleo, em proporções crescentes nos próximos anos, foi tornada obrigatória pela Lei nº 11.097/2005, anteriormente examinada. Pelo Decreto nº 5.448, de 20.05.2005, foram autorizados percentuais de mistu-

ra superiores, incluindo o biodiesel puro (B100), para uso em geradores, locomotivas, embarcações e frotas veiculares cativas, mediante autorização da ANP.

A existência de um mercado cativo e crescente para o biodiesel, decorrente da obrigatoriedade de sua mistura ao diesel mineral, representa estímulo econômico muito importante para empresas capitalizadas e com maior escala de produção. Como é próprio numa economia de mercado, essas empresas vão se posicionando conforme suas características e estratégias de negócios, cabendo às políticas públicas proporcionar condições para que o mercado funcione de modo eficiente e atenda aos objetivos de promover a inclusão social de agricultores familiares e o desenvolvimento de regiões mais carentes, com sustentabilidade no seu sentido amplo.

Liberdade de escolha e garantia de qualidade

Embora haja incentivos tributários para o biodiesel fabricado com matérias-primas cultivadas por agricultores familiares e nas regiões mais carentes do País, não cabe ao Governo Federal produzir biodiesel, mas promover sua produção e uso com sustentabilidade e qualidade compatíveis com as exigências dos mercados interno e externo.

Além disso, o Brasil tem diferentes peculiaridades regionais e potencial para produzir biodiesel com diversas matérias-primas (mamona, dendê, soja, nabo forrageiro, girassol, pinhão-manso, babaçu, óleos e gorduras residuais coletados nos centros metropolitanos, etc.) e com diferentes finalidades e tecnologias (craqueamento, transesterificação, etc.).

Por essas razões, o Governo Federal considera de responsabilidade dos agentes econômicos a seleção das melhores alternativas, condicionadas por pesquisas, experimentos e testes, em boa parte apoiados com recursos federais. Isso implica dizer que o PNPB não é excludente em termos de categorias de agentes econômicos, matérias-primas oleaginosas ou rotas tecnológicas.

Nesse contexto, a seleção de matérias-primas segundo as características diferenciadas de solo e clima regionais é muito importante devido à diversidade de oleaginosas existentes no Brasil e ao fato de as mesmas representarem algo em torno de 75% dos custos de produção do biodiesel

Entretanto, o PNPB apóia-se num balizador rígido: o biodiesel deve atender especificações físico-químicas e padrões de qualidade estabelecidos pela ANP, que tem a responsabilidade de autorizar o funcionamento de indústrias de biodiesel e de fiscalizar sua produção e comercialização. Sem atender essas exigências, monitoradas e fiscalizadas com sistemas modernos, como o marcador molecular, o biodiesel não pode ser comercializado e misturado ao diesel mineral.

Autorizações e registros necessários ao produtor de biodiesel: ANP, SRF e MDA

O primeiro aspecto a ressaltar é o de que inexistem lacunas normativas, legais e operacionais para produzir e comercializar biodiesel no Brasil. De fato, estão em vigor os marcos legal e regulatório; incentivos tributários direcionados à inclusão social e ao desenvolvimento regional; a reserva de mercado decorrente da obrigatoriedade da mistura (B2 em 2008 e B5 em 2013); a garantia legal de tributação federal sobre o biodiesel nunca superior à do diesel mineral; a disponibilidade de financiamentos à toda cadeia produtiva; o apoio à pesquisa e ao desenvolvimento; o intercâmbio e a troca de experiências e informações; e o engajamento progressivo de Estados e municípios que buscam integrar suas economias e finanças ao crescente mercado do biodiesel.

Os estímulos econômicos decorrem da obrigatoriedade legal da mistura, em proporções crescentes (B2 e B5). Assim, 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 24.11.2004.

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. A regulamentação dessa medida consta na Instrução Normativa SRF nº 516, de 22.02.2005. Posteriormente, a Instrução Nor-

mativa SRF nº 628, de 02.03.2005, fixou o regime especial de apuração e pagamento dos tributos federais PIS/Pasep e Cofins.

Ao lançar o PNPB, o Governo Federal apoiou-se na crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis e no potencial brasileiro para atender parte expressiva dessas necessidades, gerando empregos e renda na agricultura familiar, reduzindo disparidades regionais e contribuindo para a economia de divisas e a melhoria das condições ambientais. Isso sintetiza a lógica do PNPB

As empresas em condições de usufruir benefícios tributários direcionados à inclusão social e ao desenvolvimento regional (geração de emprego e renda para agricultores familiares, especialmente das regiões mais carentes do País) devem obter, adicionalmente, o Selo Combustível Social, mecanismo intimamente associado ao modelo tributário do biodiesel e aos leilões de compra, tratado a seguir.

PERSPECTIVAS DO BIODIESEL NO BRASIL

Partindo da análise da curva de aprendizado e dos leilões de compra conduzidos pela ANP, são examinadas, a seguir, as perspectivas do biodiesel no Brasil, sobretudo em termos de mercado e geração de empregos.

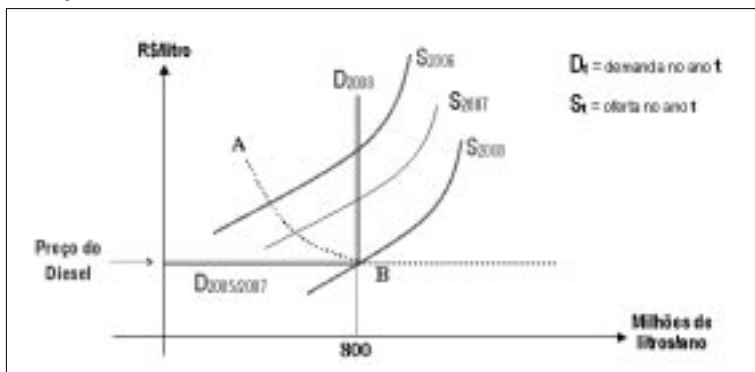
Curva de aprendizado e leilões de compra de biodiesel

Enquanto a mistura B2 não é obrigatória (período 2005/2007), a demanda por biodiesel seria infinitamente elástica ao nível do preço do diesel ($D_{2005/2007}$) e somente as empresas competitivas estariam em condições de vender o novo combustível. A partir de janeiro de 2008, a obrigatoriedade tornaria a demanda infinitamente inelástica na marca de 800 milhões de litros⁵ por ano (D_{2008}) e os preços dependeriam da evolução da oferta, conforme Gráfico 1.

Numa seqüência ideal, a oferta evoluiria de S_{2006} para S_{2007} e depois para S_{2008} , situação em que a trajetória AB representaria a chamada “curva de aprendizado” da produção de biodiesel. A inclinação dessa

⁵ Esse volume representa 2% do consumo de óleo diesel estimado para 2008, assunto tratado na seção seguinte.

Gráfico 1
Representação do mercado de biodiesel e da curva de aprendizado



curva é tanto mais acentuada quanto mais eficientes as inovações tecnológicas introduzidas na cadeia produtiva do biodiesel, cabendo destacar a produção de oleaginosas, por representarem cerca de 75% dos custos de produção.

A competitividade do biodiesel depende da evolução tecnológica, mas contém importante componente de *learning by doing* para que os ajustes possam ser mais bem identificados e introduzidos. Assim, não seria aconselhável esperar 2008 para constatar os resultados e essa foi uma das razões de se optar pelo mecanismo dos leilões de compra conduzidos pela ANP e pela antecipação da obrigatoriedade da mistura B2 para 2006, mas somente até o limite de produção das indústrias detentoras do Selo Combustível Social que tiverem suas ofertas total ou parcialmente arrematadas nesses leilões.

As refinarias ficaram obrigadas a adquirir o biodiesel arrematado em leilão e a utilizá-lo para a mistura B2, na proporção de suas respectivas participações no mercado de diesel. Embora o preço médio tenha sido decrescente (veja Tabela 2, a seguir), ele ainda supera o do diesel, mas seu impacto na ponta do consumo é pequeno, sendo representado, basicamente, por 2% da diferença entre os preços

do biodiesel e do diesel, mais os custos unitários do processo de mistura.

Além disso, as distribuidoras que já operam com o B2 têm constatado a excelente aceitação do novo combustível e o aumento de vendas, inclusive de outros combustíveis e produtos. O biodiesel vem se mostrando importante “promotor de vendas”, tornando ainda menos relevante a pequena diferença entre seus preços e os do diesel, que em condições outras tenderia a ser repassada ao preço ao consumidor.

Assim, o mecanismo dos leilões pode ser considerado medida das mais acertadas por estimular o desenvolvimento do mercado de biodiesel antes mesmo de seu uso obrigatório, por alavancar investimentos e por acelerar a curva de aprendizado e a organização dos agricultores familiares para que participem de forma crescente na cadeia produtiva desse novo combustível.

Os resultados finais dos quatro leilões realizados podem ser sintetizados na Tabela 2, na qual se pode constatar o interesse dos agentes econômicos pelo biodiesel, uma vez que as ofertas superaram o volume arrematado. Entre o primeiro e o quarto leilões, os preços médios finais tiveram redução de aproximadamente 9%. Como eles são fixos em termos nominais, a redução real é maior, indicando que a cadeia produtiva do biodiesel já vem encontrando sua curva de aprendizado e ofertando o novo combustível a preços cada vez mais competitivos com o diesel mineral.

Tabela 2
Resumo dos leilões de compra de biodiesel

Data do Leilão	Número de Empresas Participantes	Volume Ofertado Milhões de Litros	Volume Arrematado	Prazo de Entrega	Preço Médio Sem ICMS (R\$/litro)
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: ANP, 2006

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 antes realçados. Ainda que se estude a possibilidade de estender os leilões para atender as necessidades da mistura B5, o modelo de médio e longo prazos implícito no PNPB prevê a livre negociação entre fabricantes, refinarias e distribuidoras.

Mercado e geração de empregos

As misturas obrigatórias B2 e B5 permitem que a demanda de biodiesel para atendê-las seja calculada com base na projeção do consumo de óleo diesel. Estimativa econométrica deveria levar em conta a influência das variáveis preço e renda. Entretanto, pode-se chegar a um número referencial examinando-se a evolução do consumo de diesel nos últimos anos.

Dados publicados pela ANP mostram que o consumo de diesel foi de 35,1 milhões de m³ (bilhões de litros) em 2000. Nos primeiros sete meses de 2006, o consumo situou-se em 21,6 bilhões de litros. Como, na média do período 2000/2005, o consumo janeiro/julho representou 56,3% do total anual, pode-se estimar que, em 2006, o diesel consumido deverá alcançar 38,4 bilhões de litros.

Isso significa uma taxa de crescimento média anual de 1,48% no período 2000/2006, permitindo que se projete, para 2008, consumo da ordem de 39,6 bilhões de litros e, para 2013, de 42,6 bilhões de litros de diesel. Assim, as necessidades de biodiesel deverão situar-se ao redor de 800 milhões de litros, em 2008, para atender a mistura B2, e de 2,1 bilhões de litros, em 2013, para o B5.

A um preço médio de R\$ 1,86 por litro, teríamos um mercado da ordem de R\$ 1,5 bilhão em 2008 e de R\$ 4 bilhões em 2013. Esses números fornecem uma primeira aproximação do impacto econômico da introdução do biodiesel na matriz energética nacional em termos de valor da produção de bens intermediários, sem se considerar os investimentos necessários e seus efeitos multiplicadores sobre a renda e o emprego direto e indireto.

A oferta de 840 milhões de litros de biodiesel, arrematada nos quatro leilões conduzidos pela ANP, pro-

porcionou ocupação para cerca de 205 mil famílias de pequenos agricultores. Assim, estima-se que o atendimento das necessidades para a mistura B5 (2,1 bilhões de litros) tenderá a proporcionar oportunidades de trabalho para aproximadamente 520 mil famílias em 2013. O adensamento de cadeias produtivas e a dinamização de economias locais e regionais constituem outros impactos positivos, cujo dimensionamento seria exercício dos mais interessantes.

Como resultados concretos, o Brasil possui mais de 2.300 postos em funcionamento, que vendem a mistura B2. Esse número tende a crescer com a adesão de novas revendedoras, seguindo os exemplos da ALE Combustíveis e da BR Distribuidora. Entre projetos em fase de produção, de implantação e de estudos de viabilidade, a capacidade nominal, da ordem de 1,7 bilhão de litros de biodiesel por ano, suplanta as necessidades (cerca de 800 milhões de litros) para a mistura B2 e aproxima-se dos 2,1 bilhões de litros necessários para o B5.

Não é demais lembrar que o potencial de crescimento do biodiesel no Brasil, sempre referenciado ao consumo de diesel, é dado pelo crescimento dos percentuais de mistura (B5, B10, B20, etc.) viabilizados pela evolução das pesquisas, testes, investimentos e produção. Admitindo-se a mistura de 20% ao diesel mineral (B20), teríamos um mercado na casa dos R\$ 15 bilhões e potencial para gerar aproximadamente dois milhões de oportunidades de trabalho diretas e indiretas no setor agrícola, incluindo a agricultura familiar, isso sem se considerar o crescimento do consumo interno e a perspectiva de conquistar mercados externos para esse combustível de fontes renováveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Num prazo de aproximadamente vinte meses de intenso trabalho conjunto (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 a primeira planta industrial e o primeiro posto revendedor de biodiesel no Brasil (março de 2005). Esse aspecto deve ser realçado diante da complexidade de se lançar um novo combustível num país com nossas dimensões e peculiaridades.

O Brasil já conta com mais de 2.300 postos revendedores da mistura B2 e capacidade nominal de produção da ordem de 1,7 bilhão de litros considerando-se o conjunto de plantas industriais em funcionamento, em fase de implantação e de estudos de viabilidade. Nessa trajetória, o papel das políticas públicas tem sido o de propiciar condições para que o mercado de biodiesel funcione da forma mais eficiente possível e de dar suporte aos elos mais frágeis do mercado. Aos agricultores familiares, o Selo Combustível Social e o modelo tributário buscam proporcionar a compra de matérias-primas a preços contratualmente definidos e a assistência técnica às lavouras. Aos consumidores se procura oferecer um combustível de qualidade, mediante especificações físico-químicas e fiscalização rigorosa.

Não obstante, há desafios a serem superados. Um deles é estimular e apoiar a organização dos agricultores familiares em associações, cooperativas e outras formas de aglutinação social em busca de escalas mais econômicas de produção. Isso se alinha aos objetivos centrais do PNPB de promover a inclusão social e a redução de disparidades regionais. Nessa complexa e importante tarefa de organizar pequenos produtores devem engajar-se não apenas o Governo Federal, mas número crescente de governos estaduais e municipais, de organizações não-governamentais e de entidades da sociedade civil organizada.⁶

Junto aos governos estaduais e municipais, o Governo Federal vem procurando estimular iniciativas que impulsionem a produção e o uso do biodiesel. A definição de carga tributária estadual compatível com o modelo tributário federal vem sendo debatida no Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz), órgão responsável pela coordenação de medidas relacionadas ao ICMS. Esse tributo apresenta, atual-

mente, incidência média superior à tributação federal máxima do biodiesel, com expressivas diferenças de tratamento entre Unidades da Federação. Em várias delas, o ICMS sobre o biodiesel tem alíquota superior à do diesel de petróleo – o que é vedado no caso dos tributos federais.

Como as decisões no âmbito do Confaz são tomadas por unanimidade, a compatibilização dos incentivos estaduais com os federais é tarefa das mais complexas. O ICMS é o tributo mais importante do País em termos de arrecadação e dele muito dependem as finanças estaduais e também as municipais em razão dos repasses constitucionalmente fixados.

Os receios com a perda de arrecadação e a chamada “guerra fiscal” são outros empecilhos consideráveis. Embora se admita a compensação de certa perda tributária a curto prazo com aumentos mais que proporcionais no futuro (em face dos efeitos multiplicadores advindos da introdução e do adensamento de uma nova cadeia produtiva), a situação das finanças estaduais nem sempre oferece os graus de liberdade necessários à tomada de uma decisão como essa, sobretudo quando se considera as unidades da Federação em conjunto.

Não menos desafiadoras são as pesquisas e experimentos voltados à geração ou adaptação de oleaginosas mais produtivas, pois respondem por percentuais ao redor de 75% dos custos de produção de biodiesel. Ademais, é indispensável selecionar, regionalmente, as oleaginosas mais competitivas. Uma das candidatas mais promissoras para se produzir biodiesel é o pinhão-mansão (*Jatropha Curcas L.*), planta perene cultivável sob condições de solo e clima as mais variadas, incluindo o semi-árido.

O fato de no Brasil existirem dezenas de oleaginosas passíveis de transformação em biodiesel deve ser examinado com equilíbrio. De fato, embora isso possa constituir vantagem e pré-condição para que esse novo combustível não se apóie exclusivamente na monocultura, é preciso considerar a tendência de ocorrer pulverização de esforços e recursos ao se tra-

O Brasil já conta com mais de 2.300 postos revendedores da mistura B2 e capacidade nominal de produção da ordem de 1,7 bilhão de litros considerando-se o conjunto de plantas industriais em funcionamento, em fase de implantação e de estudos de viabilidade

⁶ Um conceito útil para se avaliar a lógica e se compreender os estímulos de organizações sociais é o de capital social. Para uma abordagem desse conceito nos Pólos de Desenvolvimento Integrado do Nordeste, veja Accarini (2002).

balhar com número excessivo de oleaginosas, o que se agrava com a perspectiva de longo prazo associada à pesquisa e à experimentação agropecuária.⁷ Nem tantas oleaginosas (para não se perder o foco), nem tão poucas (para se ganhar graus de liberdade) parece a abordagem recomendável para o equacionamento dessa questão central para o futuro do biodiesel no Brasil.

Encontrar novos usos econômicos para co-produtos gerados pela fabricação de biodiesel é outro conjunto permanente de desafios que depende de pesquisas, experimentos e testes, pois isso pode viabilizar fontes adicionais de receita e maior economicidade à cadeia produtiva. São os casos do farelo e da torta (derivados da extração do óleo e com elevada toxicidade, em alguns casos), da glicerina (com mercado limitado) e do álcool (com excesso de água), neste caso quando se produz biodiesel por transesterificação etílica.

De outro lado, há oportunidades que podem e devem ser aproveitadas, como o emprego de biodiesel em proporções de mistura superiores ao B5 em frota cativas e para geração termoeletrônica, especialmente em áreas isoladas e regiões onde o preço do diesel é impactado pelos elevados custos de transporte. A recuperação e o uso de áreas degradadas com o cultivo de oleaginosas para produção de biodiesel é outra possibilidade de alto potencial econômico e ambiental, mas que requer pesquisa e desenvolvimento, além de ajustes na legislação sobre meio ambiente.

O reaproveitamento de resíduos gordurosos descartados nos centros urbanos pode conjugar benefícios econômicos, ambientais e de saúde pública, para citar apenas os mais importantes. Isso traria efeitos favoráveis ao meio ambiente e à saúde da população ao diminuir o lançamento de gordura na rede de esgotos e, assim, a poluição e a atração de insetos, ratos e outros organismos nocivos à saúde pública e vetores de diversas doenças. Ademais, contribuiria para reduzir os custos de manutenção da rede e para aumentar sua vida útil, isso sem se considerar o potencial de geração

de empregos (inclusão social urbana) com atividades de coleta.

Em síntese, o biodiesel vem crescendo no mercado interno a olhos vistos e se credenciando paulatinamente para se tornar, em breve, item importante de nossas relações com o mundo. A direção e o sentido corretos, com qualidade e sustentabilidade econômica, social, ambiental e tecnológica mostram-se, nesta fase, mais importantes do que a velocidade. Quando o rumo está certo, a velocidade pode ser ajustada.

Sempre há aperfeiçoamentos a fazer e oportunidades a viabilizar e essa trajetória vem sendo e precisa ser permanentemente construída com a superação contínua de desafios, para o que não têm faltado a determinação, o esforço e o apoio de políticas públicas e de todos os elos da cadeia produtiva com visão de futuro.

REFERÊNCIAS

ACCARINI, José Honório. *Economia rural e desenvolvimento - reflexões sobre o caso brasileiro*, Petrópolis: Vozes, 1987, 224 p.

_____. *Pólos de desenvolvimento integrado do Nordeste brasileiro e capital social*, Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 33, n. 1, p. 07-24, jan./março 2002.

BNDES. Resolução nº 1.135, de 17 de novembro de 2004. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Aprova o Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel no âmbito do Programa de Produção e Uso do Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia.

BRASIL. Decreto de 2 de julho de 2003. Institui o Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal - biodiesel. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 03 jul. 2003. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Decreto de 23 de dezembro de 2003. Institui a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 14.

BRASIL. Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004. Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 07 dez. 2004. Seção 1, p. 2.

⁷ Para uma discussão sobre as diferentes rotas das inovações tecnológicas na agricultura, de seus condicionantes, dos prazos envolvidos e da participação pública e privada em seu financiamento, veja Accarini (1987).

BRASIL. Decreto nº 5.298, de 6 de dezembro de 2004. Altera a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados incidente sobre o produto que menciona. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 07 dez. 2004. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005. Regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 24 maio de 2005, Seção 1, p. 1.

BRASIL. Decreto nº 5.457, de 6 de junho de 2005. Dá nova redação ao art. 3º do Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, que reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 07 jun. 2005. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 33, de 11 de dezembro de 2001. Altera os artigos 149, 155 e 177 da Constituição Federal. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 12 dez. 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 516, de 22 de fevereiro de 2005. Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda. Dispõe sobre o Registro Especial a que estão sujeitos os produtores e os importadores de biodiesel, e dá outras providências. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 fev. 2005. Seção 1, p. 19.

BRASIL. Instrução Normativa nº 628, de 02 de março de 2006. Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda. Aprova o aplicativo de opção pelo Regime Especial de Apuração e Pagamento da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins incidentes sobre Combustíveis e Bebidas (Recob). *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 06 mar. 2006. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 05 de julho de 2005. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão de uso do Selo Combustível

Social. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 07 jul. 2005. Seção 1, p. 65.

BRASIL. Instrução Normativa nº 2, de 28 de setembro de 2005. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos ao enquadramento de projetos de produção de biodiesel ao Selo Combustível Social. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 30 set. 2005. Seção 1, p. 125.

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e dá outras providências. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 14 jan. 2005. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005. Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre as receitas decorrentes da venda desse produto, e dá outras providências. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 de maio de 2005. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Resolução nº 41, de 24 de novembro de 2004. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Institui a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 09 dez. 2005. Seção 1, p. 52-53.

BRASIL. Resolução nº 42, de 24 de novembro de 2004. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel na proporção 2% em volume. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 09 dez. 2005. Seção 1, p. 53-59.

SACHS, Ignacy. *Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. Estudos avançados*, Set./Dez. 2005, vol. 19, nº 55, p. 195-214. Disponível em <www.scielo.br/pdf/ea/v19n55/13.pdf>. Acesso em 10.09.2006.

Políticas públicas de fomento ao biodiesel na Bahia e no Brasil: impactos socioeconômicos e ambientais com a regulamentação recente¹

Sidnei Silva Suerdieck*

Resumo

O biodiesel tem sido objeto de políticas governamentais e de pesquisas no Brasil desde a década de 1970. Somente no início dos anos 2000, contudo, chegou-se a uma maturidade tecnológica e institucional capaz de concatenar ações de diversos setores governamentais federais e estaduais, além de pesquisadores, empresários e trabalhadores rurais para implementar uma Política de Estado visando torná-lo uma realidade. O lançamento oficial do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, bem como dos respectivos programas estaduais, exigiu (e ainda demanda) um grande esforço de articulação e regulamentação para viabilizar o alcance das metas fixadas, mas abrem grandes oportunidades de dinamização socioeconômica no meio rural, bem como perspectivas favoráveis de impactos ambientais com sua introdução na matriz energética brasileira.

Palavras-chave: biodiesel, marco regulatório, políticas públicas, Bahia, impactos socioeconômicos e ambientais.

Abstract

Biodiesel has been object of governmental policies and researches in Brazil since the 1970s. However, only in the beginning of 21st century did it reach a technologic and institutional maturity capable of coordinating actions from diverse federal and state governmental sectors, besides researchers, rural entrepreneurs and workers, to implement a State Policy aimed to make it happen. The official launching of the National Program of Biodiesel Use and Production - PNPB, as well as the respective state programs, demanded (and still demands) a great articulation and regulation effort to enable the goals to be reached; nonetheless they bring great social-economic dinamization opportunities in the rural area, as well as favorable perspectives of environmental impact with its introduction in the Brazilian energy matrix.

Key words: *biodiesel, regulation, public policies, Bahia, social-economic and environmental impacts.*

¹ Um agradecimento especial ao Pe. Clodoveo Piazza, Dr. José Carlos Alves Gallindo, Dr. Benito Juncal, Dra. Risalva Telles, Prof. Roberto Fortuna Carneiro e Tereza Cristina Pamponet pela confiança e apoio na realização desta pesquisa. As opiniões e considerações presentes neste artigo não representam posicionamento institucional de qualquer tipo, sendo decorrentes da análise e reflexão deste autor, incluindo os erros e omissões ainda existentes.

* Especialista em Gestão Social para o Desenvolvimento (EAUFBA) e Bacharel em Ciências Econômicas (FCE-UFBA). Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental do Governo do Estado da Bahia. sidssuerdieck@click21.com.br

CONCEITUAÇÃO E ANTECEDENTES DE PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS DE BIODIESEL NO BRASIL

Antes de iniciar a descrição e análise do processo de regulamentação e operacionalização dos programas nacional e baiano de biodiesel, bem como de descrever sucintamente os benefíci-

os socioeconômicos e ambientais advindos de sua produção e consumo em larga escala no Brasil para os próximos anos, convém definir o que seja este biocombustível e apontar rapidamente seus antecedentes históricos em termos de política pública no país.

Segundo o professor Expedito Parente Jr. (autor da primeira patente internacional, na década de 1980) o biodiesel é um combustível renovável e biodegradável, substituto do óleo diesel petrolífero, constituído de uma mistura de ésteres monoalquímicos de ácidos graxos que pode ser obtida por uma reação de (trans)esterificação entre qualquer fonte de ácidos graxos² e um monoálcool de cadeia curta (basicamente metanol ou etanol). A transesterificação é a reação química que dá origem ao biodiesel, sendo constituída pela interação de uma gordura com um álcool por meio de um catalisador para formar ésteres, gerando como co-produto a glicerina (PARENTE JÚNIOR, 2004).

As experiências pioneiras com o desenvolvimento de combustíveis renováveis alternativos no Brasil remontam à década de 1920, com o Instituto Nacional de Tecnologia (INT). O primeiro programa governamental relacionado ao biodiesel no Brasil foi o PROÓLEO (Programa de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos), criado através da Resolução nº 07 da Comissão Nacional de Energia, em 1980. Mas antes disso, na década de 1970, já eram desenvolvidas pesquisas no âmbito do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) para a geração de combustíveis a partir de óleos vegetais, com destaque para o DENDIESEL. Em 1983, uma nova alta dos preços internacionais do petróleo motivou o Governo Federal a lançar o Programa de Óleos Vegetais (OVEG), que intensificou

os testes com a utilização de biodiesel e misturas combustíveis alternativas em veículos automotores (HOLANDA, 2004).

Desde o início do processo de implementação, foi identificado como de relevância fundamental a definição de um marco regulatório para ordenar o funcionamento de um programa intersetorial complexo como o PNPB, viabilizando uma elevação da confiança dos diversos atores sociais envolvidos no processo em relação à consistência e integração das diversas responsabilidades envolvidas

A REGULAMENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL (PNPB)

Inicialmente conhecido como Programa Brasileiro de Biodiesel (PROBIODIESEL), o primeiro registro jurídico recente de política pública de biodiesel no Brasil foi a Portaria nº 702/02 do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), que instituiu uma rede de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para iniciar os trabalhos de pesquisa e operacionalização com o intuito de viabilizar a implementação definitiva do biodiesel na matriz energética do país. Renomeado como Pro-

grama Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), tem sido articulado pelo Governo Federal desde 2003 por meio de um arranjo interministerial envolvendo treze pastas federais e mais uma secretaria diretamente vinculada à Presidência da República, sob a coordenação da Casa Civil. A prioridade do PNPB tem sido fomentar a ampliação da produção e o consumo em escala comercial do biodiesel como aditivo ao diesel petrolífero no Brasil, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional por meio da diversificação de fontes de matérias-primas vegetais e de regiões produtoras. A Lei 11.097, de treze de janeiro de 2005, instituiu juridicamente o início de implementação do PNPB, introduzindo o biodiesel na Matriz Energética Brasileira ao estabelecer a obrigatoriedade da adição de 2% desse biocombustível ao óleo diesel de origem fóssil no país a partir de 2008 (mistura também conhecida como B2). Tal regulamentação prevê ainda a ampliação da mistura obrigatória para 5% a partir de 2013 (B5).

Desde então, diversas normatizações tem sido editadas por órgãos diversos da União, compondo

² Óleos e gorduras vegetais e animais, assim como rejeitos com elevado teor de óleos e gorduras, a exemplo dos óleos de fritura, "nata" sobrenadante de esgotos e ácidos graxos residuais.

um marco regulatório do biodiesel com o objetivo de regulamentar sua caracterização, organizar sua cadeia produtiva de forma integrada, definir linhas de financiamento e sistematizar incentivos e estímulos diversos para apoiar produtores rurais, empresários e consumidores a participarem de um esforço amplo para sua introdução na matriz energética do país. O PNPB, assim, busca estimular a produção de biodiesel a partir de diferentes oleaginosas (além da mamona, a palma ou dendê, o girassol, o algodão e a soja, dentre outras) e rotas tecnológicas (transesterificação metílica ou etílica, craqueamento catalítico) para facilitar a inserção tanto do agronegócio quanto da agricultura familiar no processo produtivo desse biocombustível.

Dentre as medidas que antecederam o lançamento oficial do PNPB, houve a instituição, em julho de 2003, de um Grupo de Trabalho Interministerial para analisar a viabilidade de utilização desse biocombustível como fonte alternativa de energia no país, esforço que culminou com um relatório propondo o desenvolvimento e a implementação de um programa nacional de estímulo à produção e consumo de biodiesel como ação estratégica para o Brasil. Em dezembro do mesmo ano foi estruturado o funcionamento básico do programa por meio de uma Comissão Executiva Interministerial (CEIB),³ tendo um Grupo Gestor como unidade executiva responsável por definir, ao longo de 2004, um plano de trabalho para o lançamento oficial do PNPB, assim como para promover a gestão operacional e administrativa do programa (FOSTER; MURTA, 2004).

Desde o início do processo de implementação, foi identificado como de relevância fundamental a definição de um marco regulatório para ordenar o funcionamento de um programa intersetorial complexo como o PNPB, viabilizando uma elevação da confiança dos diversos atores sociais envolvidos no processo em relação à consistência e integração das diversas responsabilidades envolvidas. O marco regulatório seria, assim, uma condição necessária para o desenvolvimento efetivo do programa, constituindo um conjunto de atos legais que iriam nortear as ações do progra-

ma nacional e também dos necessários programas estaduais, indicando incentivos como o regime tributário diferenciado para regiões menos desenvolvidas, por matérias-primas preferenciais da agricultura familiar e por categoria de produção (diferenciando agricultura familiar do agronegócio). No âmbito desse marco regulatório também foi criado o Programa Selo Combustível Social do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

Os atos legais que formam o marco regulatório do PNPB estabelecem, dentre outros requisitos: os percentuais de mistura do biodiesel ao diesel petrolífero; um regime tributário diferenciado para estimular a produção da agricultura familiar em regiões menos desenvolvidas do país (Norte e Nordeste); a criação do Selo Combustível Social, para viabilizar a inserção dos produtores familiares na cadeia produtiva; e a isenção da cobrança de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) sobre o biodiesel. Destaca-se ainda a regulamentação da Agência Nacional de Petróleo (ANP), que criou a figura do “produtor de biodiesel”, estabeleceu especificações técnicas rigorosas para esse biocombustível, bem como propôs a estruturação de sua cadeia de comercialização.⁴

Pesquisas já realizadas e a experiência internacional na área indicam que a adição de percentuais baixos de biodiesel (até 5%) ao diesel de petróleo não resulta em alterações ou desgastes nos motores movidos a diesel. A mistura B2, que terá sua comercialização iniciada em 2006, funciona muito mais como um aditivo que proporciona maior viscosidade e qualidade na combustão do que como um combustível propriamente dito. A regulamentação existente também permite usos específicos do biodiesel, quando autorizados pela ANP, em testes e experiências para misturas superiores ao B2 e B5 com o objetivo

³ São funções da CEIB: elaborar, implementar e monitorar o PNPB de forma integrada, analisando, avaliando e sugerindo outras recomendações, ações, diretrizes e políticas públicas, bem como propondo atos normativos para garantir a implementação do programa.

⁴ Outras das principais regulamentações presentes no marco regulatório brasileiro do biodiesel são: a Lei nº 11.116/05, que trata do registro de produtor ou importador de biodiesel na Secretaria da Receita Federal e da incidência de PIS/PASEP e COFINS na comercialização; a Resolução nº 03 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), Portaria MME 483/05, que aponta as diretrizes para realização de leilões públicos de aquisição de biodiesel; a Portaria ANP 240/03, que regulamenta a utilização do biodiesel; a Resolução ANP 41/04 e a Resolução ANP 42/04, que apresentam a especificação técnica do biodiesel e a obrigatoriedade de autorização da ANP para a produção de biodiesel, respectivamente; os Decretos 5.297/04, 5.298/04, 5.448/05 e 5.457/05, que regulamentam as principais Leis do marco regulatório e as Instruções Normativas nº 526 e nº 516 da Secretaria da Receita Federal (SRF), que tratam sobre o registro especial de produção de biodiesel e sobre os regimes de incidência de PIS/PASEP e CONFINS.

de gerar informações para viabilizar o aumento posterior do percentual de adição de biodiesel ao diesel comum e para a geração de energia elétrica em comunidades isoladas, substituindo o óleo diesel em geradores e usinas termelétricas. As misturas superiores a 10% (B10, B20, B50 e B100), quando começarem a ser introduzidas no mercado nacional, por outro lado, vão constituir o início de utilização do biodiesel efetivamente como combustível renovável, a exemplo do que ocorre com o álcool anidro, desde a década de 1970, no âmbito do PROÁLCOOL. A mistura do biodiesel ao diesel de petróleo deverá ser feita pelas distribuidoras, sendo também as refinarias autorizadas a fazerem a mistura para posteriormente repassarem o B2 às distribuidoras.

A despeito dos benefícios sociais e ambientais previstos com a produção e utilização do biodiesel, os maiores incentivos para acelerar sua adoção no país a curto prazo se encontram na esfera econômica, por meio de um regime tributário diferenciado que isenta de IPI e reduz as alíquotas de tributos como o PIS/PASEP e a COFINS sobre sua produção. Estes últimos serão cobrados uma única vez e sua incidência ocorrerá apenas no produtor industrial de biodiesel, que poderá optar por uma alíquota percentual sobre o preço do biocombustível ou pelo pagamento de um valor fixo por metro cúbico (conforme a Lei nº 11.116/05). Visando potencializar os objetivos de transferência de renda e desenvolvimento regional do programa, foram definidos, inclusive, índices de redução nas alíquotas conforme a região de produção, a matéria-prima utilizada e o tipo de fornecedor envolvido (agricultura familiar ou agronegócio) na produção do biodiesel. De acordo com o Decreto nº 5.457/05, alterado pelo Decreto nº 5.297/05, foi estabelecido que a alíquota máxima de PIS/PASEP e COFINS sobre a receita bruta do produtor ou importador de biodiesel seria de R\$ 217,96 por metro cúbico, equivalente à carga tributária sobre o diesel de petróleo.

O regime tributário definido busca estimular a produção de biodiesel a partir de palma ou mamona pela agricultura familiar nas regiões Norte e Nordeste e no semi-árido (onde há isenção tributária total de PIS/PASEP e COFINS). Quaisquer outras matérias-primas fornecidas por agricultores familiares para a produção de biodiesel, independentemente da região, têm direito a uma redução de 67,9% em relação à

alíquota geral. Existe ainda uma redução de 30,5% na alíquota tributária básica passível de ser auferida pelo agronegócio desde que o biodiesel tenha sido produzido com mamona ou palma produzida nas áreas prioritárias indicadas acima.

Na esfera do financiamento, foi estabelecido pelo BNDES (Resolução nº 1.135/2004) o Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel, que busca financiar a produção e o uso comercial de biodiesel em diversas etapas da cadeia produtiva, fomentando a demanda por máquinas e equipamentos nesse setor. Os financiamentos são destinados a todos os elos da cadeia produtiva (agrícola, produção de óleo bruto, armazenamento, logística e beneficiamento de co-produtos), bem como para a aquisição de máquinas e equipamentos homologados para o uso do biocombustível, com destaque para veículos de transporte de carga e passageiros, tratores, colheitadeiras e geradores. Os financiamentos previstos podem chegar a 90% dos itens passíveis de apoio em projetos do Selo Combustível Social ou 80% nos demais.

Outra relevante ação de fomento à cadeia produtiva do biodiesel no país é o Programa Selo Combustível Social do MDA, que desde 2005, através das Instruções Normativas nº 01 e nº 02, dispõe sobre critérios e procedimentos para enquadramento e concessão de incentivos diferenciados a projetos de produção de biodiesel que incluam agricultores familiares. Tal programa permite o enquadramento de projetos ou empresas produtoras de biodiesel como de interesse social, permitindo-lhes participar em leilões de compra de biodiesel, facultando a desoneração de algumas tributações e permitindo acessar melhores condições de financiamento junto ao BNDES e outras instituições financeiras. As condições para enquadramento no programa são: a comprovação por parte da empresa ou Pessoa Jurídica inscrita de que garante, por meio de contrato, a compra de matérias-primas para a produção de biodiesel junto a agricultores familiares (com preços pré-estabelecidos, especificando renda prevista e prazos para entrega das matérias-primas) e a garantia de assistência e capacitação técnica aos produtores com o apoio do MDA. Os agricultores familiares também têm acesso a uma linha de crédito adicional do PRONAF.

Uma possibilidade facultada aos agricultores familiares no Programa Selo Combustível Social é a de se habilitarem à função de “produtor de biodiesel”, participando como sócios ou quotistas de indústrias extratoras de óleo ou de produção de biodiesel através de suas associações/cooperativas ou mesmo por meio de participações negociadas com empresários, algo que poderia ser considerado como “*joint ventures* de interesse social”. De acordo com informações do MDA, já foram certificadas 10 empresas com o Selo Combustível Social. A obrigatoriedade de garantia de preços aos produtores familiares presente no Selo Combustível Social visa oferecer-lhes maior segurança em termos de comercialização de sua produção, podendo ocorrer ainda a possibilidade de obterem adiantamentos dos empresários para financiarem a própria produção, o que reduziria o risco envolvido com a produção e sua necessidade de financiamento junto a bancos.

Tal arranjo, contudo, pode apresentar algumas desvantagens potenciais para os agricultores familiares, uma vez que os contratos são firmados para o médio e longo prazos com estimativas de preços baseados em cotações atualizadas, desconsiderando possíveis valorizações das matérias-primas. Ou seja, nos casos de elevações de preços, *a priori*, os agricultores não teriam direito a um aumento de sua remuneração. Isso, em última instância poderia ser prejudicial também para as próprias empresas, uma vez que a baixa cultura empresarial destes agricultores em geral poderia levá-los a simplesmente descumprir tais contratos quando as empresas se recusassem a repassar aumentos em situações de elevação significativa nas cotações de mercado. Nos casos em que ocorressem reduções acentuadas das cotações de preços, por outro lado, tais contratos protegeriam os produtores familiares em termos de redução de renda, expondo apenas as empresas produtoras de biodiesel, que geralmente têm maior fôlego para suportar

eventuais prejuízos, o que não acontece com os produtores familiares.

Atentando para essa possibilidade, sugeri aos técnicos da Brasil Eco-Diesel (em reunião realizada na sede da CODEVASF, em Irecê, no início de 2005, para negociar a realização de contratos para aquisição de mamona dos produtores familiares da região) que incluíssem, nos contratos a serem firmados com os produtores locais, cláusulas de renegociação de preços para ambas as partes no caso de oscilações excessivas de preços da mamona (principal matéria-prima adquirida de produtores familiares do semi-árido atualmente) a ser utilizada para a produção de biodiesel, situação bastante provável no curto prazo tendo em vista que a mamona é uma *commoditie* com seu preço determinado pela dinâmica do mercado internacional, liderado por produtores asiáticos, e apresenta perspectiva de demanda crescente com o advento do biodiesel.

Tal arranjo, contudo, pode apresentar algumas desvantagens potenciais para os agricultores familiares, uma vez que os contratos são firmados para o médio e longo prazos com estimativas de preços baseados em cotações atualizadas, desconsiderando possíveis valorizações das matérias-primas. Ou seja, nos casos de elevações de preços, a priori, os agricultores não teriam direito a um aumento de sua remuneração

IMPACTOS ECONÔMICOS E PERSPECTIVAS SÓCIO-AMBIENTAIS DO BIODIESEL

O cultivo de matérias-primas, a produção industrial de biodiesel (conhecido como B100 em sua forma pura, antes da adição ao petrodiesel para ser vendido aos consumidores), sua adição ao diesel de petróleo e suas operações logísticas de distribuição (tanto na forma B100 como B2) constituem, grosso modo, aquilo que se pode denominar como cadeia produtiva do biodiesel. O conjunto dessas atividades, por razões inequívocas, apresenta grande potencial de geração de trabalho e renda no país, especialmente as atividades no setor primário e de beneficiamento inicial das matérias-primas vegetais, como as de seleção/limpeza e de esmagamento primário das sementes, que podem ser realizadas ainda no campo por meio das cooperativas e associações de produtores familiares, não obstante as elevadas exigências de

qualificação do óleo necessárias à produção do biodiesel. A priorização da mamona como matéria-prima para o biodiesel na região semi-árida decorre de diversas pesquisas que indicam o elevado de potencial de resultados sócio-ambientais e econômicos com sua utilização por associações e cooperativas de produtores familiares para abastecer as usinas produtoras do biocombustível. A importância social e econômica do incentivo à lavoura da mamona deve-se ao fato dela ser uma lavoura temporária resistente à seca e de ciclo longo, o que a torna uma regular fonte de emprego e renda para os trabalhadores rurais no semi-árido, mantendo a ocupação da força-de-trabalho durante todo o ano, o que pode reduzir a pauperização e o sofrimento excessivo de um contingente expressivo de trabalhadores rurais em períodos de estiagem prolongada, que reforçam o êxodo rural desordenado para os grandes centros urbanos quando das perdas de safra nas secas (ITURRA, 2003; MARTELLI; TRENTO, 2004).

Dentre suas características, destacam-se uma excelente adaptabilidade ao regime de sequeiro e a boa produtividade média de 0,47 t/ano de óleo por hectare. De acordo com estimativas do MDA e do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a área plantada necessária para atender à demanda de B2 no Brasil seria de 1,5 milhão de hectares, equivalente a apenas 1% dos 150 milhões de hectares plantados e disponíveis para agricultura no país. A renda líquida estimada de uma família com o cultivo de cinco hectares de mamona num sistema de produção que apresente um rendimento médio entre 700 e 1,2 mil quilos por hectare pode variar entre R\$ 2,5 mil e R\$ 3,5 mil reais por ano (HOLANDA, 2004).

Tal rendimento, segundo os especialistas da área, pode ser duplicado ou triplicado, dentre outros fatores, com a utilização de sementes de maior qualidade (as chamadas fiscalizadas, como a BRS Nordeste e a BRS Paraguaçu, recentemente desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA), bem como pela adoção de melhores técnicas de manejo na lavoura. Isso já pôde ser verificado *in loco* na região de Irecê (maior centro produtor de mamona do país, localizado na Região Econômica da Chapada Diamantina, distando cerca de 470 km de Salvador, capital da Bahia) por técnicos

do Centro Nacional de Pesquisas do Algodão (CNPQ), núcleo de pesquisas e desenvolvimento da EMBRAPA, localizado em Campina Grande, Paraíba, que é responsável também pelas pesquisas com a mamona, dentre outras lavouras típicas do semi-árido com potencial de geração de óleo para a produção de biodiesel.

Esse valor desconsidera a renda que pode ser obtida ainda em função do consorciamento da produção de mamona com outras lavouras, como o feijão, a melancia, o amendoim e a abóbora, além dos ganhos diretos e indiretos que podem ser auferidos pelos produtores familiares com a utilização dos co-produtos a serem gerados no processo de transesterificação do óleo de mamona para produção de biodiesel (a torta de mamona, que é extremamente útil para a adubação do solo, e a glicerina). Destaca-se que o princípio geral recomendado para o consorciamento com a mamona é a adoção de lavouras temporárias rasteiras e de ciclo curto que não se tornem concorrentes da mamona no consumo de água, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento da lavoura. Tal recomendação indica como altamente desaconselhável a utilização do milho em consórcio com mamona – como apontou o Dr. Napoleão Beltrão, pesquisador da EMBRAPA-CNPQ, em diversas oportunidades durante o I Congresso Brasileiro de Mamona – prática comum dos agricultores familiares que reduz consideravelmente o rendimento da mamona em todo o semi-árido brasileiro.

Com relação às matérias-primas preferenciais para cultivo no semi-árido, tem-se buscado recentemente intensificar as pesquisas e esforços para diversificar ainda mais as possibilidades de inserção da produção familiar do semi-árido, que, além da mamona, poderia incluir também o pinhão manso e o amendoim, dentre outras oleaginosas. A necessidade recentemente apontada de descentralizar a prioridade da mamona como matéria-prima de biodiesel no semi-árido decorre de algumas limitações que têm sido apontadas, a exemplo do menor teor de óleo em relação a outras oleaginosas. A principal limitação da mamona, contudo, é o considerável risco em termos de garantia de manutenção da sua oferta para as usinas de biodiesel, pois seu óleo é uma *commodity* com preços determinados pelas flutuações do mercado internacional e que apresenta diver-

sas outras aplicações, consideradas inclusive mais “nobres” do que a produção de biodiesel. Essas flutuações foram bastante elevadas no passado recente e têm sido determinadas nas últimas décadas pelo comportamento da produção na Índia e na China.

Essa característica poderia gerar oscilações excessivas de preços, como as verificadas nas décadas de 1970 e 1980, podendo prejudicar não somente a sustentabilidade dos contratos firmados entre agricultores familiares e produtores de biodiesel, como a própria viabilidade econômica da produção de biodiesel a partir desta lavoura.

As próprias características do biodiesel enquanto combustível já começam a denotar suas vantagens ambientais, pois é produzido com matérias-primas renováveis, biodegradável, não-tóxico, enfim, limpo. Além desses fatores, outro impacto ambiental positivo da sua

utilização é a possibilidade de redução da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos (a mistura B100 proporciona redução de 90% de fumaça e virtual eliminação do óxido de enxofre, responsável pela chuva ácida), com rebatimento imediato na melhoria da qualidade de vida e redução de gastos no sistema de saúde para atendimento de problemas respiratórios nos grandes centros urbanos (HOLANDA, 2004).

Além desses benefícios ambientais gerais, o biodiesel na sua forma pura (B100) pode permitir que a emissão líquida de dióxido de carbono (CO_2) – o principal dentre os Gases do Efeito Estufa (GEE), que abrangem ainda metano, óxido nitroso, ozônio e hidrofluorcarbonos – seja reduzida em até 80%. A lavoura de mamona permite ainda uma fixação líquida de oito toneladas de carbono por hectare plantado. Enquanto no Brasil as necessidades socioeconômicas são o principal fator de estímulo à produção e consumo de biodiesel, nos países desenvolvidos os benefícios ambientais são o principal incentivo para seu uso. O advento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e o desenvolvimento do mercado internacional de créditos de carbono, contudo, po-

A principal limitação da mamona, contudo, é o considerável risco em termos de garantia de manutenção da sua oferta para as usinas de biodiesel, pois seu óleo é uma commodity com preços determinados pelas flutuações do mercado internacional e que apresenta diversas outras aplicações, consideradas inclusive mais “nobres” do que a produção de biodiesel

dem realçar os aspectos ambientais do biodiesel, alavancando a capacidade de captação de recursos externos do Brasil via registro e comercialização de Reduções de Emissões Certificadas (CERs), os “créditos de carbono” previstos pelo Protocolo de Quioto (HOLANDA, 2004; PARENTE JÚNIOR, 2004).

Outro exemplo das amplas possibilidades de benefícios sociais e ambientais que a cadeia de biodiesel pode proporcionar por meio de lavouras como a de mamona pode ser observado nas atividades do Instituto de Permacultura da Bahia, ONG que tem sido apoiada pela SECOMP e já trabalha há mais de cinco anos testando a transferência da tecnologia de permacultura a agricultores familiares. Essa é uma estratégia de convivência com a seca, uma espécie de policultura orgânica, que está sendo praticada no semi-árido bai-

ano, em alguns municípios das microrregiões de Jacobina e Irecê, possibilitando a ampliação sustentável da produção e do rendimento agrícola de mamona consorciada com diversas outras culturas de subsistência e comerciais sem necessidade de irrigação, em pleno bioma da caatinga. O segredo desse sucesso tem sido o trabalho de forte capacitação em associativismo e técnicas de manejo do solo e de lavouras de ciclos diferenciados, que mantêm a umidade do solo e auxiliam no combate à desertificação. O grande desafio que tem sido posto a essa experiência em curso é, principalmente, sistematizar os dados estatísticos comparados de diferença de rendimento agrônomo e rentabilidade econômica desta atividade, uma vez que os impactos sociais (apesar de também não terem sido quantificados ainda) são evidentes em termos de organização social de produtores, estabilização das oscilações no nível de produção agrícola e reversão do processo de desertificação, dentre outros.

Os CERs ou créditos de carbono a serem gerados no âmbito do MDL, um dos instrumentos de flexibilização comercial do Protocolo de Quioto, permitem que os maiores países poluidores do mundo (integrantes

do Anexo I do Protocolo) realizem seus investimentos para redução e/ou adequação aos limites de emissões de GEE em países menos desenvolvidos (ou não-integrantes do Anexo I), com menores custos e, geralmente, maiores impactos sociais. No mundo todo, diversos projetos têm sido concebidos e estão sendo implementados, o que tem gerado *early credits*, um ativo potencial de CERs que já está sendo negociado no mercado secundário, principalmente na Europa, numa base de US\$ 3,5 a US\$ 10, em média, para cada tonelada de carbono fixado ou seqüestrado, pois o início de funcionamento do mercado internacional só deverá ocorrer a partir de 2008, quando for iniciada a primeira etapa de implementação do Protocolo de Quioto (FERRETTI, 2001; ECOSECURITIES, 2001a; SUERDIECK, 2002a).

A produção e o consumo de biodiesel, ao possibilitar a captação de recursos internacionais no futuro mercado internacional de créditos de carbono por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, constitui-se numa importante alternativa de desenvolvimento principalmente para as regiões mais estagnadas do país, como as do semi-árido. No caso do biodiesel, poderiam ser planejados projetos integrados de produção e consumo de biodiesel em atividades de agricultura familiar que resultariam na formação de estoques dinâmicos de carbono fixado e poderiam evitar emissões adicionais pela substituição de petrodiesel.

Tais investimentos, para serem elegíveis em termos de emissão de CERs, devem obedecer a certos critérios estabelecidos no âmbito do MDL, no caso, a realização do estudo de linha de base (*baseline*, que deve indicar qual o nível de emissões que ocorreriam na ausência do projeto), a adicionalidade (deve comprovar que consegue realizar uma redução adicional no nível de emissões) e a contribuição para o desenvolvimento social das comunidades localizadas na sua área de entorno (SCHWARTZMAN; MOREIRA, 2000). Nesse sentido, os projetos de MDL podem ser classificados em três tipos básicos. Primeiro, os projetos de seqüestro ou fixação de carbono que resultam da for-

A capacidade de geração de CERs em projetos de produção e consumo de biodiesel no Brasil, portanto, ficará restrita aos investimentos realizados até 2008, justamente o ano em que se prevê o início de funcionamento do mercado internacional de créditos de carbono

mação de estoques dinâmicos de carbono fixado em formações florestais (conhecidos como LULUCF, sigla em inglês para o conceito de “uso do solo, mudança no uso do solo e reflorestamento”). O segundo tipo é conhecido como de eficiência energética, resultante de ações de redução de consumo de energia ou prevenção de emissões geradas por fontes não-renováveis (como a substituição do consumo de energia elétrica produzida em usinas termelétricas por unidades eólicas ou solares) ou a redução de emissões de carbono pela redução no consumo de combustíveis fósseis por fontes renováveis, como no caso do biodiesel.

O terceiro tipo, que pode ser considerado como o mais interessante, seria de projetos mistos onde poderiam ser combinados componentes das duas linhas de ação (ECOSECURITIES, 2001b; SUERDIECK, 2003). Pode-se avaliar como positivas as perspectivas de captação de recursos adicionais por meio do mercado de créditos de carbono, pois este vem gradativamente se consolidando, mesmo sem a participação formal do governo americano até o momento, uma vez que o setor privado e o legislativo americano estão atentos à necessidade de sua participação em determinado momento (ECOSECURITIES, 2001b; SUERDIECK, 2002b).

Não obstante tais perspectivas favoráveis, deve-se observar que os processos de certificação para emissão de créditos de carbono via projetos de produção de biodiesel no Brasil apresentam uma importante restrição decorrente de um elemento presente no marco regulatório recentemente definido. O potencial de captação de recursos via MDL nos projetos brasileiros de biodiesel ficou bastante prejudicado devido à introdução da obrigatoriedade de adição de biodiesel no diesel de petróleo já a partir de 2008. Consta no Protocolo de Quioto e nos documentos referentes ao MDL que os CERs não são passíveis de emissão no âmbito do MDL quando os projetos forem decorrentes de atendimento à regulamentação e obrigatoriedades impostas por legislações governamentais. Ou seja, quando tais investimentos não forem decorrentes

de “iniciativas espontâneas” do setor privado, do Terceiro Setor ou da Sociedade Civil, passando a ser obrigatórios, resultantes de adequação ou atendimento à legislação, tais projetos perdem o direito de elegibilidade no âmbito do MDL e, conseqüentemente, sua capacidade de geração de CERs. A capacidade de geração de CERs em projetos de produção e consumo de biodiesel no Brasil, portanto, ficará restrita aos investimentos realizados até 2008, justamente o ano em que se prevê o início de funcionamento do mercado internacional de créditos de carbono.

PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROBIODIESEL BAHIA

No contexto de articulação do PNPB, surge o Programa de Biodiesel da Bahia (PROBIODIESEL BAHIA). Sob a coordenação técnica da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI), conta com um Comitê Executivo coordenado pelo Vice-Governador que articula ações de diversas secretarias setoriais e órgãos do Governo da Bahia (como a Secretaria de Infra-Estrutura – SEINFRA, a Secretaria de Agricultura – SEAGRI, a Secretaria de Combate à Pobreza – SECOMP e a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA, dentre outras) com o objetivo de apoiar a descentralização da matriz energética do estado em direção às fontes renováveis. Assim como o programa nacional, o PROBIODIESEL BAHIA é resultado de uma articulação interinstitucional que envolve não somente órgãos do governo estadual como também as Universidades, pesquisadores da área, empresários e trabalhadores rurais sob as mais diversas formas.

São objetivos específicos do programa: apoiar a ampliação e consolidação na produção e processamento de oleaginosas no estado da Bahia; fomentar o surgimento de micro e mini-usinas de biodiesel no estado para atender às necessidades de comercialização no âmbito do PNPB, bem como para abastecer empreendimentos agroindustriais e frotas privadas e públicas de veículos; fomentar a implantação de usinas de produção contínua, em larga escala; aproveitar as vantagens logísticas e edafoclimáticas do estado para viabilizar o estabelecimento da Bahia como ex-

portador de biodiesel; e fortalecer e integrar a agricultura familiar à cadeia produtiva de biodiesel.

O programa tem buscado, desde as fases iniciais de planejamento e articulação, enfatizar e potencializar algumas vantagens competitivas que têm colocado a Bahia em posição de destaque no cenário nacional do biodiesel, a exemplo das condições naturais favoráveis à produção de oleaginosas diversas nas diferentes regiões do estado (como a alta insolação, a aptidão de clima, a adequada altitude na região semi-árida, a boa qualidade de solos e disponibilidade de terras em geral) e de uma adequada “densidade institucional” já trabalhando com a temática (capacidade instalada e histórico de P&D na área, com destaque para a atuação da UESC, UFBA, UNIFACS, SENAI-CETIND, SENAI-CIMATEC e CEPLAC, dentre outras). Tais fatores, acrescidos ao decisivo apoio do Governo Estadual e à atuação de dirigentes, técnicos, pesquisadores e agricultores articulados por meio da Rede Baiana de Biocombustíveis (RBB), têm possibilitado à Bahia constituir um dos mais consistentes e bem articulados programas estaduais de biodiesel no Brasil. Assim como no âmbito federal, o PROBIODIESEL BAHIA tem como um de seus principais objetivos estratégicos proporcionar a inclusão social por meio do estímulo ao beneficiamento das matérias-primas vegetais dos agricultores familiares.

Tendo como base o PNPB, a articulação do PROBIODIESEL BAHIA se iniciou ainda no ano de 2003, a partir de um Seminário na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), quando da divulgação dos trabalhos da Rede de Energia Renovável e Meio Ambiente (RENOMA) em parceria com a Universidade Federal da Bahia (UFBA). A partir desse seminário, deu-se início à articulação para o seu processo de planejamento sob a coordenação da SECTI, que contou com o apoio de técnicos de diversas Secretarias e órgãos governamentais do Estado da Bahia envolvidos, além de representantes das Universidades e pesquisadores da Rede Baiana de Biocombustíveis (RBB), que estava em formação. Tendo como meta viabilizar a geração de biodiesel para substituir cerca de 5% do consumo estadual do diesel petrolífero até 2007, uma das estratégias principais adotadas pelo programa tem sido a consolidação da Rede Baiana de Biocombustíveis (RBB). Essa é uma articulação interinstitucional que visa

e elevar a cooperação e a consistência nas atividades de planejamento e mobilização de recursos, assim como proporcionar um grau elevado de articulação dos diversos atores envolvidos na integração dos esforços de desenvolvimento de projetos para a consolidação do biodiesel na Bahia (BAHIA, 2004).

A RBB funciona como um amplo grupo de trabalho que visa facilitar a comunicação e o estabelecimento de parcerias entre as diversas instituições envolvidas com a implementação do biodiesel no estado, possuindo quatro grupos de trabalho temáticos vinculados às necessidades de fortalecimento e consolidação da cadeia produtiva de biodiesel na Bahia: apoio a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Rede Tecnológica e Laboratorial, sistemas de produção de oleaginosas, implantação de unidades produtivas de biodiesel e competitividade econômica e integração do biodiesel à pequena produção familiar. São objetivos da rede: promover a interação entre os diversos atores (Governo, Universidades públicas e privadas, empresas privadas, ONGs, agentes financeiros, pesquisadores da área, etc.) que tenham interesse no tema; fomentar pesquisas para o desenvolvimento tecnológico e a capacitação dos atores que apóiam o PROBIODIESEL BAHIA; divulgar informações relacionadas ao biodiesel; elaborar e submeter projetos em regimes cooperativos (envolvendo governo, empresas e universidades) aos editais temáticos e fundos setoriais no tema; e criar bancos de dados com informações das diversas áreas ligadas à cadeia produtiva de biodiesel na Bahia, dentre outros. Atualmente a RBB possui pelo menos 12 projetos relevantes no âmbito do PROBIODIESEL BAHIA sendo implantados em diversas áreas e regiões do estado com diversos parceiros a exemplo da UESC, UFBA, PUC-Rio e SENAI/CETIND, dentre outros.

Em termos de matérias-primas, o PROBIODIESEL BAHIA não somente tem fomentado a priorização da mamona no semi-árido (a Bahia é historicamente o maior produtor de mamona do país, com

mais de 90% da safra nacional mesmo após a crise do setor verificada na década de 1980), como apoiado ações diversas para viabilizar o aproveitamento de outras matérias-primas presentes no estado, a exemplo do dendê no Baixo Sul/Litoral Sul, o algodão e a soja no Oeste/Sudoeste, bem como a utilização de óleos e gorduras residuais (OGR) na Região Metropolitana de Salvador (RMS), além de observar o potencial de inserção de outras lavouras na cadeia estadual de biodiesel que ainda não têm plantio comercial, mas apresentam boas condições de introdução, como o girassol e o pinhão manso, dentre outras.

Dentre os diversos resultados alcançados pela RBB sob a coordenação da SECTI, pode-se destacar a conclusão de que um dos maiores gargalos no curto prazo para a cadeia estadual de biodiesel seria a escassez de sementes fiscalizadas para plantio imediato e a baixa capacitação dos trabalhadores em técnicas de cultivo e reprodução de sementes qualificadas. Tal situação, ademais, tenderia a se agravar com a perspectiva de elevação da demanda devido ao processo recente de implantação de usinas de biodiesel na Bahia e na região Nordeste. Articulou-se, então, no âmbito dos grupos de Sistema de Produção de Oleaginosas e Integração do Biodiesel à Pequena Produção Familiar, sob liderança da SECTI, a realização de um convênio entre a SEAGRI, EBDA e SECOMP para apoiar a ampliação da área plantada de mamona por meio de pequenos produtores familiares. Executado ao longo de 2005, o Projeto de Desenvolvimento da Lavoura de Mamona para Viabilização do PROBIODIESEL BAHIA financiou a organização e edição de um manual com um sistema de produção racional para os produtores familiares de mamona, a geração de sementes básicas para reprodução de sementes fiscalizadas por parte dos produtores familiares, bem como a realização de pesquisas no estado para desenvolvimento de novas variedades de maior rendimento da mamona. Com uma abrangência espacial de até 190 municípios da Bahia, o mesmo pretende

Dentre os diversos resultados alcançados pela RBB sob a coordenação da SECTI, pode-se destacar a conclusão de que um dos maiores gargalos no curto prazo para a cadeia estadual de biodiesel seria a escassez de sementes fiscalizadas para plantio imediato e a baixa capacitação dos trabalhadores em técnicas de cultivo e reprodução de sementes qualificadas

beneficiar um conjunto de cerca de 4.000 produtores familiares, representando uma das diversas ações recentes do Governo do Estado para apoiar a retomada do fomento à lavoura de mamona no estado, que se apresenta atualmente em cerca de metade do nível de produção existente na década de 1970. Apesar de ainda ser o maior produtor de mamona do Brasil (com mais de 90% da produção nacional), houve uma queda acentuada da produção e do rendimento desta lavoura no estado devido à falta de cuidados na produção de sementes, queda da área plantada pela falta de preços mínimos e secas prolongadas, dentre outros motivos.

Apesar do ainda recente processo de implementação do PROBIODIESEL BAHIA, pode-se observar alguns resultados positivos que atestam a eficácia de sua implementação. A Bahia tem conseguido firmar protocolos de intenção com diversos grupos empresariais (inclusive internacionais) para o aporte de investimentos em ampliação da produção e beneficiamento de oleaginosas. Algumas usinas de produção de biodiesel têm sido instaladas, a exemplo da região de Irecê (em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT), com destaque para o anúncio recente de investimentos vultosos da PETROBRAS em uma usina na RMS. A produção agrícola necessária ao desenvolvimento da cadeia produtiva no estado também tem crescido gradativamente, com destaque para a mamona que passou de 114 mil toneladas em 2004 para 135 mil em 2005. E isso apenas com a mobilização e recursos próprios dos produtores familiares da região de Irecê, que têm sido estimulados pelo Governo do Estado a acreditarem no biodiesel através de palestras, reuniões e seminários diversos para disseminar conhecimentos sobre a cadeia aos diversos atores no estado. Pesquisas e investimentos em capacitação e melhoramento do parque tecnológico no estado também têm sido feitas por meio de recursos captados pela SECTI junto ao Governo Federal para aporte nas principais Universidades do estado (com destaque para a instalação de uma usina experimental de produção de biodiesel com óleos e gorduras residuais – OGR na Universidade Federal da Bahia – UFBA), bem como por meio da publicação de edital através da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) para financiar projetos de pesquisa e desenvolvimento para o biodiesel.

A Rede Baiana de Biocombustíveis tem sido fortalecida com a implantação de um portal na *internet*, facilitando a comunicação e a troca de informações entre seus membros. Enfim, os inúmeros resultados positivos alcançados em um período de tempo tão curto indicam, inequivocamente, o acerto no andamento do programa estadual de biodiesel, possibilitando à Bahia se firmar no cenário nacional, fortalecendo e concretizando suas inúmeras vantagens e potencialidades com a ampliação de oportunidades de trabalho e renda no campo e nas cidades, assim como fomentando o desenvolvimento científico e tecnológico nesta promissora cadeia produtiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recente advento e implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) indica um avanço em termos de desenvolvimento de políticas públicas no Brasil, tendo em vista o eficaz processo de articulação de esforços intersetoriais entre os diversos ministérios envolvidos e atores sociais relevantes, bem como a positiva articulação com os governos estaduais (a exemplo do estado da Bahia) na complementação e potencialização dos investimentos e iniciativas envidadas. O PNPB tem se constituído num eficaz vetor para operacionalizar uma estratégia de integração de objetivos de desenvolvimento energético e científico-tecnológico com as necessárias diretrizes de desenvolvimento sócio-produtivo regional e de inclusão social.

O PNPB, assim, representa um avanço em relação a programas anteriores de renovação da matriz energética nacional (como o PROÁLCOOL, por exemplo), uma vez que a adequada definição de seu marco regulatório na áreas fiscal e tributária abre perspectivas favoráveis de apoio à concretização dos objetivos fundamentais de inclusão social e distribuição de renda para os produtores familiares, para além de uma mera proposição retórica ou boas intenções dos gestores públicos envolvidos. Nesse sentido, destaca-se a priorização de ações para viabilizar o desenvolvimento da produção rural de forma sustentável, buscando utilizar tecnologias inteligentes e de baixo custo que possam integrar os produtores familiares à cadeia produtiva do biodiesel por meio do

melhoramento de seu rendimento com lavouras resistentes à seca, como a mamona (que pode, ainda, ser consorciada com feijão e outras lavouras de subsistência, gerando rendas diretas e indiretas adicionais). Tais diretrizes podem ajudar os agricultores familiares do semi-árido brasileiro a reagirem contra a exclusão social a que estão historicamente expostos. No caso da mamona, o potencial de resgate econômico e social das famílias rurais é elevadíssimo, pois se trata de uma lavoura comercial com alta e crescente demanda no mercado internacional, o que deve ser reforçado com a demanda adicional desta matéria-prima decorrente da gradativa implementação do PNPB. Esse fator acrescenta um ingrediente adicional de ordem ambiental que fortalece ainda mais a viabilidade sócio-política de decisivo apoio ao desenvolvimento do programa e de suas vertentes estaduais. Consumidores industriais estimam que o preço de mercado da mamona pode dobrar assim que a cadeia nacional de biodiesel começar a funcionar efetivamente, representando um forte instrumento de transferência de renda para os produtores familiares se inserirem nas atividades previstas.

O elevado impacto social que o desenvolvimento de projetos de produção de biodiesel pode trazer a esses produtores se constitui, inclusive, num componente fundamental para fortalecer a elegibilidade de projetos de produção integrada de biodiesel no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto. Devido às características anteriormente apontadas, os projetos de biodiesel podem gerar uma renda adicional para os produtores familiares e empreendedores envolvidos por meio da geração de créditos de carbono e captação de recursos internacionais em função do sequestro de carbono que a ampliação das lavouras poderá proporcionar, bem como pela redução de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) que a utilização desse biocombustível poderá gerar no processo de substituição gradativa do diesel de petróleo.

A despeito dos grandes avanços obtidos, uma avaliação crítica do PNPB até o momento aponta para a necessidade de continuar trabalhando para solucionar uma série de dificuldades operacionais, de logística, de gestão e culturais que poderão afetar principalmente os produtores familiares e suas entidades representativas na tentativa de viabilizarem sua efetiva inclusão na cadeia produtiva do biodiesel

Não obstante tais perspectivas, deve-se atentar para o fato de que a inclusão prematura no marco regulatório da obrigatoriedade de adição do biodiesel ao diesel de petróleo a partir de 2008 (coincidentemente, o primeiro ano de funcionamento efetivo do mercado internacional de créditos de carbono) reduz o potencial de captação de CERs, uma vez que a legislação internacional pertinente torna inelegível no âmbito do MDL os projetos de fixação de carbono e prevenção de emissões que ocorram mediante exigências de regulamentações governamentais. Apesar de reconhecer as dificuldades envolvidas, seria recomendável que os gestores públicos competentes avaliassem a possibilidade de editarem regulamentação adicional postergando por mais alguns anos o início da inclusão obrigatória de biodiesel na matriz energética com vistas e aproveitar melhor as oportunidades que serão criadas com o início do primeiro período de implementação do Protocolo de Quioto.

Seria recomendável, também, ampliar o apoio aos empreendedores e organizações representativas de produtores familiares já envolvidos com o biodiesel para estabelecerem estudos de linha de base e adicionalidade nos projetos de desenvolvimento de lavouras no semi-árido e de produção de biodiesel, visando submeterem à avaliação para geração de créditos de carbono uma vez que as atividades implementadas no período atual têm plena elegibilidade em termos de potencial para geração de CERs ou créditos de carbono.

A despeito dos grandes avanços obtidos, uma avaliação crítica do PNPB até o momento aponta para a necessidade de continuar trabalhando para solucionar uma série de dificuldades operacionais, de logística, de gestão e culturais que poderão afetar principalmente os produtores familiares e suas entidades representativas na tentativa de viabilizarem sua efetiva inclusão na cadeia produtiva do biodiesel. Tais dificuldades tendem a se agravar especialmente a partir de 2008, quando tem início o primeiro pata-

mar obrigatório de adição de 2% deste biocombustível ao diesel de petróleo, pois o setor empresarial terá amplas condições (e uma imposição legal, inclusive) de ocupar os espaços que os produtores familiares não tiverem condições de atender na cadeia produtiva do biodiesel, reduzindo o potencial de distribuição de renda e o impacto que os incentivos e benefícios previstos no marco regulatório buscam trazer aos trabalhadores do campo.

Tais dificuldades, dentre outras, têm induzido os pesquisadores a buscarem estabelecer arranjos alternativos, com destaque para a diversificação de matérias-primas na produção de biodiesel. O debate em torno da necessidade de diversificação de lavou- ras familiares para a produção de biodiesel no semi-árido tem apontado para pesquisas e experimentações com outras matérias-primas, destacando-se o pinhão manso, que apresenta um índice superior em termos de produção de óleo (50% a 52% contra 45% da mamona, em média) e um rendimento superior em termos de geração de óleo por área plantada. Outra vantagem do pinhão manso em relação à mamona seria o menor risco de escassez na oferta de matéria-prima decorrente de choques externos adversos (uma elevação ou redução excessiva de preços no curto prazo) que poderiam dificultar o abastecimento regular das usinas produtoras de biodiesel, tendo em vista que seu óleo não tem uma diversidade tão ampla de aplicações com significativo valor comercial, com conseqüentes reflexos em termos de valorização e demanda potencial para usos alternativos, a exemplo do óleo de mamona.

REFERÊNCIAS

- BAHIA. Secretaria da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Programa baiano de biodiesel: Probiodiesel-Bahia*. Salvador: SECTI, 2004. 25 p.
- ECOSECURITIES. *Prototype Carbon Fund (PCF)*. Washington, 2001a. 27 p.
- _____. *Prototype carbon fund (PCF): carbon market intelligence report, issue#2*. Washington, . 2001b. 97 p. (PCF Plus Report 6).
- FOSTER, M.; MURTA, M. Pré-estudo de viabilidade técnica e econômica de um pólo para produção de biodiesel no semi-árido nordestino. In: HOLANDA A (Org). *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. cap.8, p. 131-142. (Série cadernos de altos estudos, n. 1).
- ITURRA, A. Perspectivas da agricultura familiar na agroindústria do biodiesel: uma proposta de inclusão social. In: SEMINÁRIO DE POLÍTICAS PARA O BIODIESEL, 2003, Salvador, *Anais...Salvador*, SECTI, 2003. 5p.
- _____. Bio-diesel History, Strategies and Policies in Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON BIOENERGY, POLICIES, TECHNOLOGIES AND FINANCING, 2004, Ribeirão Preto, *Anais...Ribeirão Preto* (SP), 2004. Disponível em: <www.bioenergy-lamnet.org/publications/source/bra2/Iturra.pdf>. Acesso em março de 2006.
- HOLANDA, A. *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. 200 p. : il.color. (Série cadernos de altos estudos, n. 1)
- JUNCAL, B. Políticas e arranjos sócio-produtivos de base familiar para a geração de biocombustíveis nas comunidades rurais do semi-árido. In: SEMINÁRIO DE POLÍTICAS PARA O BIODIESEL, 2003, Salvador. *Anais....Salvador*: SECTI, 2003. 5p.
- MARTELLI, J; TRENTO, M. Combustíveis renováveis: emprego e renda no campo. In: HOLANDA A (Org). *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. p.113-124. (Série cadernos de altos estudos, n. 1)
- SCHWARTZMAN, S; MOREIRA, A. O Protocolo de Quioto e o MDL. In: As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000. p. 13-22.
- PARENTE JÚNIOR, Expedito. Biodiesel no plural: oportunidades e ameaças para um programa nacional. In: HOLANDA A (Org). *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. p. 153-167. (Série cadernos de altos estudos, n. 1).
- SUERDIECK, Sidnei. Impactos sócio-ambientais da cadeia do biodiesel: o caso da Bahia em perspectiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1, 2004, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: EMBRAPA-CNPq, 2004. 7p.
- _____. Estágio recente e fundamentos do regime internacional de mudanças climáticas: abrindo a "caixa-preta" nas siglas do efeito estufa. *Conjuntura & Planejamento*, Salvador, SEI, n. 98, p. 29-35, 2002a.
- _____. Condições e perspectivas do mercado de certificados de carbono. *Conjuntura & Planejamento*, Salvador, SEI, n. 99, p. 38-44, 2002b.
- _____. Evolução recente e potencial do mercado de créditos de carbono no Brasil. *Conjuntura & Planejamento*, Salvador, SEI, n. 109, p. 32-38, 2003.

Apropriação dos recursos naturais e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel¹

Cezar Menezes Almeida, * Mônica de Moura Pires, ** José Adolfo de Almeida Neto***
Rosenira Serpa da Cruz****

Resumo

Com a crise do petróleo da década de 1970, intensificaram-se os estudos de alternativas energéticas em substituição às de origem fóssil. Nesse sentido, foi pensada a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira. Este trabalho contextualiza o processo da introdução do biodiesel na matriz energética nacional sob o ponto de vista da apropriação dos recursos naturais, objetivando ampliar as discussões ambientais que envolvem a produção e o consumo desse combustível. São analisados os textos legais que fazem parte do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e os mecanismos de incentivo à produção do biodiesel. Como base teórica, foram adotadas as teorias da economia ambiental, ecológica e marxista. Observa-se que o Programa, apesar de atender aos aspectos socioeconômicos em sua concepção, não discute aspectos ambientais que envolvem a produção e o consumo de combustíveis no Brasil.

Palavras-chave: biocombustíveis, meio ambiente, economia dos recursos naturais, economia ecológica, economia marxista.

Abstract

With the oil crisis during the 1970's, studies aiming energy alternatives to substitute fossil energy, intensified. Thus, the insertion of biodiesel in the Brazilian energy matrix, was considered. This work contextualized the introduction process of biodiesel in the national energy matrix, in the point of view of appropriation of natural resources, aiming to broaden environmental discussions involving its production and consumption. Legal texts, part of the National Program of Biodiesel Use and Production and incentive mechanisms for biodiesel production, are analyzed. As theoretical base, theories of environmental, ecologic and Marxist economy were adopted. We can observe that the Program, in spite of attending social-economic aspects in its conception, doesn't discuss the environmental aspects that involve the production and consumption of fuels in Brazil.

Key words: biofuels, environment, economy of natural resources, ecologic economy, Marxist economy.

INTRODUÇÃO

As discussões relativas às ações antrópicas no meio ambiente, apesar de se tratar de uma nova abordagem científica, vem tomando cada vez mais espaço

no seio da teoria econômica tradicional. Nesse sentido, tem-se buscado analisar, interpretar e propor novas formas de estabelecimento da relação homem-ambiente em uma economia de mercado e discutir a apropriação dos recursos naturais pela sociedade moderna.

Os recursos naturais, em uma visão antropocêntrica, podem ser considerados como todas as matérias-primas que podem ser obtidas na natureza e aproveitáveis pelo homem. Esses recursos podem ser renováveis, como, por exemplo, os grãos de um modo geral, ou não-renováveis, como é o caso do petróleo (IBGE, 2004).

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz, Grupo Bioenergia e Meio Ambiente.

* MS Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. cezar@dalecarnegieba.com.br

** DS Economia Rural, Professora Adjunta DCEC/UESC. mpires@uesc.br

*** MS Engenharia Agrícola, Professor Assistente DCAA/UESC. jalmeida@uesc.br

**** DS Química, Professora Adjunta DCET/UESC. roserpa@uesc.br

Tida inicialmente como uma fonte inesgotável de insumo (os recursos naturais eram todos considerados infinitos pelo homem), a natureza, agora, com os sinais claros de sua degradação como, por exemplo, a perda de biodiversidade provocada pela extinção de espécies e as alterações no clima global, se coloca no centro da discussão do desenvolvimento econômico e do atual padrão de produção e consumo da sociedade contemporânea. O desenvolvimento sustentável, mesmo ainda como um conceito em evolução, emerge no seio da sociedade como uma alternativa para o crescimento desenfreado do consumo dos recursos naturais.

Mesmo com essa nova abordagem, ainda atualmente a sociedade global se organiza em torno de um modelo econômico capitalista, voltado para o mercado e tendo como premissa o equilíbrio do consumo dos recursos naturais através do mecanismo de preços e do fenômeno da escassez. Diante disso, torna-se necessário entender como se dão as relações da sociedade com o meio ambiente, discutindo como se alinham as diversas políticas públicas em um modelo de gestão de recursos naturais.

Nesse caminho, muitos países têm procurado adotar políticas que possibilitem utilizar as fontes energéticas disponíveis de maneira eficiente e racional. Seguindo esses novos padrões, há um incentivo para a priorização do uso dos transportes coletivos, produção de bens e serviços pautados no conceito de ecoeficiência e utilização de produtos reciclados, entre outras mudanças. Tal comportamento traz intrinsecamente o conceito da preservação e da conservação dos recursos naturais.

Nota-se que, nessa mesma direção, desde a emergência do movimento ambientalista e, principalmente, após a crise do petróleo da década de 1970, tem-se intensificado a discussão sobre alternativas energéticas em substituição às de origem fóssil.

No Brasil, a indústria do álcool combustível é considerada uma demonstração do potencial da biomassa como fonte de energia eficiente e de menor

No Brasil, a indústria do álcool combustível é considerada uma demonstração do potencial da biomassa como fonte de energia eficiente e de menor impacto ambiental, demonstrando a possibilidade de mudança do atual padrão de consumo de combustíveis líquidos de origem fóssil

impacto ambiental, demonstrando a possibilidade de mudança do atual padrão de consumo de combustíveis líquidos de origem fóssil. A introdução do álcool como combustível na matriz energética brasileira foi realizada através do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), criado com o objetivo de incentivar a produção e o consumo de álcool como combustível no Brasil.

Nesse sentido foi pensada a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira em 2004. O biodiesel pode ser definido como um combustível com características físico-químicas semelhantes ao diesel do petróleo, que pode ser produzido a partir de óleos e gorduras vegetais ou animais, *in natura* ou residuais, através do processo de transesterificação.

Partindo-se desse contexto, este trabalho procura contextualizar o processo da introdução do biodiesel na matriz energética nacional sob o ponto de vista da apropriação dos recursos naturais, objetivando ampliar as discussões ambientais que envolvem a produção e o consumo desse combustível.

PESQUISAS SOBRE BIOCOMBUSTÍVEIS

As primeiras pesquisas sobre o uso de biocombustíveis datam do século XIX. Em 1832, houve a primeira utilização do álcool como fonte energética e em 1893 foram feitos diversos ensaios a respeito da substitutibilidade entre o álcool e a gasolina. Na década de 1920, com a crise no abastecimento do petróleo, foram estudadas várias alternativas energéticas. Nesse período, os países da Europa e os Estados Unidos, em particular, passaram a utilizar o álcool como combustível, fabricado a partir de diversas matérias-primas. Nesse sentido, também no Brasil, nos anos de 1920, realizaram-se experiências pioneiras com a utilização do álcool misturado ao éter e gasolina ou ao éter e querosene e os primeiros testes em motores de explosão (MENEZES, 1980).

No Brasil, somente na década de 1930 foram implantadas políticas voltadas para os biocombustíveis, quando, através do Decreto nº 19.717, estabeleceu-se o uso compulsório de 5% de álcool à gasolina, motivado pela crise do açúcar e pela recessão instalada naquela década. Posteriormente, através do Decreto Lei nº 25.174-A, de 03 de julho de 1948, foram estabelecidos incentivos à fabricação de álcool para uso em motores de combustão (MENEZES, 1980). No entanto, somente em 1975, com a criação do PROÁLCOOL, o Brasil passa, realmente, a utilizar o álcool como combustível, tendo um novo impulso, criando uma alternativa à flutuação dos preços do açúcar e, em certa medida, dando uma primeira resposta à crise do petróleo.

O motivo principal para a introdução do álcool na matriz energética brasileira foi a elevação do preço do barril de petróleo, que passou de US\$ 1,88, em 1972, para US\$ 18,00, em junho de 1979, custando ao Brasil algo em torno de US\$ 7 bilhões com a sua importação. Tal fato provocou impactos negativos sobre o balanço de pagamentos, dada a importância da participação do petróleo nas importações brasileiras. É nesse cenário que emerge o PROÁLCOOL.

Esse programa teve seu período áureo até a metade dos anos de 1980, com a produção de cerca de 70% dos veículos com motor a álcool. Porém, em 1986, esse ciclo ingressou em um período negativo, e, em 2002, apenas 3,3% da produção de veículos leves eram movidos a álcool. Em 2004, com a fabricação de veículos bi-combustíveis, os denominados motores *flex fuel*, o consumo do álcool automotivo é novamente impulsionado, ao mesmo tempo em que se retomam as políticas para os biocombustíveis. Essa iniciativa vem obtendo relativo sucesso no Brasil sob o ponto de vista de substituição das fontes fósseis de energia.

Atualmente, no país, adiciona-se à gasolina o álcool em proporção próxima a 25%. Alinhado a tal direcionamento é que se lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, com objetivo de introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira a partir de projetos auto-sustentáveis, considerando preço, qualidade, garantia do suprimento e uma política de inclusão social.

Da mesma forma que no lançamento do PROÁLCOOL, a produção e o consumo de biodiesel no Bra-

sil foram determinados por meio das Medidas Provisórias nº 214 e 227, convertidas nas respectivas Leis nº 11.097/05 e 11.116/05. Essas medidas e seus desdobramentos estão contidos no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

A principal diretriz do Programa é implantar um modelo de energia sustentável, a partir da produção e uso do biodiesel obtido de diversas fontes oleaginosas, que promova a inclusão social, garantindo preços competitivos, produto de qualidade e abastecimento. De acordo com o PNPB, desde janeiro de 2005 está autorizada a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel, sendo que esse percentual se ampliará ao longo dos anos.

Partindo desse contexto, este trabalho procura analisar a relação do PNPB com os mecanismos de apropriação dos recursos naturais contidos no programa, adotando como base teórica os métodos de apropriação dos recursos naturais preconizados nas teorias econômicas ambiental, ecológica e marxista.

A economia ambiental, pautada nos fundamentos da teoria neoclássica, tem como principal característica a tentativa de internalização das externalidades, reduzindo os recursos naturais à lógica do mercado e valorando-os de acordo com os princípios da escassez da oferta e da demanda. Em outro sentido, a economia ecológica fundamenta tais questões nos limites físicos do planeta e na sinergia energética entre diversos componentes ambientais. Essa visão é um contraponto ao método clássico de análise, que se fundamenta nos aspectos físicos da produção e consumo dos recursos naturais. A abordagem da economia marxista parte do princípio de que a dialética das relações sociais determina as relações do homem com a natureza. Essa corrente refuta as relações capitalistas de produção e as coloca como causa central da degradação socioambiental, em razão das relações produtivas serem norteadas por interesses de classe (SOUZA LIMA, 2004).

Tomando-se tais correntes teóricas, analisa-se a implementação do PNPB a partir das leis, decretos, resoluções e instruções normativas que compõem o denominado marco regulatório do programa. Neste estudo são analisados os seguintes textos legais: Lei nº 11.097, Lei nº 11.116, Instrução Normativa RF nº 516, Decreto nº 5.297 e Decreto nº 5.298.

O PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL (PNPB)

O biodiesel foi inserido na matriz energética nacional através da Medida Provisória (MP) nº 214/2004, convertida na Lei nº 11.097/05. Essa lei pode ser considerada como um marco na história do biodiesel no Brasil, uma vez que é a partir dela que o biodiesel encontra sustentáculo jurídico na legislação brasileira (Quadro 1). A partir desse momento surge, legalmente, o mercado de biodiesel no Brasil.

A justificativa principal para a implementação do PNPB no Brasil está nos benefícios energéticos, econômicos, sociais e ambientais advindos da sua produção e uso, como pode ser observado no trecho da Medida Provisória que deu origem ao programa:

(...) cumpre ressaltar que a medida ora proposta representa uma oportunidade para demonstrar que o Brasil atua fortemente na pesquisa e no desenvolvimento de novas tecnologias energéticas, capazes não só de contribuir para o desenvolvimento econômico e social do País, gerando empregos, oportunidades e renda, para uma parcela importante da nossa sociedade, mas também, permitir que tais descobertas e soluções sejam mais um recurso que tornará o meio ambiente mais saudável e menos poluente, melhorando a qualidade de vida da população (BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005f).

A questão central enfocada é de geração de emprego e renda na região Nordeste do país decorrente da produção de oleaginosas para obtenção de biodiesel, especialmente com a produção de mamona no semi-árido. No Quadro 1 são apresentados os principais instrumentos legais do marco regulatório do biodiesel no Brasil.

A Lei nº 11.097 fixa o percentual mínimo de 2% para a adição de biodiesel ao diesel comercializado no território nacional a partir de janeiro de 2006. Essa medida, apesar de relevante, traz alguns entraves resultantes de mecanismos de criação de mercado por meio de atos legais. Outro aspecto da lei é atribuir a então Agência Nacional de Petróleo, denominada atualmente de Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a competência de órgão regulador da indústria de biodiesel, além do petróleo, gás natural e seus derivados.

Com o intuito de padronizar as discussões, a Lei nº 11.097 define os conceitos de biodiesel e biocombustível no mercado brasileiro, adicionando ao

art. 6º da Lei nº 9.478/97 os incisos XXIV e XXV transcritos a seguir:

XXIV - Biocombustível: combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil.

XXV - Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil. (BRASIL, 2005a)

As alterações nas Leis nº 9.478/97 e nº 10.636/02, introduzidas pela Lei nº 11.097 (BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005a) visam também destinar recursos para projetos ambientais, de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico nas áreas de biocombustíveis. Os recursos serão advindos da distribuição da arrecadação da CIDE² e de *royalties* de petróleo, a serem administrados pelo Ministério do Meio Ambiente e pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, respectivamente.

Com a MP nº 227/04, convertida na Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005 (BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005b), foram estabelecidas regras sobre a concessão de registro especial para produtor e importador de biodiesel e também as alíquotas de contribuição do PIS/PASEP³ e da COFINS⁴ incidentes na produção de biodiesel (Tabelas 1, 2 e 3).

Assim, para atingir os objetivos sociais e de geração e melhoria na distribuição de renda no Brasil, destacados pelo governo federal desde o início do Programa, concederam-se incentivos definidos nos Decretos nº 5.297 e nº 5.298, de 06 de dezembro de 2005 (BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005d; 2005e). Nesses decretos foram definidos os coeficientes de redução das alíquotas de tributos incidentes na produção e comercialização do biodiesel.

Os principais benefícios concedidos para a produção e comércio do biodiesel estão relacionados a seguir:

² Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico.

³ Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público.

⁴ Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.

Quadro 1**Principais diplomas legais a respeito do biodiesel no Brasil**

Documento	Data	Principais aspectos
Decreto Presidencial s/n	02/07/2003	Institui Grupo de Trabalho Interministerial – estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal como fonte alternativa de energia.
Decreto Presidencial s/n	23/12/2003	Institui a Comissão Executiva Interministerial – ações para produção e uso de óleo vegetal como fonte alternativa de energia.
Medida Provisória nº 214	13/09/2004	Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética nacional (convertida na Lei nº 11.097, de 13/01/2005).
Resolução ANP ¹ nº 41 e nº 42	24/11/2004	Dispõe sobre a regulamentação e autorização para a produção de biodiesel por parte da ANP e estabelece especificação para a comercialização do biodiesel no Brasil.
Medida Provisória nº 227	06/12/2004	Estabelece regras sobre a concessão de registro especial para produtor e importador de biodiesel com vistas a conceder benefícios tributários com a redução da alíquota de tributos. (convertida na Lei nº 11.097, de 13/01/2005)
Decreto nº 5.297 e nº. 5.298	06/12/2004	Estabelecem coeficientes de redução das alíquotas de tributos incidentes na produção e comercialização do biodiesel.
Resolução BNDES ² nº 1.135	2004	Cria o programa de apoio financeiro a investimentos em biodiesel.
Lei nº. 11.097	13/01/2005	Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética nacional (conversão da MP nº 214, de 13/09/2004).
Instrução Normativa SRF ³ nº 516	22/02/2005	Regulamenta o registro especial para produtores e importadores de biodiesel.
Lei nº 11.116	18/05/2005	Estabelece regras sobre a concessão de registro especial para produtor e importador de biodiesel com vistas a conceder benefícios tributários com a redução da alíquota de tributos (conversão da MP nº 227).
Instrução Normativa MDA ⁴ nº 01	05/07/2005	Estabelece os critérios e procedimentos para concessão do selo combustível social para produtores de biodiesel ligados a agricultura familiar.
Resolução CNPE ⁵ nº 03	23/09/2005	Reduz o prazo para a obrigatoriedade da adição de 2% no diesel comercializado no Brasil.
Portaria MME ⁶ nº 483	03/10/2005	Estabelece as diretrizes para a realização de leilões públicos para aquisição de biodiesel por parte da ANP.

Notas: ¹Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; ²Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social; ³Secretaria da Receita Federal; ⁴Ministério do Desenvolvimento Agrário; ⁵Conselho Nacional de Política Energética; ⁶Ministério das Minas e Energia.

- a) redução para 0% da alíquota do IPI incidente na produção de biodiesel;
 - b) instituição do selo “Combustível Social”, concedido ao produtor de biodiesel que adquirir matéria-prima dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e comprovar regularidade perante o Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores (SICAF);
 - c) redução de 77,5% nas alíquotas de PIS/PASEP e COFINS para produtor de biodiesel que utilize palma ou mamona das regiões Norte, Nordeste e Semi-árido;
 - d) redução de 89,6% nas alíquotas de PIS/PASEP e COFINS para produtor de biodiesel que esteja enquadrado no PRONAF;
 - e) redução de 100% nas alíquotas de PIS/PASEP e COFINS para produtor de biodiesel que atenda as condições dos itens c e d;
 - f) redução de 67% nas alíquotas de PIS/PASEP e COFINS para produtor de biodiesel que não esteja enquadrado nas situações descritas nos itens c, d, e.
- Dessa forma, o benefício para cada litro de biodiesel produzido para as situações descritas nos itens c, d, e e f é de R\$ 0,522, R\$ 0,603, R\$ 0,673 e R\$ 0,451, respectivamente. Esses benefícios estão descritos nas Tabelas 1, 2 e 3.
- Os benefícios tributários concedidos dirigem-se apenas à produção de oleaginosas, prioritariamente mamona e dendê (palma), adquiridas da agricultura familiar ou localizadas no Norte, Nordeste e Semi-

Tabela 1
Alíquota base do PIS/PASEP e reduções aplicáveis à produção de biodiesel

Situação	PIS/PASEP		REDUÇÃO	
	R\$ (m³)	%	R\$ (m³)	%
1 Alíquota base ⁱ	120,14	6,15	-	-
2 Coeficiente de redução (-0,67 ⁱⁱ)	39,65	2,03	-80,49	-4,12
3 Matéria- prima mamona/palma nas regiões N/NE e semi-árido (-0,775 ⁱⁱ)	27,03	1,38	-93,11	-4,77
4 Produtor de matéria-prima enquadrado no PRONAF (-0,896 ⁱⁱ)	12,49	0,64	-107,65	-5,51
5 Simultaneamente situações 3 e 4 (-1,00 ⁱⁱ)	0,00	0,00	-120,14	-6,15

NOTAS: i - Alíquota de contribuição de PIS/COFINS definidas na MP nº 227/2004, convertida na Lei nº 11.116/2005; ii - Coeficiente de redução definido no Decreto nº 5.297/2004.

Tabela 2
Alíquota base do COFINS e reduções aplicáveis à produção de biodiesel

Situação	COFINS		REDUÇÃO	
	R\$ (m³)	%	R\$ (m³)	%
1 Alíquota base ⁱ	553,19	28,32	-	-
2 Coeficiente de redução (-0,67 ⁱⁱ)	182,55	9,35	-370,64	-18,97
3 Matéria- prima mamona/palma nas regiões N/NE e semi-árido (-0,775 ⁱⁱ)	124,47	6,37	-428,72	-21,95
4 Produtor de matéria-prima enquadrado no PRONAF (-0,896 ⁱⁱ)	57,53	2,95	-495,66	-25,37
5 Simultaneamente situações 3 e 4 (-1,00 ⁱⁱ)	0,00	0,00	-553,19	-28,32

NOTAS: i - Alíquota de contribuição de PIS/COFINS definidas na MP nº 227/2004, convertida na Lei nº 11.116/2005; ii - Coeficiente de redução definido no Decreto nº 5.297/2004.

Tabela 3
Benefício fiscal por litro de biodiesel produzido de acordo com matéria-prima e região produtora

Modelo de produção	Benefício (R\$/L)
Biodiesel produzido utilizando-se como matéria- prima mamona ou palma produzida por agricultor enquadrado no PRONAF e nas regiões Norte, Nordeste e semi-árido	0,673
Biodiesel produzido utilizando-se matéria- prima adquirida por produtor enquadrado no Pronaf	0,603
Biodiesel produzido com a utilização de mamona ou palma pelos demais agricultores e nas demais regiões do país	0,522
Demais situações	0,451

árido do Brasil. Por outro lado, os benefícios facultados a outras matérias-primas que proporcionem benefícios ambientais, a exemplo dos óleos e gorduras residuais (OGR) e outras oleaginosas produzidas nas demais regiões do país, são comparativamente menores. Também não são concedidos incentivos à utilização do biodiesel em um percentual superior ao definido na lei, bem como não é estimulado o consumo desse combustível nas regiões metropolitanas, onde existe uma maior concentração de poluentes atmosféricos. Observa-se também que a população nos grandes centros urbanos do Brasil enfrenta problemas agudos e crônicos de saúde pública, como,

por exemplo, o aumento da incidência de doenças respiratórias, principalmente em crianças e idosos (MARTINS *et al.*, 2002).

Além desses pontos, o PNPB não democratiza o acesso à produção do biodiesel ao instituir o limite mínimo de R\$ 500 mil para o capital social integralizado de produtores desse combustível (BRASIL, 2005c), dado que existem plantas comerciais com investimento inicial inferior a esse valor. Para superar esse gargalo, os pequenos produtores poderiam se organizar por meio de entidades associativistas ou cooperativistas. Outrossim, não são concedidos incentivos para essa forma de organização da produção.

CONCLUSÃO

As bases legal e técnica que norteiam as medidas de inserção do biodiesel na matriz energética nacional indicam que o programa não priorizou na prática os aspectos ambientais, mesmo se tratando de um programa interministerial com a participação, inclusive, do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O PNPB não discutiu questões centrais que envolvem o padrão de produção e de consumo de combustível no país, aspecto central em qualquer programa que pretenda atacar a raiz dos problemas socioambientais associados à produção e uso de combustíveis.

O programa não propôs medidas de racionalização ambiental e de gestão dos recursos fósseis, renovação da frota de veículos, discussão do modelo de transporte, dentre outros tópicos, restringindo-se a reproduzir o atual modelo energético, ancorado no petróleo.

Com base nessas premissas, o PNPB pode ser alinhado aos fundamentos da economia ambiental, em que a valoração ambiental é determinada pelo valor de uso e escassez dos recursos naturais.

Na busca de ampliar os objetivos do PNB em consonância com princípios de sustentabilidade sócio-ambiental, sugere-se incluir uma reflexão sobre o padrão atual de produção e consumo, quando se discute uma mudança de modelo energético baseado em fontes não-renováveis para fontes renováveis. Especialmente relevante para o debate sobre os desdobramentos do PNPB é a inclusão da dimensão ambiental, dado que os aspectos sociais e econômicos estão, em parte, contemplados no programa.

A agregação de uma discussão ambiental poderá ampliar a abrangência e o padrão de sustentabilidade do PNPB, resultando em benefício tanto para a população atual como para as gerações futuras.

Nesse sentido, o programa poderia conceder benefícios adicionais a fontes de matéria-prima para produção de biodiesel que apresentassem benefícios ambientais superiores às demais. Como instrumento para monitorar e avaliar comparativamente as matérias-primas potenciais sugere-se o emprego de metodologias de análise ambiental adotadas em outros países para tal fim, como a análise do ciclo de vida (*Life Cycle Assessment* - LCA) e a prospecção tec-

nológica (*Technology Assessment* - TA). Uma matéria-prima com performance socioambiental claramente favorável e que deve ser considerada para possível inclusão como beneficiária no PNPB são os óleos e gorduras residuais (OGR), como o sebo de bovinos ou os óleos residuais de fritura. (ALMEIDA NETO *et al.*, 2000; DUTRA; ALMEIDA NETO, 2003).

O OGR como resíduo do processo de fritura de alimentos é geralmente descartado ou utilizado em casos pontuais para a fabricação de sabão e ração animal. Nesse sentido, é possível torná-lo uma fonte, propiciando benefícios ambientais evidentes da sua utilização na produção de combustível, ao invés de descartá-lo no meio ambiente. O resultado do processo de fritura possui também benefícios econômicos adicionais, uma vez que se atribui valor a um produto que atualmente é descartado em sua maioria, tendo, quando comercializado, baixo valor comercial (ALMEIDA NETO *et al.*, 2000).

Um outro ponto que pode ser inserido no PNPB é o incentivo ao consumo de biodiesel em percentual superior ao estabelecido em lei em casos onde haja interesse na redução de emissões de gases. Isso pode ser observado em grandes centros urbanos que sofrem com os males da poluição. Além dos benefícios ambientais em termos globais que a utilização de biodiesel deverá proporcionar nesses locais, existiriam benefícios adicionais, como possíveis ganhos à saúde humana com a redução da concentração de gases. Além de um benefício para a qualidade de vida da população, também é provável que ocorra redução dos gastos públicos e privados com saúde, tendo em vista que poderia haver reduções de casos de doenças, principalmente as relacionadas ao aparelho respiratório, assim como uma possível redução de afastamentos de trabalho por conta desses problemas.

Uma adoção do uso descentralizado poderia também proporcionar uma ampliação do mercado de biodiesel no curto prazo. Em regiões produtoras de matéria-prima de biodiesel poder-se-ia estimular a produção e o consumo local deste combustível. Nota-se que essa medida poderia provocar uma redução dos custos de combustíveis, uma vez que o biodiesel seria produzido e utilizado localmente, diferente do modelo atual em que a matéria-prima é transportada para a unidade de transformação da oleaginosa em óleo, que em seguida é encaminhado para produção

de biodiesel e depois para a unidade de distribuição de óleo diesel. Nessa etapa, o biodiesel é misturado com o óleo diesel e posteriormente enviado de volta para a região que produziu a matéria-prima do biodiesel onde é reincorporado como energia no sistema produtivo, principalmente no uso das máquinas agrícolas e no transporte da oleaginosa.

É importante também que o PNPB contemple estudos de impactos ambientais para a implantação das culturas energéticas, uma vez que o aumento da área plantada com as diversas oleaginosas pode provocar impactos de elevada magnitude ambiental. O estímulo à produção de determinada cultura sem a sua respectiva avaliação ambiental pode provocar sérios danos ao meio ambiente, alguns irreversíveis, como a extinção de espécies.

O emprego da avaliação ambiental, LCA, na análise da cadeia de produção de biodiesel pode ser uma ferramenta importante no auxílio da tomada de decisão sobre as matérias-primas que deverão ser prioritárias no programa. Essa análise possibilitará visualizar quais fontes são as mais recomendadas para a produção de biodiesel do ponto de vista energético e ambiental, respondendo a questões (como, por exemplo, de quanta energia fóssil é necessário para produzir uma unidade de energia renovável?) e apontando as alternativas que mais podem gerar economia de petróleo.

Concluindo, ressalta-se a importância de incluir no PNPB a dimensão ambiental, direcionando o programa para o paradigma do desenvolvimento sustentável, no qual a conservação dos recursos energéticos nacionais além de ser um objetivo estratégico no curto prazo, poderá ser decisiva para garantir a qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, J. A. et al. Projeto bio-combustível: processamento de óleos e gorduras vegetais *in natura* e residuais em combustíveis tipo diesel. In: AGRENER - ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2., 2000, Campinas. *Proceedings...* Campinas: NIPE/UNICAMP, 2000.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 11.097. 2005a. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 11 jul. 2005a.

_____. Presidência da República Lei nº 11.116. 2005. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 11 jul. 2005b.

_____. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. *Instrução Normativa* nº 516. 2005. *Diário Oficial da União*, seção 1, 23 fev. 2005c.

_____. Presidência da República Decreto nº 5.297. 2004. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 11 jul. 2005d.

_____. Presidência da República Decreto nº 5.298. 2004. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 11 jul. 2005e.

_____. Presidência da República EM n. 44/MME. 2004. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005f.

_____. Presidência da República Decreto de 02 de julho de 2003a. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005g.

_____. Presidência da República Decreto de 23 de dezembro de 2003b. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005h.

_____. Presidência da República Medida Provisória nº 214. 2004. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005i.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia – Agência Nacional do Petróleo. Resolução nº 41. 2004a. Disponível em: nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2004/dezembro/ranp%2041%20-%202004.xml. Acesso em: 17 nov. 2005j.

_____. Ministério das Minas e Energia – Agência Nacional do Petróleo. Resolução nº 42. 2004. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br>. Acesso em: 17 nov. 2005k.

_____. Presidência da República Medida Provisória nº 227. 2004. Disponível em: www.presidencia.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005l.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Instrução Normativa* nº 01. 2005. Disponível em: www.biodiesel.gov.br/docs/Minuta1.pdf. Acesso em: 17 nov. 2005m.

_____. Ministério das Minas e Energia – Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 03. 2005. Disponível em: www.biodiesel.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005n.

_____. Ministério das Minas e Energia. Portaria nº 483. 2005. Disponível em: www.biodiesel.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2005o.

_____. Ministério de Ciência e Tecnologia. *O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel*. Brasília, jul. 2005. Disponível em: www.biodiesel.gov.br. Acesso em: 11 jul. 2005p.

DUTRA, A. C.; ALMEIDA NETO, J. A. Uso da ACV na avaliação preliminar das categorias ambientais efeito estufa e chuva ácida para o diesel e o biodiesel de OGR. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIODIESEL, 1., 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto, SP. 1 CD-Rom.

IBGE. *Vocabulário básico de recursos naturais*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

MARTINS, L.; *et al.* Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, n. 1, set. 2002. Disponível em: www.scielosp.org.br. Acesso em: 19 nov. 2005.

MENEZES, T. J. B. *Etanol, o combustível do Brasil*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 223 p.

SOUZA-LIMA, J. E. Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais. *Revista FAE*. Curitiba, v.7, n.1, p. 119-127, jan./jun. 2004.

Biodiesel: o combustível para o novo século¹

Ednildo Andrade Torres, * Hugo David Chirinos, ** Carine Tondo Alves***
Danilo Cardoso Santos, **** Luis Alberto Camelier*****

Resumo

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais que, estimulados por um catalisador, reagem quimicamente com o álcool etílico ou o metanol. Desse processo químico resulta um combustível de alta qualidade que substitui o óleo diesel fóssil sem necessidade de modificação do motor. Na Bahia, as pesquisas iniciais datam da década de 1980, e mais recentemente, com o apoio das agências de fomento, os projetos executados e em execução têm alavancado as pesquisas e o desenvolvimento de recursos humanos. Também é descrito o processo de uma planta piloto com capacidade de 5.000.000 litro por ano, em operação na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

Palavras-chave: energia alternativa, biodiesel, transesterificação, planta piloto.

INTRODUÇÃO

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Essas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, portanto, a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância. Nesse contexto, os óleos vegetais aparecem como uma alternativa para substituição ao óleo di-

Abstract

Biodiesel is a biodegradable fuel derivative from renewable sources as vegetal oils and animal fat; that, stimulated by a catalysts, chemically react with ethylic alcohol or methanol. A high quality fuel results from this chemical process substituting fossil diesel oil with no need to modify the engine. In Bahia, the first researches began during the eighties, and more recently, supported by sponsoring agencies, the projects, both on-going and accomplished, have leveraged researches and the development of human resources. The process of a pilot plant with capacity for 5,000,000 liters per year, in operation at the Polytechnical School of the Federal University of the Bahia, is also described.

Key words: alternative energy, biodiesel, transesterification, pilot plant.

esel em motores de ignição por compressão, sendo o seu uso testado já em fins do século XIX, produzindo resultados satisfatórios no próprio motor diesel.²

Essa possibilidade de emprego de combustíveis de origem agrícola em motores do ciclo diesel é bastante atrativa tendo em vista o aspecto ambiental, por serem uma fonte renovável de energia e pelo fato do seu desenvolvimento permitir a redução da depen-

¹ Os autores agradecem aos financiadores dos projetos associados à cadeia produtiva do biodiesel: FAPESB/SECTI, FINEP/MCT, CNPq, ANEEL/ Nordeste Generation, BOM BRASIL, Resort Praia do Forte, Hospital Português e o LPQ/LABLESER do Instituto de Química da UFBA.

* Prof. Dr. Escola Politécnica Coordenador do LEN Laboratório de Energia e Gás. ednildo@ufba.br

** Prof. Dr. Bolsista PRODOC FAPESB. hdccoll@terra.com.br

*** Aluna de Mestrado PPEQ/DEQ/LEN - Bolsista Fapesb e CNPq - LEN Laboratório de Energia e Gás. carinealves60@hotmail.com

**** Aluno de Mestrado PPEQ/DEQ/LEN - Bolsista Fapesb e CNPq - LEN Laboratório de Energia e Gás. dcs02@ig.com.br

***** Pesquisador do LEN Laboratório de Energia e Gás/Escola Politécnica. lcamelie@ufba.br

² Rodolfo Diesel testou seu invento inicialmente com óleo de amendoim.

dência de importação de petróleo (FERRARI; OLIVEIRA; SCABIO, 2005).

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais que, estimulados por um catalisador, reagem quimicamente com o álcool etílico ou o metanol. Desse processo químico resulta um combustível de alta qualidade que substitui o óleo diesel fóssil sem necessidade de modificação do motor.

O biodiesel pode ser feito com qualquer óleo vegetal novo ou usado e até com resíduos ou borras. Por isso é um combustível renovável, também conhecido como petróleo verde. É comum que empresas que utilizem óleo vegetal em grande quantidade, como as indústrias de salgadinhos e as redes de *fast food*, doem o óleo usado para empresas fabricantes de biodiesel.

No Rio de Janeiro, a Rede *MacDonalds* tem doado seus resíduos para a UFRJ produzir biodiesel. Em Salvador, foram identificados cerca de 250 estabelecimentos que podem fornecer o óleo de fritura para ser processado na Planta Piloto de Biodiesel da UFBA/Escola Politécnica/Len como baianas de acarajé, restaurantes, hotéis e hospitais, o Resort Praia do Forte e o Hospital Português são exemplos dessa parceria. Assim, além de descartarem o óleo usado a custo zero, ajudam no combate à poluição ambiental deixando de jogar os resíduos no esgoto.

O Brasil consome cerca de 40 milhões de t/ano de óleo diesel³ e com a ampliação desse mercado a economia de petróleo importado seria expressiva, podendo inclusive minimizar o déficit de nossa balança de pagamentos. Além disso, o processo de transesterificação resulta como subproduto a glicerina, sendo seu aproveitamento outro aspecto importante na viabilização do processo de produção do biodiesel, fazendo com que ele se torne competitivo no mercado de combustíveis (FERRARI, OLIVEIRA, SCABIO, 2005).

³ Consumo de óleo diesel para o ano de 2006, segundo a ANP (www.anp.gov.br).

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais que, estimulados por um catalisador, reagem quimicamente com o álcool etílico ou o metanol. Desse processo químico resulta um combustível de alta qualidade que substitui o óleo diesel fóssil sem necessidade de modificação do motor

Diversos estudos demonstraram que a obtenção de ésteres metílicos e etílicos a partir de óleo de colza (canola), girassol, soja, palma (dendê), óleo de fritura e mamona é ecologicamente recomendável, sobretudo porque apresentam menor combustão incompleta do que os hidrocarbonetos e menor emissão de monóxido de carbono, materiais particulados, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio e fuligem. (KALAN; MUSJUKI, 2003; DORADO *et al.*, 2003; CARRARETO *et al.*, 2004; SILVA; PRATA; TEIXEIRA, 2003; PINTO *et al.* 2005)

Atualmente, existe um crescente interesse por fontes alternativas de energia, principalmente por aquelas que contribuam em mitigar as emissões de CO₂, característica das fontes tradicionais de energia fóssil. Para isso, o uso de biocombustíveis como álcool, biodiesel, lenha, resíduos são vistos como alternativas viáveis.

O BIODIESEL DA MAMONA

A mamona (*Ricinus communis L.*) é uma das culturas eleitas pelos programas federal e estadual para fornecer matéria-prima para a produção do biodiesel, um biocombustível renovável e menos poluente que o seu concorrente fóssil, o diesel (AMORIM, 2005).

A mamoneira é importante devido à sua tolerância à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. No entanto, seu cultivo não é exclusivo do semi-árido, sendo também plantada com excelentes resultados em diversas regiões do país.

O Brasil é atualmente o terceiro país produtor de mamona e tem potencial para aumentar rapidamente sua participação nesse mercado, pois dispõe de áreas aptas, tecnologia e experiência no cultivo, que já teve grande importância para a economia nacional (EMBRAPA, 2006).

As áreas de plantio de mamona no Brasil estão sendo ampliadas de forma rápida para atender à demanda por biodiesel, um mercado em expansão em todo o mundo e que tem potencial para trazer impor-

tantes benefícios para o país: geração de renda no meio rural, redução da emissão de gás carbônico causador do Efeito Estufa, diminuição da poluição do ar nas cidades e fortalecimento da economia nacional (EMBRAPA, 2006).

Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, a produção de mamona na safra 2004/05 cresceu 50,7%, chegando a 161,7 mil toneladas. No Nordeste, o aumento foi de 47,5%, atingindo 154,1 mil toneladas. O programa do governo já envolve 100 mil famílias assentadas e a meta é atrair mais 200 mil famílias até 2008, com plantio de 400 mil hectares (CONAB, 2005).

O biodiesel no Brasil

Comparado ao óleo diesel derivado de petróleo, o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Além disso, reduz em 90% as emissões de fumaça e praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre. É importante frisar que o biodiesel pode ser usado em qualquer motor de ciclo diesel, com pouca ou nenhuma necessidade de adaptação (TORRES; *et al.*, 2006).

Apesar de ter requerido a primeira patente mundial para o biodiesel em 1970, o Brasil está ainda muito atrasado em relação a outros países.

A lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005, além de dar incentivo às empresas produtoras de biodiesel tornou obrigatória a adição de 2% de biodiesel no óleo diesel vendido no país de 2008 até 2013, quando o percentual será aumentado para 5%, o que exigirá a produção interna de mais de 2 bilhões de litros de biodiesel por ano⁴. Se a produção interna de oleaginosas aumentar, poderemos alcançar os 20% de mistura utilizados em diversos países.

Com a adição de apenas 2% ao diesel, o país irá deixar de importar cerca 840 milhões de litros de óleo diesel por ano. Este programa poderá ser comparado ao PROÁLCOOL e transformar o Brasil num grande produtor e exportador de biocombustíveis. Entretanto, como a produção atual é mínima, serão necessários alguns anos para que a Petrobras possa receber

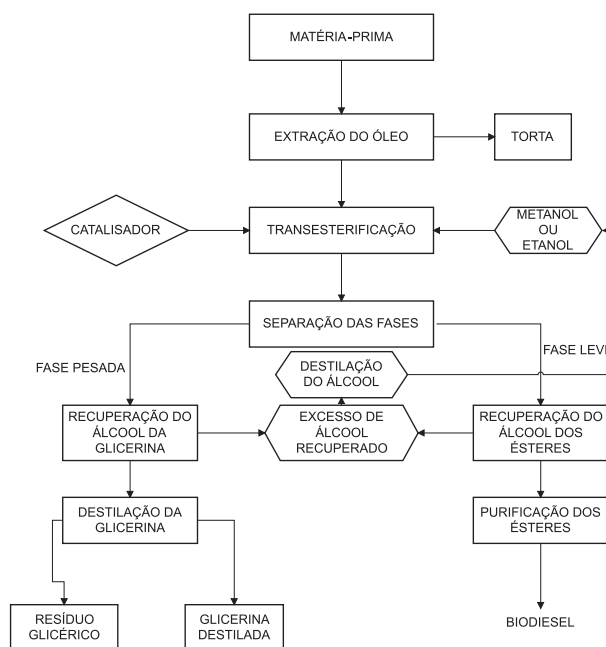
os 800 milhões de litros de biodiesel necessários para a mistura determinada pela lei. Esta situação cria um nicho de mercado para os pioneiros na produção do biodiesel.

O Brasil tem posição de destaque no cenário internacional de biocombustíveis devido ao seu potencial de produção e também ao sucesso alcançado com o PROÁLCOOL, implantado em 1970, que entre acertos e erros, atingiu e superou suas metas.

Além disso, o país está cotado para ser o líder mundial na produção do biodiesel, como é hoje o maior produtor mundial de álcool combustível. Seu clima e sua vocação agrícola o credenciam a ser o grande fornecedor mundial do petróleo verde. As reservas de petróleo conhecidas deverão diminuir significativamente em no máximo 50 anos. Por esse motivo, países como o Brasil terão grande importância estratégica para o mundo. Instituições renomadas como o NBB (National Biodiesel Board)⁵ afirmam que o Brasil poderá suprir 60% da demanda mundial de biodiesel para substituição do óleo diesel.

Na Figura 1 encontra-se descrito o processo genérico do processamento de biodiesel.

Figura 1
Fluxograma genérico da produção de Biodiesel

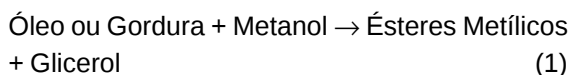


⁴ www.biodiesel.gov.br

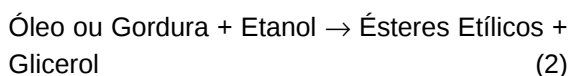
⁵ www.nbb.org

Reação de transesterificação

Segundo Parente (2003), a reação de transesterificação é a etapa da conversão, propriamente dita, do óleo ou gordura em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constitui o biodiesel. A reação pode ser representada pela seguinte equação química:



ou



A equação (1) representa a reação de conversão, quando se utiliza o metanol (álcool metílico) como agente de transesterificação obtendo-se, portanto, como produtos os ésteres metílicos, que constituem o biodiesel, e o glicerol (glicerina).

A equação (2) envolve o uso do etanol (álcool etílico) como agente de transesterificação, resultando como produtos o biodiesel, ora representado por ésteres etílicos, e a glicerina.

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

As duas reações acontecem na presença de um catalisador, que pode ser tanto o hidróxido de sódio (NaOH) quanto o hidróxido de potássio (KOH), usados em diminutas proporções; devido ao baixo custo, o hidróxido de sódio é o mais utilizado. A diferença entre eles, com respeito aos resultados na reação, é muito pequena. No Brasil, o hidróxido de sódio é muito mais barato que o hidróxido de potássio. Pesando as vantagens e desvantagens é muito difícil decidir, genericamente, o catalisador mais recomendado.

da de 1980 vários testes foram realizados na Escola Politécnica, inicialmente, com óleos vegetais *in natura* e, posteriormente, com o biodiesel (TORRES, 2000).

No ano de 2002, atendendo ao Edital da FAPESB, a Universidade Federal da Bahia/Escola Politécnica e a Universidade Estadual de Santa Cruz tiveram um projeto aprovado e com ele foi criada a Rede de Biodiesel da Bahia e a Secretária de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI que oficializou, em 26 de janeiro de 2004, o ENAM – Instituto de Energia e Ambiente, composto de uma Rede virtual de entidades e pesquisadores, que visa promover a integração e ampliação da capacidade instalada de pesquisa em energia e ambiente no Estado da Bahia, de maneira a atender às principais demandas do setor produtivo às questões energéticas e ambientais nele envolvidas, atuando na cadeia produtiva do petróleo, gás (com ênfase em campos maduros) e sistemas energéticos, especialmente para biocombustíveis e energias renováveis. Posteriormente, a SECTI ampliou e lançou a Rede Baiana de Biocombustíveis, em 20 de abril de 2004, no auditório da Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB). A rede é formada por diversas instituições que possuem aderência com o tema Biodiesel e que interagem entre si a fim de apoiar as ações do Programa de Biodiesel da Bahia – PROBIODIESEL BAHIA, discutindo e elaborando projetos com temas relacionados à Cadeia Produtiva do Biodiesel. Posteriormente, com apoio da SECTI, é oficializado em 26 de janeiro de 2004, o ENAM – Instituto de Energia e Ambiente, composto de uma Rede virtual de entidade e pesquisadores, que visa promover a integração e ampliação da capacidade instalada de pesquisa em energia e ambiente no Estado da Bahia, de maneira a atender às principais demandas do setor produtivo e às questões energéticas e ambientais nele envolvidas, atuando na cadeia produtiva do petróleo, gás com ênfase em campos maduros e sistemas energéticos, especialmente para biocombustíveis e energias renováveis.

Antecedentes do biodiesel na Bahia

Além do que foi desenvolvido no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – CEPED, ainda na década

A planta piloto de biodiesel

A Universidade Federal da Bahia (UFBA), através de grupos de pesquisa localizados no Instituto de

Química e na Escola Politécnica, atuando na cadeia produtiva do biodiesel, apresenta em seu conjunto experiência prévia consolidada na preparação de biodiesel através de reações de transesterificação em escala de bancada e de planta piloto; na análise de espécies químicas orgânicas e inorgânicas nas fases líquida, gasosa e aerossol; em síntese orgânica, no estudo de reações químicas em fase gasosa e na caracterização de emissões veiculares. Dessa forma, a Universidade contribuirá no *scale up* das novas rotas desenvolvidas para: a preparação de biodiesel, os testes dos combustíveis e misturas em motores estacionários e veiculares, a avaliação dos desgastes de motores e seus componentes, o estudo de reações fotoquímicas envolvendo gases de emissões veiculares, as análises e especificações de matérias-primas, combustíveis misturas e co-produtos, atuando na busca de novas aplicações para a glicerina.

A Planta Piloto foi financiada pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, com o apoio da Nordeste Generation. Foi aprovada e visa projetar, dimensionar, operar uma planta otimizada, em escala piloto, para produção de biodiesel a partir de gorduras residuais (OGR) e/ou óleos vegetais *in natura*, particularmente óleo de dendê, mamona, pinhão manso, soja, algodão, girassol etc., com capacidade de até 5.000.000 litro por ano, podendo ser ampliada.

Figura 2

Vista Parcial da Planta Piloto de Biodiesel – UFBA (cap. 5.000.000 litro/ano)



Também foi montado um Laboratório de Emissões Veiculares, com o apoio da FINEP/FAPESB, que dará o suporte necessário para os testes com os motores. O Laboratório deverá: avaliar o desempenho do biodiesel puro e em misturas de diferentes proporções em motores ciclo diesel em bancada dinamométrica; determinar as curvas de potência versus consumo de combustível, de torque e de consumo específico; comparar os níveis de emissões atmosféricas para os poluentes regulamentados (CO, CO₂, NO_x e HC) e particulados com os do diesel convencional; realizar testes de emissões não regulamentadas – aldeídos, polícíclicos aromáticos, combustíveis de referência (diesel); realizar testes de campo de longa duração em motores de frota cativa; monitorar o desempenho, o consumo, a manutenção e o desgaste das peças do motor; efetuar estudo financeiro e econômico da produção de biodiesel e do seu ciclo de vida; desenvolver estudos sobre biodegradabilidade e biorremediação do biodiesel em ambientes aquáticos e em solo; estudar métodos de purificação do biodiesel em escala piloto, a produção em planta contínua de éteres metílicos e etílicos de ácidos graxos, a glicerina e a torta para geração de energia térmica ou elétrica, dentre outras atividades envolvendo a cadeia produtiva do biodiesel.

Processamento do biodiesel

As principais etapas do processamento da planta piloto de biodiesel são relacionadas a seguir.

Tratamento da matéria-prima (mamona, OGR, soja e etc): O processo inicia-se com a recepção da matéria-prima, que é estocada no tanque e bombeada, passando por uma peneira ou filtro (F) para a eliminação dos materiais em suspensão de maior granulometria.

A seguir, é conduzida para o decantador (DC), onde são separados os finos em suspensão que não possam ser retidos na peneira. Essa etapa é fundamental para a eliminação de insaponificáveis. Em seguida é realizado o controle (C) da matéria-prima para determinação de acidez e, logo depois, o bombeamento para o tanque (TCA) para correção de acidez. Após o controle da acidez, o óleo neutralizado é bombeado para o tanque de estocagem de

matéria-prima (MP), onde aguarda o início da transesterificação.

Tratamento do álcool: O álcool recebido, guardando as condições de segurança exigidas, também é estocado num tanque (E-álcool), passa pelo controle de umidade (C) e segue para a secagem, onde é desidratado. Depois, segue para o tanque de matéria-prima reacional (MP- álcool).

Preparo e dosagem da solução alcalina: O álcool é transferido quantitativamente para um misturador (TMA) onde também é adicionado o KOH, para formar o alcoolato. A mistura reacional é analisada quanto ao conteúdo de água (C) e pode entrar novamente na secagem, sempre que o teor de água produzido na reação for alto. A solução de alcoolato, homogeneizada e seca, é dosada e novamente transferida para o reator.

Transesterificação: A matéria-prima e o alcoolato-MP são dosados e bombeados para o reator onde é processada a reação de produção do Biodiesel. Deve ser feito um controle (C) para verificar o avanço da reação e a qualidade do produto final.

Separação dos produtos: Após verificação do fim da reação, a mistura reacional é transferida para o decantador/deparador. Após a separação das fases, são produzidos biodiesel e glicerina.

Produto final específico: O biodiesel, fração superior da fase anterior, é então transferido para o reservatório de estocagem. Pode ser transferido para um caminhão e comercializado ou utilizado nos motores de testes do Laboratório de Energia e Gás. A glicerina também é estocada para posterior comercialização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Grupo de Biodiesel da UFBA atua de forma sinérgica em toda a cadeia produtiva, de modo a potencializar os resultados e diminuir os custos envolvidos nas pesquisas e desenvolvimento de recursos humanos para o setor.

Atualmente, são mais de 50 pessoas da UFBA envolvidas no projeto, relacionando professores pesquisadores, técnicos e alunos de graduação, mestrado e doutorado.

Deve-se salientar a criação do Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente – envolvendo as competências do Instituto de Química, Instituto de Geociências, Instituto de Física e a Escola Politécnica – e o lançamento do curso de doutorado, que potencializou as ações e os recursos financeiros e materiais para as questões associadas aos biocombustíveis.

O Governo do Estado da Bahia, através da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI), vem envidando esforços fundamentais para a consolidação da cadeia produtiva do Biodiesel, com apoio financeiro operado pela FAPESB – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia. O Ministério de Ciência e Tecnologia, através da FINEP – Financiamento de Estudos e Projetos, e o CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico financiam os projetos para o desenvolvimento científico e tecnológico e as bolsas para a formação de recursos humanos qualificados. Ressaltamos também a criação da Rede Baiana de Biodiesel e do Instituto de Energia e Ambiente, atores importantes dentro do elo produtivo.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, P. Q. R. *Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação*. Piracicaba: USP, 2005.
- BOIODIESEL- ETANOL. Disponível em: www.admworld.com/lapo/fuels/petroleum.asp. Acesso em: 15 maio 2006.
- BIODIESEL. Disponível em: www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/brasil-e-alemanha-estreitam-lacos-em-biocombustiveis-16-02-06.htm. Acesso em: 15 maio 2006.
- CARRARETO C.; *et al.* Biodiesel as alternative fuel: experimental analysis and energetic evaluations. *Energy*, n. 23, 2004.
- CARVALHO, A. P. B., *et al.* Determinação de compostos carbonílicos (C1-C8) em fase gasosa emitidos de motor usando diesel e biodiesel de óleo de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SBQ, 28., 2005, Poços de Caldas. *Anais...Poços de Caldas*: SBQ, 2005.
- CONSELHO NACIONAL DE DEFESA AMBIENTAL. Disponível em: www.cnda.org.br. Acesso em: 16 maio 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 16 maio 2006.
- DORADO M. P. *et al.* Exhaust emissions from a diesel engine fueled with transesterified waste olive oil. *Fuel*, n. 82, 2003.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em: 17 maio 2006.
- FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja — taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. *Química Nova*, v. 28, n. 1, São Paulo, jan./fev. 2005.
- FRIEDRICH, L. A.; TORRES, E. A.; QUINTELLA, C. M. *Análise de materiais poliméricos expostos ao biodiesel em condições normais de temperatura e pressão através de tensão interfacial dinâmica (PLF-FI)*. In: REUNIÃO ANUAL DA SBQ, 28., 2005, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: SBQ, 2005.
- KALAN, M. A.; MUSJUKI. Biodiesel from palm oil — an analysis of its properties and potential. *Biomassa & Energy*, n. 23, 2003.
- OBREGÓN, C. L.; TORRES, E. A. *Produção de biodiesel através da transesterificação enzimática: uma alternativa auto-sustentável*. [Salvador]: Laboratório de Energia (LEN), UFBA, 2003.
- PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Unigráfica, 2003.
- PEIXOTO, B. L.; ROCHA, R. S.; TORRES, E. A., Simulação de uma planta de cogeração operando com gás natural. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA MECÂNICA, 12, 2005, Ilha Solteira, SP. *Anais...* Ilha Solteira, SP: UNESP, 2005.
- PINTO, A. C.; *et al.* Biodiesel: an overview. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Brazil, v. 16, n. 6B, p. 1313-1330, 2005.
- ROSSI, P. R. C. N.; *et al.* Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova*, v. 23, n. 4, São Paulo, jul./ago. 2000.
- SANTOS, D. C.; *et al.* Comparação de desempenho de um motor monocilindro do ciclo diesel operando com diesel de biodiesel (b100). In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA MECÂNICA, 12, 2005, Ilha Solteira, SP. *Anais...* Ilha Solteira, SP: UNESP, 2005.
- SANTOS, F. V.; OBREGÓN, C. L.; TORRES, E. A. Pré-tratamento ácido do óleo de dendê (*elaeis guinensis*) in natura na produção de biodiesel. In: 28a. REUNIÃO ANUAL DA SBQ, 28, 2005, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas, 2005.
- SILVA, F. N.; PRATA, S. TEIXEIRA, J. R. Technical feasibility assessment of oleic sunflower methyl ester utilization in Diesel bus engines. *Energy, Conversion & Management*, n. 44, 2003.
- TORRES, E. A.; *et al.* Ensaio de motores estacionários do ciclo diesel utilizando óleo diesel e biodiesel (B100). In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2006, Campinas. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2006.

Biodiesel: uma nova realidade energética no Brasil

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

Resumo

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

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

Abstract

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

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

BIODIESEL: conceituação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fontes de matéria-prima

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

Tabela 1

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

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

Fonte: Adaptado de Kucek (2004).

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

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

Tabela 2

Rendimento anual em óleos vegetais brutos de algumas culturas oleaginosas

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

Fonte: Adaptado de Lopes (1982).

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

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

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

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

Aspectos tecnológicos

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

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

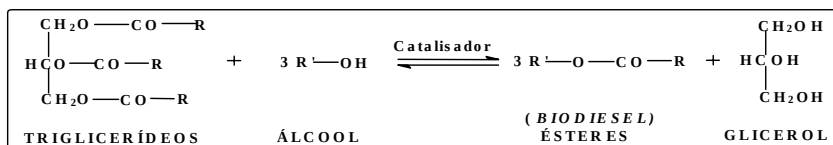
obtenção de um biodiesel que atenda às especificações de qualidade são necessárias etapas de purificação para eliminação de sabões, triglicerídeos não reagidos, catalisador residual e glicerina livre.

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

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

Figura 1

Equação geral para uma reação de transesterificação



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

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

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

PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL – PNPB

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

Decreto Presidencial – 23 de dezembro de 2003;
Nomeação dos Membros – 19 de janeiro de 2004;
Primeira Reunião da Comissão – 6 de fevereiro de 2004;

Aprovação do Plano de Trabalho – 30 de março de 2004;

Lançamento Oficial do Programa – 6 de dezembro de 2004;

Lançamento do Portal do Biodiesel (www.biodiesel.gov.br) e da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel – 29 e 30 de março de 2005.

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

Marco regulatório

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabela 3
Níveis de redução do PIS/PASEP/COFINS

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

Fonte: dados da pesquisa.

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

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

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

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

- adquirir percentual mínimo de matéria-prima definido de acordo com o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA);
 - realizar contratos com agricultores familiares especificando condições de comercialização, garantindo renda e prazos compatíveis com a atividade, conforme requisitos estabelecidos pelo MDA;
 - assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.
- Sob tais condições, o produtor de biodiesel poderá utilizar o selo “Combustível Social” objetivando:
- usufruir de políticas públicas específicas voltadas para a promoção da produção de combustíveis renováveis com inclusão social e desenvolvimento regional;
 - promover a comercialização da produção.

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

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

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

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

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

Tabela 4

Modelo tributário para diesel e biodiesel

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

Unidades de produção

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

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

BIODIESEL NA BAHIA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

teira do estado.

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

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

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

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

Tabela 5

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

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

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

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

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

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

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

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

Biodiesel na UESC

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

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

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

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

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

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

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

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

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

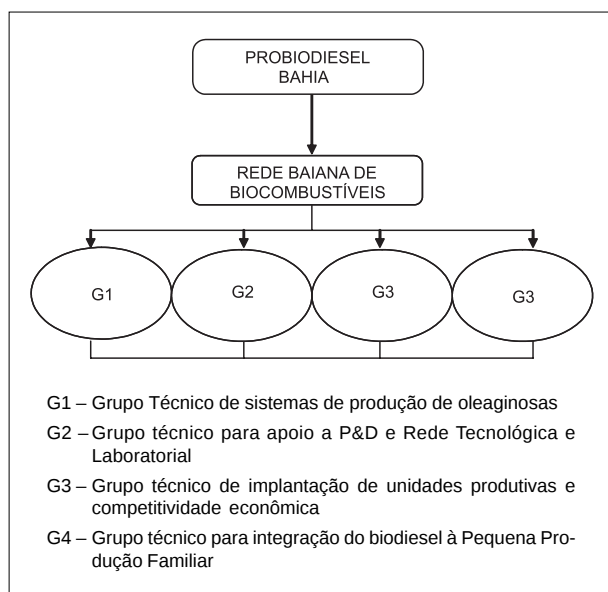
de biodiesel e verificação da conformidade dos resultados com a especificação ANP, Portaria nº 255, de 15/09/2003, modificada em 2004 (RANP 42/2004). As amostras foram analisadas em três laboratórios: Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), sob a coordenação da ANP. Essas análises mostraram que o biodiesel produzido na planta piloto da UESC, usando OGR e metanol como matérias-primas e hidróxido de potássio como catalisador, atendeu à maioria dos itens constantes na portaria, à exceção do ponto de fulgor, resíduo de carbono e teor de potássio. Esses resultados mostram que devem ser feitas pequenas modificações técnicas na planta piloto da UESC para que o biodiesel atenda plenamente às

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

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

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

Figura 2
Estrutura organizacional do Probiodiesel Bahia



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

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

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

REFERÊNCIAS

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

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 04 abril 2005.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Viabilidade do biodiesel de dendê para a agricultura familiar¹

Vitor de Athayde Couto,* Alynson dos Santos Rocha,** Edna Maria da Silva***
Graciela Pereira dos Santos,**** Guilherme Cerqueira Martins e Souza****
Leonardo Mota Baptista,**** Maciene Mendes da Silva****
Marcus Vinicius Abreu Gusmão,**** Paulo Henrique C e Silva****
Rosana V Santos,**** Washington Luiz S N Dias****

Resumo

O biodiesel, como alternativa de combustível, apresenta, além de vantagens ambientais e socioeconômicas, a capacidade de promover a diversidade das culturas utilizadas como matérias-primas, beneficiando, sobretudo, a agricultura familiar. A inserção do biodiesel pode significar o desenvolvimento econômico de regiões como o Semi-Árido nordestino, áreas de extrativismo na região Norte do país e do Litoral Sul da Bahia. Considera-se, nesse processo, as relações entre os agentes das cadeias produtivas locais, para compreender os impactos gerados. Neste artigo, pretende-se, a partir do estudo de caso na comunidade Cajaíba, em Valença, Baixo Sul da Bahia, observar a viabilidade econômica do biodiesel de dendê no âmbito do Programa Nacional da Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Utilizando-se a metodologia Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários, verifica-se que o dendê nem sempre proporciona as maiores rendas aos produtores, porém é viável economicamente enquanto matéria-prima para a indústria processadora do biodiesel. Observe-se ainda que os agricultores familiares em Cajaíba destinam grandes parcelas do dendê ao beneficiamento de óleo para a indústria de alimentos. Sendo assim, a inserção dos agricultores no ciclo produtivo do biodiesel pode significar a desarticulação dessas ligações, com a criação de novas relações e novos agentes, como grandes compradores e empresas processadoras de dendê.

Palavras-chave: biodiesel, dendê, PNPB, Valença, agricultura familiar.

Abstract

Biodiesel, as an alternative fuel, presents, besides environmental and social-economics advantages, the capacity to promote the diversity of cultures used as raw materials, benefiting, overall, the family farming. The insertion of biodiesel may mean economic development in regions such as the Semiarid Northeast, extractivism areas in the Brazilian Northern Region, and the South Coast of Bahia. In this process, the relations between local production chains agents are considered, to understand the impacts generated. Considering the case studies from the communities of Cajaíba, Valença, and South of Bahia, this paper intends to observe the economic feasibility of palm oil biodiesel within the National Program of Biodiesel Use and Production (PNPB). Utilizing the Agrarian System Analysis and Diagnosis methodology, we observe that palm oil doesn't always provide the highest income for the producers, however it is economic feasible as raw material for the biodiesel processing industry. We can also observe that family farmers in Cajaíba send big amounts of palm oil to be processed for the food industry. Therefore, the insertion of producers in the biodiesel productive cycle may break these connections, with the creation of new relations and new agents, such as big purchasers and palm oil processing companies.

Key words: biodiesel, palm oil, PNPB, Valença, family farming.

¹ Este artigo é um subproduto do relatório técnico elaborado pelos alunos da disciplina Economia Agrária do curso de graduação em Ciências Econômicas da UFBA, semestre 2006.1. (*) Colaboraram: Alynson dos Santos Rocha e Edna Maria da Silva.

* Professor Doutor (Titular da UFBA). vitor@ufba.br

** Mestrado em Economia pela UFBA. alynson@sei.ba.gov.br

*** Estudante de mestrado em Economia da UFBA. ednasilv@hotmail.com

**** Estudantes de graduação de Economia da UFBA. graciela.p@gmail.com; guilhermecmsouza@yahoo.com.br; leomotabaptista@hotmail.com; macienem@yahoo.com.br; mgusmão@gmail.com; paulo_eco_ufba@yahoo.com.br; rosanavieira@oi.com.br; wdias.afro@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O biodiesel, como fonte alternativa de combustível, apresenta vantagens ambientais (menor emissão de poluentes no uso em motores a explosão), econômicas e sociais ao promover a diversidade de culturas utilizadas como matérias-primas, beneficiando, sobretudo, a agricultura familiar. Com base na exploração das oleaginosas vegetais (soja, mamona, babau e dendê, por exemplo), a gradual inserção do biodiesel pode significar um passo importante no desenvolvimento econômico de regiões como o Semi-Árido nordestino, áreas de extrativismo vegetal na região Norte e o Litoral Sul da Bahia, produtoras de algumas das principais fontes de matéria-prima.

Especificamente para a Bahia, a lavoura de dendê desponta com significativo potencial para a produção do biodiesel, uma vez que as condições edafoclimáticas permitem o desenvolvimento dos cultivos, particularmente no Baixo Sul do estado. Some-se ao fato de se constituir em nova alternativa econômica para os produtores locais, uma vez que a cadeia produtiva do dendê está estreitamente voltada à produção de óleo para a indústria alimentícia. Nesse contexto, o Programa Nacional da Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) – iniciativa do Governo Federal cujo objetivo é implementar a produção e uso do biodiesel, ao mesmo tempo em que promove a inclusão social e o desenvolvimento regional – deve considerar amplamente a organização dos agentes, as técnicas utilizadas pelos produtores primários, a importância da lavoura de dendê nas unidades produtivas e os preços praticados. A assertiva se faz necessária uma vez que a produção de biodiesel pode-se configurar em fator de desagregação das relações entre os agentes locais ao criar, por exemplo, grandes compradores de matéria-prima para satisfazer a demanda originada com o processo de produção do óleo combustível. Esse aspecto pode gerar a dispensa de parcelas da mão-de-obra ocupada na produção tradicional do óleo de dendê para a produção de alimentos.

Neste artigo, analisam-se essas questões, verificando a viabilidade econômica do dendê para o biodiesel. Pretende-se, a partir do estudo de caso na comunidade de Cajaíba (realizado em maio de 2006), em Valença, região Baixo Sul da Bahia, observar os possíveis impactos do PNPB sobre a cadeia produtiva

local do dendê. Para isso, identifica-se como a lavoura de dendê está articulada aos demais cultivos e criações e sistemas de transformação nas unidades produtivas, e verifica-se a composição da renda dos agricultores, classificada como sendo agrícola e não-agrícola, de acordo com as atividades desenvolvidas. Utiliza-se a metodologia Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários, com a qual se elabora a tipologia dos produtores, identificando-se os mais característicos de cada grupo homogêneo de sistemas de produção (subdivididos em sistemas de criação, de cultivo e de transformação), verificando-se os diferentes níveis de integração (interna e com o mercado). Em seguida faz-se a análise econômica de sistemas de produção, especificamente através dos custos de produção, considerando-se também as atividades não-agrícolas e sua importância para os agricultores.

Com as informações recolhidas em campo pode-se afirmar que, nos sistemas de produção visitados (todos diversificados), o dendê nem sempre proporciona os melhores resultados na composição da renda dos produtores, mas é viável economicamente. A análise dos custos revela ser o dendê viável enquanto matéria-prima (cachos) para as indústrias da cadeia do biodiesel. Todavia, observaram-se alguns entraves: não agregação de valor; queda da produtividade da lavoura, devido à ultrapassada vida útil dos dendezeiros, ocasionando baixa produtividade; produtores de pequena escala sem poder expandir a área produtiva; existência de alternativas mais lucrativas, como o dendê para fins culinários, entre outros fatores. Conclui-se ser necessária uma política de incentivo para os agricultores familiares superarem esses entraves.

BIODIESEL: expectativas para o meio rural brasileiro

A crescente preocupação com o uso de fontes alternativas de energia – que reduzam a dependência em relação ao petróleo – configura-se em estímulo à pesquisa e ao desenvolvimento especialmente de novos combustíveis para veículos com motores de combustão interna. No Brasil, por força das crises do petróleo nos anos 1970, põe-se em prática iniciativas como o PROÁLCOOL e consoli-

dam-se os estudos para a utilização de combustíveis a base das chamadas oleaginosas vegetais. Nos primeiros anos do século XXI, freqüentes interrupções de fornecimento de petróleo (conflitos nos principais países fornecedores, especulação com os preços da *commoditie*, etc.) reanimam o debate em torno da gradual substituição ao petróleo, considerando aspectos técnicos e econômicos. O que distingue essa nova fase de pesquisas é a maior atenção aos aspectos ambientais – o substituto não pode gerar poluição nos níveis que a queima de derivados de petróleo produz – e aos aspectos sociais – como a geração de empresas e desenvolvimento para as regiões produtoras das matérias-primas.

O biodiesel desponta como capaz de reunir muitas qualidades desejáveis a um substituto do petróleo. Nome genérico dado ao óleo produzido a partir de fontes biológicas renováveis, o biodiesel substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo nos motores ciclodiesel automotivos (de caminhões, tratores, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.). O biodiesel como alternativa de combustível surge na seqüência dos debates em torno do desenvolvimento sustentável: sua produção possui vantagens de caráter ambiental, pois, produzido a partir de oleaginosas vegetais, gorduras animais e até pela reutilização de óleos de cozinha, reduz as emissões de poluentes para a atmosfera durante o processo de queima nos motores.

No âmbito econômico, a expectativa é que, com a autorização, em 2005, da mistura de 2% (o chamado B2) de biodiesel ao diesel comum – elevando-se gradativamente esse percentual para 5% até 2013 – reduza-se a dependência das importações brasileiras de diesel. Conseqüentemente, economizam-se divisas: com o B2 já se prevê uma substituição de 760 milhões de m³ por ano; com a mistura de 10% de biodiesel ao diesel, o país deixa de importar diesel (PORTAL..., 2006). No que diz respeito ao aspecto social, a expectativa é de geração de ocupações em toda a cadeia produtiva do biodiesel, desde o cultivo da matéria-prima (quando se tratar de oleaginosas vegetais) até a produção industrial. A possibilidade de geração de ocupações surge como forma de inclusão e crescimento socioeconômico, particularmente para a agricultura, e, dentro desta, da agricultura familiar. Espera-se que, com o

B2, gerem-se aproximadamente 200 mil ocupações diretas e indiretas (PORTAL..., 2006).

Com esses objetivos implanta-se, a partir de 2004, o Programa Nacional da Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O PNPB é um programa interministerial do Governo Federal² que tem como objetivo a implementação, de forma sustentável – tanto técnica como economicamente – da produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. Voltam-se as atenções para a agricultura familiar, uma vez que tem grande potencial para o fornecimento da matéria-prima privilegiada para o biodiesel. Isso por que, tecnicamente, produz-se óleo de quaisquer das oleaginosas citadas: soja, mamona, babaçu e dendê, por exemplo. A escolha de uma delas como principal matéria-prima na produção do óleo combustível significa também indicar a direção das medidas de crescimento econômico. Assim, no caso da soja percebe-se o interesse voltado aos grandes empresários do agronegócio dos cerrados nacionais; no caso da mamona, para áreas do Semi-árido nordestino; no caso do babaçu e do dendê, para áreas de extrativismo vegetal no Norte e meio Norte (mota de cocais) e litorâneas, como o Baixo Sul da Bahia.

Como estímulo à produção de biodiesel, particularmente pela agricultura familiar, o PNPB utiliza mecanismos diretos e indiretos. De forma direta tem-se o acesso à linha de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), por meio de instituições bancárias. De maneira indireta tem-se o Selo Combustível Social, um conjunto de medidas específicas visando a inclusão social ao longo das etapas das cadeias produtivas. O selo é concedido às empresas que adquirirem matéria-prima de produtores familiares, garantindo-lhes a compra a preços pré-estabelecidos,

² O PNPB foi inaugurado oficialmente em 06 de dezembro de 2004, e é composto pela Comissão Executiva formada pelos órgãos: Casa Civil da Presidência da República; Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica da Presidência da República; Ministério da Fazenda; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério do Trabalho e Emprego; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Ministério de Minas e Energia; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério da Integração Nacional; Ministério das Cidades; Agência Nacional do Petróleo – ANP; Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.

bem como assistência técnica às lavouras. As empresas, em contrapartida, ao obterem o selo, têm tratamento tributário diferenciado.

Apesar da expectativa positiva quanto à incorporação do biodiesel ao cenário produtivo do meio rural brasileiro, algumas questões emergem do debate sobre os reais impactos para a agricultura familiar e, conseqüentemente, para as regiões produtoras de matérias-primas. É de amplo conhecimento que, no caso do PROÁLCOOL, assistem-se a um processo de concentração de terras e criação de grandes grupos de produtores e de indústrias processadoras (usineiros). Teme-se que, com o biodiesel, aconteça processo semelhante (grandes grupos, monoculturas, concentração fundiária).

Em 2006, realiza-se o primeiro leilão para aquisição de óleo no âmbito do PNPB. Uma das empresas participantes, localizada no estado do Pará, e que já possui o Selo Combustível Social, compra dos agricultores a matéria-prima *in natura* (os frutos em cachos inteiros de dendê) por R\$ 102,50 a tonelada de cacho fresco. No mercado internacional, esse preço é praticado em um patamar aproximadamente dez vezes maior.³ Diante disto, à agricultura familiar, foco do Programa, compete somente o fornecimento de matéria-prima *in natura*, nível mais baixo de agregação de valor na cadeia produtiva.

Nas áreas de exploração através do extrativismo essa situação adquire contornos mais complexos. Para a lavoura de dendê na Bahia, por exemplo, os agricultores familiares, em sua maioria, exploram o extrativismo de dendezeiros subespontâneos, em pequenas escalas, que possuem a vida útil avançada, com poucos tratos culturais e baixa produtividade. Some-se à falta de recursos dos agricultores para expansão das áreas produtivas para atender a escala necessária ao biodiesel e alternativas (até então) mais lucrativas, como o dendê para fins culinários. Considerando-se todos esses aspectos, a análise da cadeia produtiva da matéria-prima (nesse caso, do dendê), das articulações entre os agentes e entre estes e o mercado

local/regional se faz necessária como elemento para atestar a viabilidade econômica do óleo combustível para uma determinada região. Outros aspectos, como os impactos sociais e ambientais, também são considerados, uma vez que são reconhecidos pelo PNPB como objetivos paralelos a serem alcançados com o biodiesel.

BIODIESEL DE DENDÊ: análise a partir da comunidade de Cajaíba, Valença (Bahia)

Valença, município localizado na região Baixo Sul da Bahia, tem uma população de 77.509 habitantes ocupando uma área de 1.190 km² (IBGE, 2000); é formada por cinco distritos, além de inúmeras comunidades rurais, entre elas Cajaíba. O relevo do município é bastante acidentado, caracterizado pela existência de planícies marinhas e fluviomarinhas, tabuleiros interioranos, tabuleiros pré-litorâneos e serras marginais. O clima é úmido, apresentando temperatura média anual de 25°C. As precipitações pluviométricas registradas apresentam uma amplitude variável entre 1600 e 2400 mm, com período chuvoso entre abril e junho, sendo raros, entretanto, os meses secos (VALENÇA, 2006).

As condições edafoclimáticas proporcionam grande diversidade agrícola local, como: banana, borracha, cacau, café, coco, guaraná, laranja, mamão, maracujá, pimenta-do-reino e dendê (lavouras permanentes); abacaxi, cana-de-açúcar, feijão, mandioca e milho (lavouras temporárias). Na pecuária destacam-se: bovinos, suínos, eqüinos, asininos, muares, aves e caprinos. Dentre as lavouras permanentes, o dendê é aquela que apresenta a maior área plantada/colhida, com 9.940 ha, e a maior produção, 39.760 toneladas, em 2003 (IBGE, 2003). Sintetizando-se as informações gerais da região, confirmam-se as informações de Couto (2005, p. 5), que caracteriza o Sistema Agrário⁴ local como sendo

³ Os preços do dendê são pagos com base na cotação internacional do *palm oil*, acertado em 10% da cotação Rotterdam do óleo por tonelada de cacho fresco (inteiro). A média desta cotação para 2005 foi de US\$ 422,00/ton; com a cotação média do dólar para 2005 em R\$ 2,43 (Banco Central), o valor do *palm oil* seria igual a R\$ 1.025,46/ton.

⁴ O Sistema Agrário é "[...] um modo de exploração do meio historicamente constituído, um sistema de forças de produção, um sistema técnico adaptado às condições bioclimáticas de um espaço determinado, que responde às condições e às necessidades sociais do momento. Um modo de exploração do meio que é o produto específico do trabalho agrícola, utilizando um meio cultivado, resultante das transformações sucessivas sofridas historicamente pelo meio natural (MAZOYER, apud BRASIL 2004c, p. 21).

[...] complexo e bastante diversificado. Influenciado pelo sistema cacauero, onde esta incluída, caracteriza-se pela combinação de atividades extrativistas da Mata Atlântica com policultivos comerciais e de subsistência, além da pesca. Destacam-se como lavouras comerciais importantes: cacau, coco, borracha, dendê, banana, e mandioca. Transformações recentes revelam a introdução de inovações e de novas culturas vegetais e animais a exemplo de abacaxi, bovinos e suínos (COUTO, 2005).

Itinerário técnico e impactos ambientais da extração de dendê: do pilão à prensa

Para entender como as transformações da cadeia produtiva do dendê repercutem na conformação do atual cenário a ser considerado para a produção de biodiesel, é preciso conhecer as noções da chamada Teoria do Progresso Técnico. Essa teoria busca explicar o desenvolvimento tecnológico através da noção de paradigma. Dessa forma, as transformações econômicas, sociais, bem como as mudanças técnicas ocorridas ao longo do tempo, representam a ruptura de um ciclo, ou o abandono de uma determinada trajetória tecnológica, para surgimento de outra mais *moderna*. Segundo a teoria, paradigma “é um conjunto de princípios que formam uma metodologia para resolver um problema e que ajudam a resolver problemas semelhantes que se apresentam” (JETIN, 1996, p.7). A partir do momento em que essa metodologia não resolve mais o problema, além de outros que surgirem a partir deste, são necessários diferentes conhecimentos, novas técnicas, inovações. A inovação é o processo de ruptura de um paradigma, o produto criado a partir do esgotamento daquele.

Estabelecendo-se um novo paradigma, vários caminhos podem ser percorridos, de modo que não se esgotem os seus pressupostos. Esses caminhos são denominados trajetórias tecnológicas, que, embora não rompam o paradigma, compreendem uma nova descoberta fundamentada nos mesmos princípios formadores do paradigma; trata-se aí de uma inovação incremental. Mas, se ocorre o esgotamento do conjunto de conhecimentos, tem-se uma inovação radical; e o paradigma agora ultrapassado deixa em seu tempo conceitos, produtos, processos, características de uma era, de uma idade, chamados de idade tecnológica.

É de se esperar que uma inovação radical surja [...] como uma mudança significativa na base do conhecimento científico e tecnológico, provocando ruptura no velho paradigma. Já as pequenas inovações que se fazem num mesmo paradigma, ao longo de uma trajetória, são inovações incrementais. Elas são importantes para a rentabilidade da empresa, mas não têm o significado de uma inovação radical. (COUTO FILHO. *et al.* 2004, p. 53).

Então, pode-se relacionar, a partir dessas idéias, a Teoria do Progresso Técnico às inovações incrementais e radicais encontradas na produção do óleo de dendê na Comunidade Cajaíba, bem como aos impactos ambientais resultantes. Nessa comunidade, a extração do óleo de dendê começa antes mesmo do século XX, conforme entrevistas realizadas em campo. Essa extração era realizada através de pilões (instrumentos artesanais, almofarizes), e causava tênue impacto sobre o meio ambiente por ser destinada, praticamente, ao autoconsumo.

Uma inovação radical ocorre nesse processo com a invenção do rodão, instrumento movido a tração animal que consiste em uma roda feita de pedra ou cimento que gira sobre um círculo cavado no chão, onde o peso da roda esmaga os frutos de dendê. Enquanto que utilizando os pilões as quantidades de óleo são menores e o tempo exigido maior, com o rodão a quantidade extraída é significativamente maior, sendo que o tempo gasto para o trabalho diminui. No entanto, o crescimento da produção passa a demandar maior quantidade de lenha para os fornos de cozimento, aumentando os desmatamentos e volumes de resíduos depositados nos manguezais.

A partir da difusão do motor a explosão (meados do século XX), abandona-se o rodão com tração animal nas unidades de beneficiamento⁵. Em seu lugar introduz-se o macerador movido a diesel, desenvolvido em meados do século passado, que consiste num tubo metálico onde existe uma espécie de centrífuga que esmaga o fruto de dendê de forma mais homogênea e mais eficiente do que o rodão. O ma-

⁵ Encontram-se relatos do uso do rodão de tração animal em municípios próximos a Valença, porém, durante a pesquisa de campo, na comunidade de Cajaíba não se verifica rodão deste tipo. Porém, qualquer unidade de beneficiamento de dendê, da mais simples à mais complexa, é ainda chamada pelos produtores de rodão. Assim, a partir deste ponto do texto a unidade produtiva de óleo de dendê é grafada como Rodão (com R maiúsculo), enquanto que rodão (r minúsculo) remete ao instrumento tradicional utilizado durante os primeiros estágios de desenvolvimento da produção de óleo de dendê local.

cerador movido a diesel foi uma inovação tecnológica radical. Mais uma vez se observa o aumento da produtividade nas unidades de beneficiamento, associada à redução da mão-de-obra empregada (a ocupação gerada pelo manuseio dos animais nos rodões se extingue).

Continua-se utilizando lenha, mas a dificuldade de encontrar madeira em locais próximos e a crescente fiscalização de órgãos federais e/ou estaduais⁶ resulta na adoção, pelos agricultores, dos resíduos do dendê (bucha e a nata)⁷ no processo de cozimento dos frutos. A bucha passa a ser utilizada nos fornos como uma alternativa à lenha e como adubação nas lavouras; quanto à nata, devido à regulamentação do Conselho Municipal de Defesa do Meio-Ambiente (que estabelece que os rodões devem implementar filtros para diminuir a quantidade desse resíduo lançada nos cursos de água), transforma-se em bambá, espécie de pasta utilizada como alimento para porcos e galinhas.

Com a eletrificação da comunidade, no início da década de 1970, o macerador a diesel foi adaptado para o motor movido a eletricidade, não havendo inovações significativas na sua estrutura; dessa forma tem-se uma inovação incremental. A inovação incremental mais recente encontrada na comunidade é a prensa, máquina semi-industrial que acoplada no macerador permite uma maior homogeneidade na extração do óleo de dendê, diminuindo os resíduos e o emprego da mão-de-obra nas unidades.

No caso particular das idades tecnológicas observadas nas unidades de beneficiamento do dendê na comunidade, verificou-se que a teoria do progresso técnico ajuda a compreender as transformações ocorridas. Na medida em que ocorrem as sucessões dos paradigmas técnicos, revela-se aumento na in-

tensidade de tecnologia, o que corresponde a aumento da produtividade, dos impactos ambientais, bem como uma redução na intensidade do trabalho, abordada na próxima seção.

Pode-se encontrar situação em que o trabalho na unidade de beneficiamento do dendê (nos médios produtores) seja desempenhado com utilização de mão-de-obra familiar. Todavia, percebe-se nas unidades de produção visitadas que a utilização dos trabalhadores, não familiares, é fundamental para manter a produção que já está muito integrada ao mercado

Relações de trabalho, produção e produtividade no Rodão

As diversas formas de relação de trabalho encontradas acompanham concomitantemente as idades tecnológicas verificadas no sistema. Essas formas correspondem também ao tamanho relativo das unidades de beneficiamento. As primeiras unidades analisadas são as dos pequenos produtores, caracterizados por possuírem pequena produção de azeite de dendê (até 50 latas por semana),⁸ por estarem em uma faixa de idade

tecnológica em que se usa o macerador elétrico e utilizarem basicamente o trabalho familiar, diaristas, e sistema de meia.⁹

Os produtores médios são caracterizados por apresentarem produção próxima de 150 latas de óleo de dendê por semana. Quanto à idade tecnológica, não chegam a diferenciar-se dos pequenos produtores, pois possuem estrutura baseada, também, na utilização do macerador elétrico. A diferença se verifica em termos quantitativos, pois existe uma distinta capacidade produtiva responsável por um aumento de até 200% na produção semanal de latas de dendê – de 50 para 150 latas. Nas unidades médias, a própria produção de cachos de dendê não é suficiente para atender à produção do óleo, sendo necessário comprar cachos de dendê de outros produtores. Verifica-se, pois, uma inter-relação no mercado entre aqueles que produzem cachos e aqueles que produzem cachos e óleo.

⁶ Fiscalização de órgãos governamentais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Centro de Recursos Ambientais (CRA).

⁷ Os produtores chamam de bucha o cacho de dendê sem o fruto, e de nata o óleo que não conseguem separar da água.

⁸ A lata utilizada equivale a, aproximadamente, 19 litros.

⁹ Esse sistema é caracterizado pela divisão do que é colhido com quem o colhe. O proprietário contrata um terceiro para se responsabilizar pela colheita; ao final, ao invés de pagá-lo com dinheiro, o pagamento é feito com metade do que é colhido (metade da produção é do proprietário e a outra metade é do meeiro).

Pode-se encontrar situação em que o trabalho na unidade de beneficiamento do dendê (nos médios produtores) seja desempenhado com utilização de mão-de-obra familiar. Todavia, percebe-se nas unidades de produção visitadas que a utilização dos trabalhadores, não familiares, é fundamental para manter a produção que já está muito integrada ao mercado. Nesse caso, verifica-se que as relações de produção são mais próximas de uma forma desenvolvida de divisão do trabalho e o regime de assalariamento já é passível de ser encontrado, mas a principal forma de pagamento dos trabalhadores é feita através de diárias.

Nas unidades grandes (produção de até 300 latas por semana, um aumento de 100% comparando-se com os sistemas médios de produção), a idade tecnológica considerada é dominada pela mecanização da produção, com exceção da colheita (utilização da prensa e de esteiras), e com uma rígida divisão do trabalho. Nas unidades que utilizam a prensa, observa-se desemprego da mão-de-obra feminina em função da extinção da etapa específica da produção do óleo (separação do óleo dos demais resíduos), em que o trabalho é realizado apenas por mulheres.

Um fator importante para a compreensão das relações de trabalho é que a produção de óleo de dendê varia de acordo com a época do ano, sendo o verão o período de pico da produção. Esta situação gera uma sazonalidade na utilização da força de trabalho em todo o Rodão. Por isso, em determinada época do ano uma parcela dos trabalhadores é realocada em diversas atividades para manter suas rendas (cultura de cravo-da-índia, pesca, mariscos, etc.) ou partem para as cidades próximas em busca de emprego. Com esse cenário faz-se a análise econômica dos sistemas de produção encontrados em Cajaíba. Inicia-se pela observação e classificação dos produtores em tipos, de acordo com os elementos mais representativos encontrados. Dentre cada tipo de produtor tem-se um representante típico, do qual são analisadas a composição das rendas e, concomitantemente, a participação do dendê dentro da estrutura

de cada unidade produtiva. Com essas informações torna-se possível inferir a respeito da viabilidade econômica do *biodiesel* de dendê, considerando-se a estrutura da cadeia produtiva local.

Sinteticamente, define-se Sistema de Produção (SP) como sendo o conjunto formado por subsistemas de cultivo (lavouras), subsistemas de criação (animais) e subsistemas de transformação (beneficiamento da matéria-prima) realizados em cada parcela homogênea (área) da unidade produtiva.

Análise econômica dos sistemas de produção na comunidade Cajaíba

Sinteticamente, define-se Sistema de Produção (SP) como sendo o conjunto formado por subsistemas de cultivo (lavouras), subsistemas de criação (animais) e subsistemas de transformação (beneficiamento da matéria-prima) realizados em cada parcela homogênea (área) da unidade produtiva. A observação do SP inicia-se com a leitura de paisagem, entrevistas com infor-

mantes-chave da comunidade, construção de uma pré-tipologia de SP e de produtores, além da tipologia, com a ratificação e/ou retificação das informações durante a pesquisa de campo.

Em Cajaíba, no que se refere à tipologia de produtores, são consideradas características como a propriedade (ou não) de Rodão e sua caracterização, de acordo com a capacidade produtiva do óleo: pequeno, médio e grande. Diante disso, são identificados três tipos característicos de produtores (P1, P2, P3): os que não possuem Rodão; os que possuem Rodão pequeno; os que possuem Rodão médio. As principais características dos três produtores representativos da comunidade são:

P1: proprietário de Rodão pequeno; sem funcionários; não compra dendê; aposentado;

P2: não proprietário de Rodão; sem funcionários; trabalha com meeiro; aposentado;

P3: proprietário de Rodão médio; com funcionários; compra dendê.

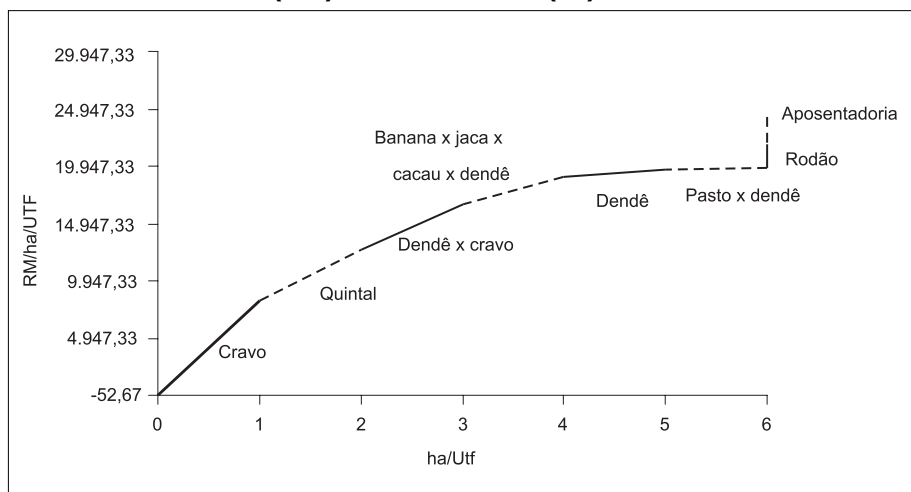
Para os sistemas de produção, utiliza-se o critério do cultivo de dendê aliado à propriedade (ou não) de Rodão. Essa classificação resultou na caracterização dos seguintes tipos de sistemas de produção:

SP1: Quintal; Pasto x dendê; Dendê; Dendê x cravo; Banana x jaca x cacau x dendê; Cravo; Rodão;

no Fluxograma 2, essa unidade produtiva é composta por cinco subsistemas sem nenhuma integração entre si. No subsistema Dendê utiliza-se mão-de-obra de meeiro, que é remunerado com metade do que é colhido. A venda da produção é feita em forma de cacho, o que explica a não integração com os outros subsistemas.

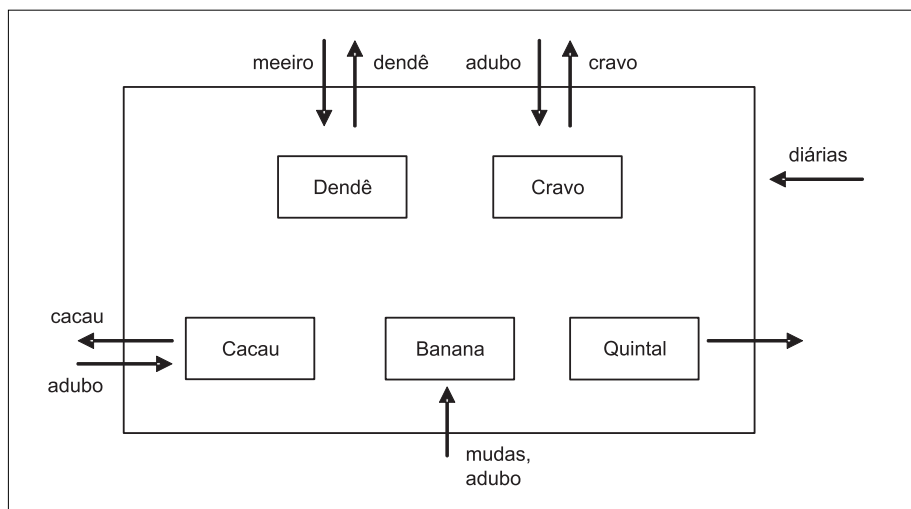
Gráfico 1

Sistema de Produção do Produtor 1 – Renda monetária por Unidade de Trabalho familiar (UTF) e área utilizada (ha)



Fonte: Pesquisa de campo, 2006

Fluxograma 2: Sistema de Produção – SP2



Fonte: Pesquisa de campo, 2006

O subsistema Banana foi implantado em 2005, daí o resultado econômico ser negativo; o produtor adquire mudas e fertilizantes no mercado. No subsis-

tema Cravo vende-se o cravo e utiliza-se a contratação de diarista para colheita. No subsistema Quintal, vende-se cacau, tendo-se ainda maracujá e banana (destinados ao autoconsumo da família).

Constata-se que 69% da renda monetária são originadas no subsistema Cravo, seguindo-se o subsistema Dendê. A produtividade do trabalho (RM/UTF) foi

calculada em R\$ 1.119,72/ano, sendo o cravo e o dendê os mais produtivos. Em termos de retorno por área utilizada (RM/ha), o subsistema Cravo continua sendo o mais rentável, seguido pelo subsistema quintal.

O produtor P3 possui Rodão médio, com produção insuficiente de dendê, tendo que adquirir cachos de outros produtores. Pratica o sistema de produção SP3, em que combina poucas variedades agrícolas, com baixo nível de integração. Trata-se de uma unidade familiar que possui trabalhadores próprios do sistema de processamento (Rodão) e diaristas para a execução das atividades de colheita. Com exceção do dendê (que é utilizado como matéria-prima no Rodão) e do cacau, a produção desse sistema destina-se ao autoconsumo.

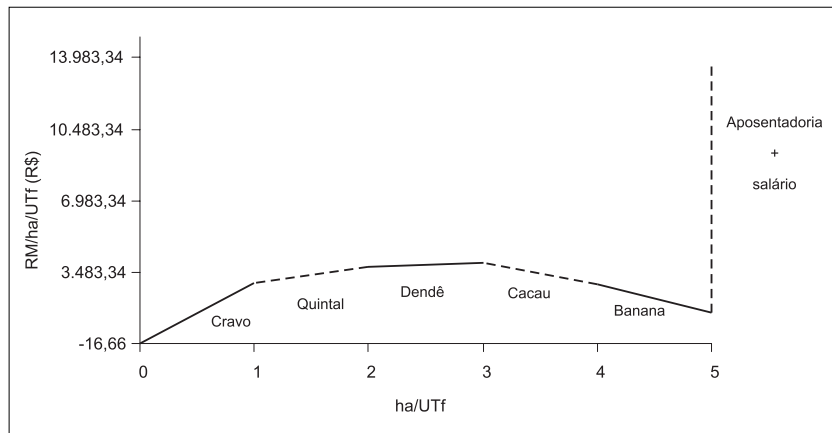
No subsistema Rodão produz-se óleo de dendê (azeite) e como subproduto tem-se o coquilho que, juntamente com o óleo,

também é vendido. Esse subsistema integra-se com os subsistemas Banana x cacau e Quintal, para onde são enviadas as buchas não utilizadas no próprio sub-

sistema. Integra-se ainda com o outro subsistema de processamento, o Sabão, através do óleo sem qualidade para venda direta. O subsistema Sabão só funciona quando sobra óleo que não tem condição de ser vendido como azeite. Sua produção é utilizada para uso da família e para venda.

Gráfico 2

Sistema de Produção do Produtor 2 – Renda monetária por Unidade de Trabalho familiar (UTf) e área utilizada (ha)



Fonte: Pesquisa de campo, 2006

Ao considerar a unidade produtiva como um todo, o P3 auferir uma renda monetária por UTf de R\$ 43.474,33/ano; os subsistemas Rodão, Dendê, e Banana x cacau são os que apresentam maior produtividade. No entanto, é importante frisar que a renda monetária do subsistema Dendê não pode ser considerada, visto que os cachos não são vendidos e entram

como custo intermediário para o Rodão. A renda monetária por área utilizada alcança R\$ 17.685,67/ano, sendo os subsistemas Dendê e Banana x cacau os de maior produtividade. Esse indicador não é considerado para os subsistemas de processamento, pois a produtividade dos mesmos não está necessariamente relacionada com a área utilizada.

O subsistema Banana x cacau é o que aparece como o mais intensivo, conforme inclinação da curva no Gráfico 3. O subsistema Rodão é o que auferir maior renda

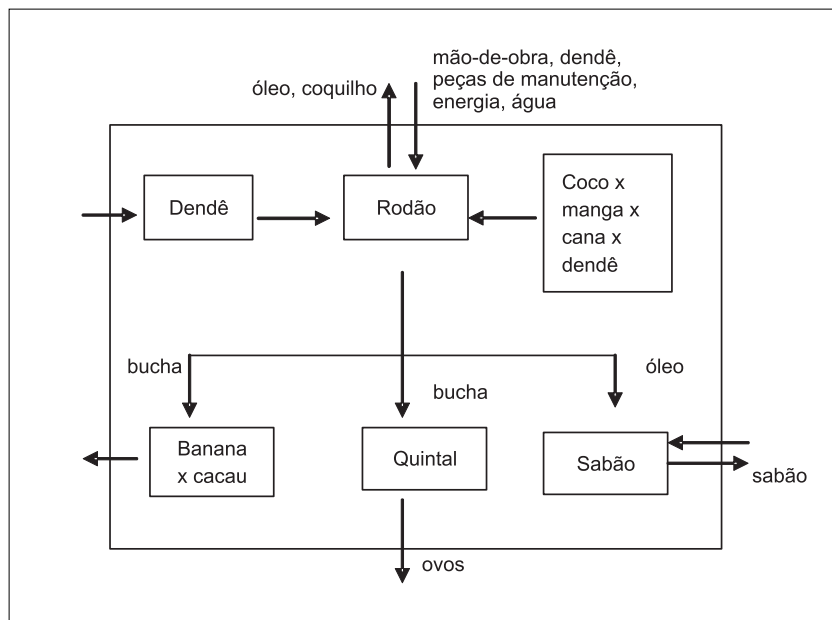
monetária anual (R\$ 97.605,73), representando mais de 89% da renda monetária de todo o sistema de produção, o que demonstra sua importância para o produtor. No entanto, é importante ressaltar que é a venda

do coquilha que financia o Rodão, sem o que esse subsistema apresentaria prejuízo.

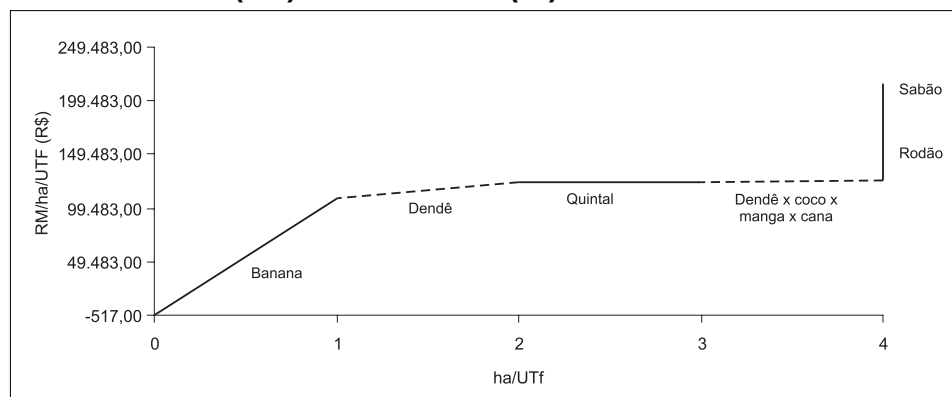
De modo geral, a cultura do dendê mostra-se viável para os produtores, seja com a venda in natura, seja transformando óleo e coquilha. Com relação à viabilidade do dendê como matéria-prima para biodiesel, a partir dos custos, é viável para os três produtores, porém com ressalvas. O preço praticado no âmbito do PNPB – R\$ 102,50 pela tonelada de cachos frescos (inteiros) – cobre os custos de produção de todos os produtores, resultando em renda monetária positiva. Contudo, o valor de mercado desses mes-

Fluxograma 3

Sistema de Produção – SP3



Fonte: Pesquisa de campo, 2006.

Gráfico 3**Sistema de Produção do Produtor 3 – Renda monetária por Unidade de Trabalho familiar (UTf) e área utilizada (ha)**

Fonte: pesquisa de campo, 2006.

mos cachos é superior para outros fins – R\$ 130,00. Ademais, destinar a produção de dendê para o PNPB significa abrir mão do subsistema Rodão para os que o possuem, e no caso de P3, significa auferir renda monetária inferior.

Adicionem-se outros impactos à análise. A escala de produção de matéria-prima necessária à transformação em óleo combustível pode aprofundar a divisão entre produtores primários e as indústrias processadoras do dendê. A figura do grande comprador de dendê pode se estabelecer na região, destinando aos agricultores apenas o papel de fornecedores da matéria-prima. Tem-se também que, consolidando esse papel ao agricultor familiar, as pequenas atividades no interior das unidades produtivas tenderiam à desagregação, uma vez que basta apenas o fornecimento da matéria-prima para o posterior processamento. Isso pode significar a desocupação de mão-de-obra local. A princípio, a comercialização de dendê para o PNPB possui como vantagens a garantia de um canal de escoamento da produção, com preços estabelecidos – o que minimizaria as possíveis oscilações de mercado – além da assistência técnica destinada aos produtores que integram o Programa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biodiesel representa uma nova alternativa para a agricultura brasileira a partir das matérias-primas (como o dendê) utilizadas na produção de óleo com-

bustível. Especificamente para a agricultura familiar em Valença, no Baixo Sul da Bahia, onde os produtores de dendê destinam grandes parcelas dos cachos para o beneficiamento do óleo comestível, revelando a existência da articulação entre os agentes da cadeia produtiva. Sendo assim, a inserção dos agricultores famili-

ares de dendê na cadeia produtiva do biodiesel pode significar, no limite, a desarticulação dessas ligações, com a criação de novos agentes, grandes compradores e empresas processadoras de dendê.

Na comunidade Cajaíba, o beneficiamento do dendê é uma atividade antiga, com diversas idades tecnológicas, com transformações e inovações incrementais e radicais. Nos sistemas de produção observados se verifica que o cultivo e o beneficiamento do dendê (Rodão) estão entre os mais eficientes, considerando-se custos e rendas gerada, à exceção do P3 (SP3). Para esse produtor, o Rodão representa quase 90% da renda monetária familiar.

Entretanto, em todos os sistemas de produção os subprodutos do dendezeiro (cachos, coquilha e óleo) mostram-se viáveis economicamente aos produtores, bem como à produção de biodiesel. Porém, no caso do SP3, ao destinar sua produção de dendê para o PNPB, mesmo com o preço pago pelo Programa cobrindo os custos de produção, significa auferir rendas inferiores às oriundas de outras atividades. Para o agricultor torna-se melhor, portanto, continuar no mercado de dendê para culinária.

REFERÊNCIAS

A ERA do biodiesel. Agroanalysis, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, v 24, n 12, p. 44 e 45, dez/2004.

BAHIA. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Cultura-dendê. Disponível em:

- <www.bahia.ba.gov.br/seagri/Dende.htm>. Acesso em: 07 maio. 2005.
- BAHIA. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS SOCIAIS. Municípios em Síntese. Disponível em: <www.sei.ba.gov.br/municipio/index.htm>. Acesso em: 01 jul. 2006.
- COUTO FILHO. Vítor de Athayde, MACHADO, Gustavo B.; GOMES, Andréa da Silva. Inovações tecnológicas e organizacionais na agricultura. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Análise Territorial da Bahia Rural. Salvador: SEI, 2004. p. 51-73. (Série Estudos e Pesquisas, 71)
- COUTO, Vítor de Athayde. Relatório de pesquisa. Valença, Bahia, maio. 2005.
- FRIEDLAND, William H. Agricultura e ruralidade: iniciando a "separação definitiva"? In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Análise territorial da Bahia Rural. Salvador. SEI, 2004. p. 7-27. (Série estudos e pesquisas, 71).
- IBGE. IBGE Cidades. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidade-sat/default.php>. Acesso em: 29 jun. 2006.
- INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Guia Metodológico: análise-diagnóstico de sistemas agrários. Disponível em: <www.incra.gov.br/_htm/serveinf/htm/pubs.html>. Acesso em: 28 de nov. 2005.
- INCRA; FAO. Análise diagnóstico de sistemas agrários: guia metodológico. 1995.
- JETIN, Bruno. Paradigma e trajetórias tecnológicos. *Ops*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 5-12, verão 1996.
- PORTAL DO BIODIESEL. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br>. Acesso em: 15 de abr. 2006.
- ROMEIRO. Ademar Ribeiro. O modelo euro-americano de modernização agrícola. *Revista Nova Economia*. Belo Horizonte. v 2. n 2. nov 1991. p. 175-197.
- SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL DA BAHIA. SEIA, 2006. Disponível em <<http://www.seia.ba.gov.br>>. Acesso em: 09 jul. 2006.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Municípios em síntese*. Disponível em: <www.sei.ba.gov.br/municipio/index.htm>. Acesso em: 01 jul. 2006.
- VALENÇA (BA). Câmara Municipal de. *Memorial da câmara municipal de Valença*. Disponível em: <www.cmvalenca.ba.gov.br>. Acesso em: 30 jun. 2006.

Avaliação econômica da cadeia de suprimentos do biodiesel: estudo de caso da dendeicultura na Bahia

Adriana Leiras,* Silvio Hamacher,** Luiz Felipe Scavarda***

Resumo

As energias renováveis vêm ganhando muita importância no cenário político e econômico brasileiro. Apesar da questão do biodiesel estar sendo amplamente investigada, as características regionais de produção ainda não foram suficientemente abordadas. Assim, este artigo contribui para a análise da transição de estudos voltados a técnicas de produção para um cenário que permita a criação de uma estrutura para produção e distribuição do biodiesel ao longo da cadeia produtiva. Os objetivos deste artigo são: analisar a cadeia de suprimentos do biodiesel e elaborar um modelo de simulação que possibilite a realização de estudos de viabilidade econômica desta cadeia. O escopo desta pesquisa é delimitado à produção do biodiesel na Bahia a partir do óleo de dendê. Dos 13 cenários simulados, 12 levam a uma produção a preços inferiores ao menor valor obtido nos quatro leilões realizados no Brasil.

Palavras-chave: biodiesel, cadeia de suprimento, Bahia, avaliação econômica, dendê.

Abstract

Renewable energies have been growing in the political and economic scenario in Brazil. Despite the fact, biodiesel is being deeply investigated, the regional production characteristics have not been sufficiently addressed. Therefore, this paper contributes to the transition analysis from studies that regard production techniques to an agro-industrial scenario that enables the creation of an organized structure for the production and distribution of biodiesel throughout its supply chain. This paper aims to analyze the biodiesel supply chain and elaborate a simulation model enabling the performance of economic feasibility studies for this chain. The scope of this research is limited to the biodiesel production in Bahia based on the dendê palm oil. From the 13 scenarios simulated, 12 reached a production with prices that were lower than the lowest reached in the 4 biodiesel auctions recently carried out in Brazil.

Key words: biodiesel, supply chain, Bahia, economic evaluation, palm.

INTRODUÇÃO

As energias renováveis são elementos essenciais para se alcançar o desenvolvimento sustentável e adquirem importância maior ao prover serviços como luz, calefação, refrigeração, calor seguro para cozi-

nhar, força mecânica, transporte e comunicações. As vantagens proporcionadas pelas energias renováveis variam de acordo com as condições e prioridades locais, destacando-se: a minimização da ameaça das mudanças climáticas do planeta decorrentes da queima de combustíveis fósseis; o crescimento econômico; a ampliação do acesso à energia para cerca de um terço da população mundial; a geração de empregos e a fixação do homem no campo; a redução dos níveis de pobreza; a diminuição da desigualdade social; e a diversificação da matriz energética (PETROBRAS, 2005).

* Mestre em Engenharia Industrial pela PUC-Rio. adrianaleiras@yahoo.com.br

** Professor Doutor do Dept. de Engenharia Industrial da PUC-Rio. hamacher@ind.puc-rio.br

*** Professor Doutor do Dept. de Engenharia Industrial da PUC-Rio. lfscava@ind.puc-rio.br

Pode-se destacar, entre as energias renováveis: a solar (fotovoltaica e térmica), o biogás (de lixo, esgoto ou esgoto), a biomassa (restos agrícolas, serapim, biodiesel, álcool e óleos *in natura*), a eólica e as centrais hidrelétricas.

O Brasil é um país de destaque na utilização de Biomassa desde a década de 1920, utilizando o álcool combustível. Com o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), criado em 1975, o País foi pioneiro na efetiva substituição da gasolina em meio à crise dos preços do petróleo (NEGRÃO; URBAN, 2004). Atualmente, o Brasil possui uma nova oportunidade tecnológica e estratégica na utilização de biomassa: a produção de biodiesel. Este é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (MCT, 2005).

A importância do biodiesel para o Brasil provém principalmente dos argumentos: ser uma alternativa de diminuição da dependência dos derivados de petróleo, ajudando a diversificar a matriz energética brasileira; ser um componente obrigatório no curto/médio prazo na composição do óleo diesel comercializado no território nacional; criar um novo mercado para as oleaginosas, possibilitando a geração de novos empregos em regiões carentes do país e aumentando o seu valor agregado com a sua transformação em biodiesel; proporcionar uma perspectiva de redução da emissão de poluentes e uma alternativa para exportação de créditos de carbono relativos ao Protocolo de Kyoto, contribuindo para uma melhoria no meio ambiente.

Objetivo

A questão do biodiesel está sendo amplamente investigada por universidades, instituições de pesquisa, órgãos governamentais e pela iniciativa privada. Iniciativas como o Programa Nacional de Produção e

As energias renováveis são elementos essenciais para se alcançar o desenvolvimento sustentável e adquirem importância maior ao prover serviços como luz, calefação, refrigeração, calor seguro para cozinhar, força mecânica, transporte e comunicações

Uso de Biodiesel – do Ministério da Ciência e Tecnologia –, a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, a Coordenação do Programa de Biodiesel – no âmbito da Gerência de Energia Renovável da Petrobrás –, além da participação ativa de diversas Secretarias

Estaduais de Ciência e Tecnologia demonstram a importância estratégica do biodiesel na Matriz Energética Brasileira.

No entanto, as questões das características regionais de produção ainda não foram suficientemente abordadas nas pesquisas, mas são essenciais para avaliar a viabilidade econômica das alternativas de produção do biodiesel. Dessa forma, este trabalho contribui para a análise da transição de estudos pontuais, voltados a técnicas de produção ou transformação, para um cenário agroindustrial que per-

mita a produção de 800 milhões de litros de biodiesel em 2008 e 2 bilhões de litros de biodiesel a partir de 2013 (Lei nº 11.097, BRASIL, 2005).

Assim, a viabilização do biodiesel requer a implementação de uma estrutura organizada para produção e distribuição de forma a atingir, com competitividade, os mercados potenciais. Logo, a introdução do biodiesel demanda investimentos ao longo da cadeia produtiva para garantir a oferta do produto com qualidade, além da perspectiva de retorno do capital empregado no desenvolvimento tecnológico e na sustentabilidade do abastecimento em longo prazo.

Nesse contexto, os objetivos deste artigo são: analisar a cadeia de suprimento do biodiesel, englobando áreas rurais, usinas e bases distribuidoras de combustíveis, bem como transporte e armazenagem de matéria-prima, óleos e biodiesel; e elaborar um modelo de simulação que possibilite a realização de estudos de viabilidade econômica da cadeia produtiva do biodiesel.

Delimitação do estudo

A aplicação do modelo de simulação está delimitada à Bahia e considera as particularidades geográficas e logísticas deste estado. Essa delimitação se

deve ao fato de existir um acordo de cooperação entre a Secretaria de Ciência e Tecnologia da Bahia (SECTI-BA) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), tornando acessíveis os dados necessários ao estudo, o que dificultaria a escolha de um outro estado. Este trabalho está delimitado ao estudo da cadeia produtiva do biodiesel produzido a partir do óleo vegetal do dendê, cujo cultivo se adapta às condições climáticas do estado da Bahia, para o qual existem dados disponíveis sobre custos e produtividades. Essa escolha deve-se à importância que o dendê possui para a economia da região do Baixo Sul baiano e, por consequência, a possibilidade de melhorar a economia local com a sua inclusão na cadeia produtiva do biodiesel. Além disso, estudos do *Economic Research Service* (2006) mostram que essa é a principal fonte de oferta de óleos vegetais em nível mundial. O

óleo de dendê destaca-se ainda pelo seu preço mais baixo quando comparado com outras oleaginosas, como soja, girassol, mamona ou algodão, como é demonstrado pelos relatórios do *Oil World*.

O trabalho está dividido em oito seções, sendo esta primeira a introdutória. A segunda seção apresenta considerações gerais sobre o biodiesel e sua cadeia de suprimentos. A terceira seção descreve a metodologia de pesquisa adotada e a quarta a estrutura do modelo de simulação. A quinta seção discute sobre a cadeia produtiva do dendê na Bahia. As sexta e sétima seções apresentam os dados utilizados no modelo de simulação e os resultados obtidos. A última seção oferece as principais conclusões desenvolvidas pelos autores deste artigo.

BIODIESEL

Esta seção apresenta inicialmente considerações sobre a importância do biodiesel e, posteriormente, os principais elementos que compõem a sua cadeia.

Importância do biodiesel

O biodiesel pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclo diesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc). Segundo estatísticas da Agência Nacional do Petróleo (*apud* MEIRELLES, 2003), o consumo brasileiro de óleo diesel apresentou um crescimento acumulado de 42,5%, no período de 1992 a 2001. Para suprir a demanda crescente, foi necessário aumentar o volume importado do combustível de 2,3 milhões de m³, em 1992, para 6,6 milhões de m³, em 2001. É importante destacar que, em 1992, 8,5% do consumo brasileiro de óleo diesel era suprido via importações. Em 2001, essa participação já havia saltado para 16,5%. De acordo

com a ANP (*apud* MEIRELLES, 2003), cada 5% de biodiesel misturado ao óleo diesel consumido no país representa uma economia de divisas de cerca de US\$ 350 milhões/ano.

O biodiesel pode ser usado puro ou misturado ao diesel de petróleo em diversas proporções.¹ O Art. 2º, Lei nº 11.097, de 13.01.2005, determina a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, fixado em 5% (cinco por cento) em volume o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em qualquer parte do território nacional. O prazo para aplicação do disposto no *caput* desse artigo é de 8 (oito) anos após a publicação da Lei, sendo de 3 (três) anos o período, após a publicação da Lei, para se utilizar um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% (dois por cento) em volume (BRASIL, 2005).

¹ A denominação B2 refere-se à mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo, o termo B5 é usado no caso da mistura de 5% e B100 é a denominação para o biodiesel puro.

A introdução do biodiesel no mercado representará uma nova dinâmica para a agroindústria, com seu conseqüente efeito multiplicador em outros segmentos da economia, envolvendo óleos vegetais, álcool, óleo diesel e mais os insumos e subprodutos da produção do éster vegetal. A produção de oleaginosas poderá expandir significativamente para atender o aumento da demanda por óleo para a produção de biodiesel, destacando-se o potencial de 70 milhões de hectares com aptidão para o cultivo do dendê, localizados principalmente na região Amazônica e no leste do Estado da Bahia, destacando que o Brasil possui apenas 50 mil hectares plantados com dendê.

As curvas do preço do óleo de dendê e de soja decrescem à taxa de 3% ao ano, em dólares deflacionados (média dos últimos 20 anos), enquanto que as curvas de preço do óleo diesel são crescentes em função da escassez de combustíveis fósseis, não havendo previsão de inversão da tendência de crescimento do preço do óleo diesel (CAMPOS, 2003).

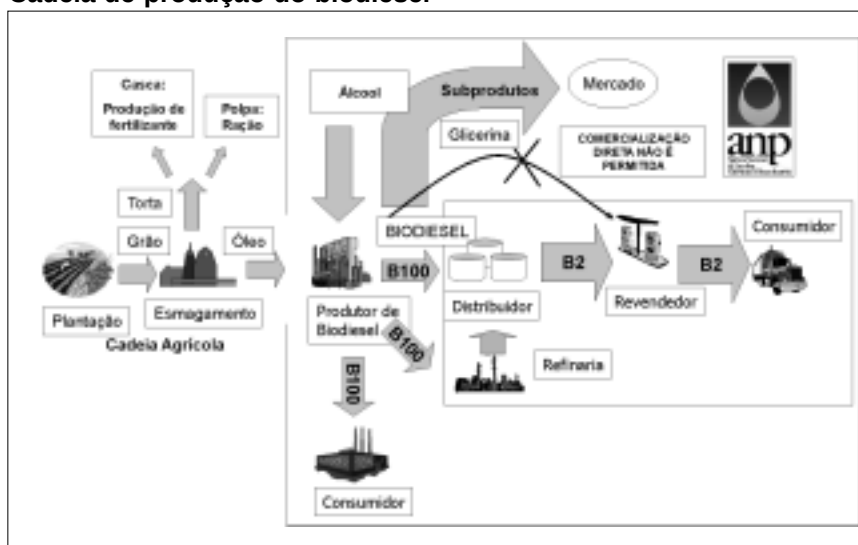
O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis e pode ser produzido a partir de gorduras animais, óleos e gorduras residuais ou de óleos vegetais (PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL, 2005). A substituição do óleo diesel mineral pelo biodiesel resulta em diversos benefícios ambientais que podem, ainda, gerar vantagens econômicas, pois o país poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Também existe a possibilidade de venda de cotas de carbono através do Fundo Protótipo de Carbono (PCF), pela redução das emissões de gases poluentes, e também créditos de “sequestro de carbono”² através

do Fundo Bio de Carbono (CBF), administrados pelo Banco Mundial (MEIRELLES, 2003).

Cadeia produtiva do biodiesel

A Figura 1 mostra os principais elos da cadeia produtiva do biodiesel, quais sejam: a produção do grão, a extração do óleo, a produção do biodiesel a partir do grão, a distribuição e a revenda ao consumidor. O biodiesel produzido será inevitavelmente inserido na logística dos combustíveis. Assim, terá de ser transportado para os locais de estocagem de diesel das grandes distribuidoras de produtos refinados, onde será misturado ao mesmo.

Figura 1
Cadeia de produção do biodiesel



Fonte: Souza (2005) – ANP

Segundo dados primários obtidos com uma distribuidora, hoje o biodiesel é transportado puro (B100) até as bases, onde é armazenado em tanques exclusivos por um período máximo de 3 meses – prazo a partir do qual o mesmo deve ser re-certificado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A mistura do biodiesel ao diesel é simples e pode ser feita nos próprios tanques dos caminhões, até atingir a proporção desejada, por exemplo, B2.

As matérias-primas para a produção de biodiesel são óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. Algumas fontes para extração de óleo ve-

² O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono, no qual o CO₂ é absorvido durante o crescimento da planta e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (HOLANDA, 2004).

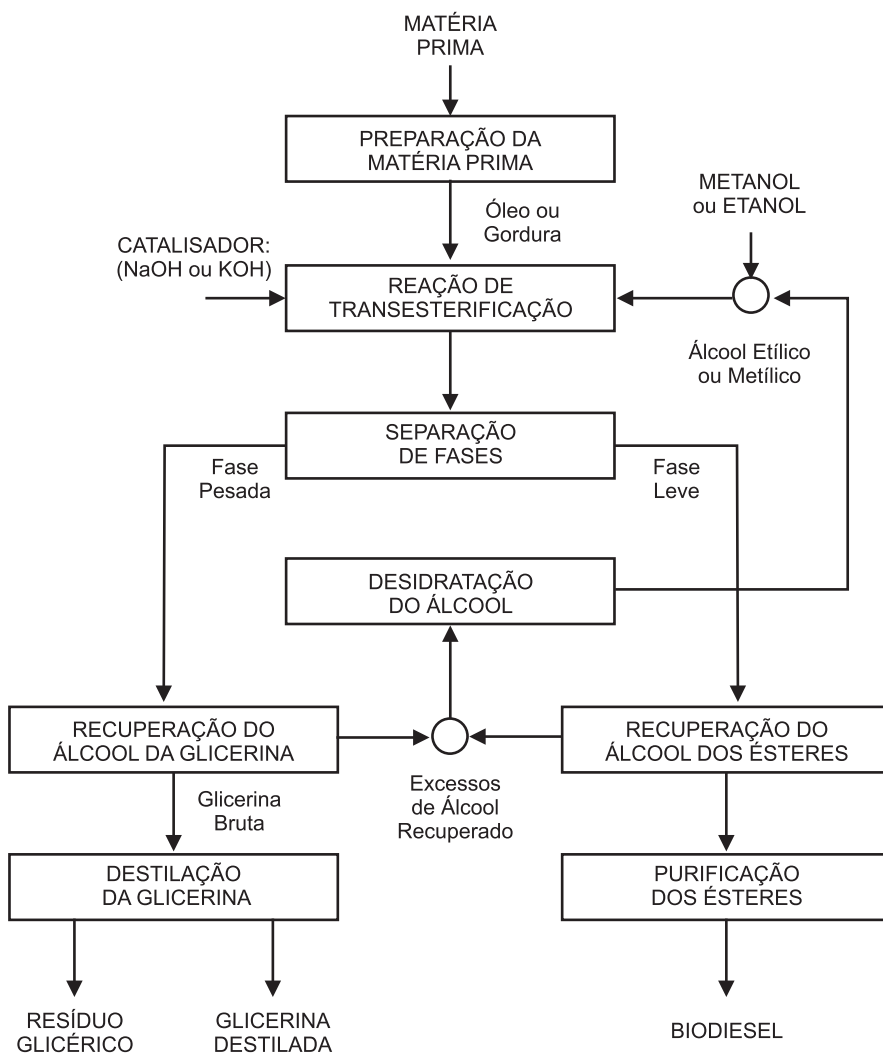
getal são: baga da mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, caroço de algodão, grão de amendoim, semente de canola, polpa de abacate, grão de soja, nabo forrageiro e muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas (PARENTE, 2003).

As etapas operacionais envolvidas no processo de produção de biodiesel são apresentadas no fluxograma da Figura 2.

METODOLOGIA DE PESQUISA

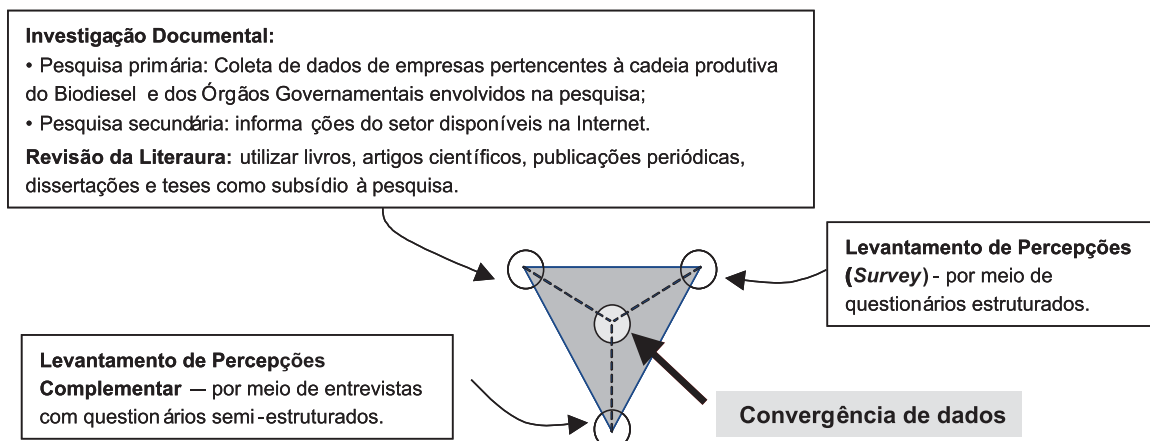
Para proceder ao estudo de caso, foi feita uma triangulação de métodos que inclui investigação documental e levantamentos de percepções por meio de questionários estruturados, entrevistas para a coleta de dados e visitas *in loco* com observação direta. A Figura 3 esquematiza a triangulação de métodos adotada.

Figura 2
Fluxograma do processo de produção do biodiesel



Fonte: Parente (2003)

Figura 3
Triangulação de métodos

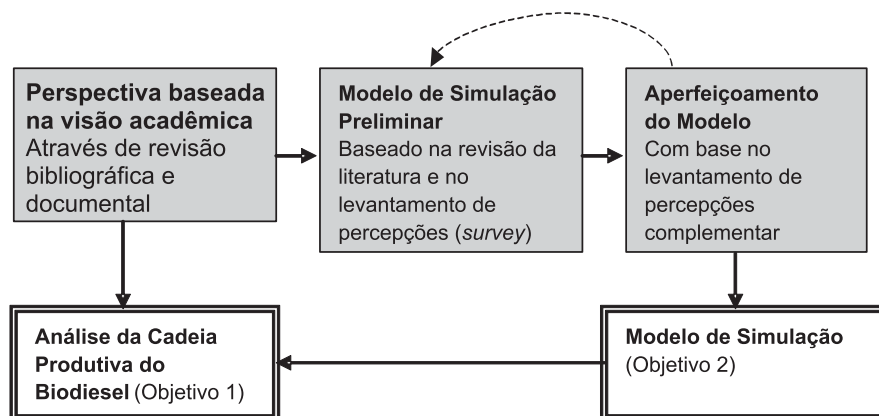


Fonte: Yin (2005)

A partir das informações obtidas pelo método de triangulação, foi proposto um modelo para simulação

de cadeias produtivas do biodiesel. A metodologia de pesquisa é representada na Figura 4.

Figura 4
Framework da metodologia de pesquisa



Fonte: Baseado em Menon *et. al.* (1999)

O formato final do modelo de simulação foi determinado a partir de diversas interações com empresários/especialistas da área do agronegócio e de bio-combustíveis. Dessa forma, foi desenvolvido um modelo que, além de ser coerente com a perspectiva acadêmica, é uma ferramenta útil aos empresários e pesquisadores.

Para a coleta de dados primários, foram aplicados questionários a empresários e pesquisadores da área por meio de amostragem não probabilística. A Tabela 1 sintetiza a inserção dos respondentes da pesquisa.

Tabela 1
Entrevistas realizadas

Cadeia	Número de entrevistados
Produção Agrícola	6
Extração do óleo	3
Produção do biodiesel	12
Logística e Comercialização	7

ESTRUTURA DO MODELO DE SIMULAÇÃO

O modelo de simulação desenvolvido permite avaliar a viabilidade econômica de um projeto de produção de biodiesel (1) ou qualquer empreendimento verticalizado para a produção de óleo vegetal + biodiesel (2) ou de oleaginosas + óleo vegetal + biodiesel (3).

As verticalizações, embora aumentem a complexidade de gestão, trazem economias ao eliminar impostos, fretes e margens intermediárias, que onerariam o produto final - o biodiesel.

Trata-se essencialmente de um modelo de análise financeira da exploração comercial, conduzindo ao fluxo de caixa do projeto. São usados os seguintes indicadores para avaliar a viabilidade econômica do projeto:

- **valor presente líquido (VPL):** De acordo com Samanez (2002), o VPL mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo da sua vida útil. O VPL é definido por:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i_{a.m})^{12t-6}} \quad (1)$$

Onde FC_t representa o fluxo de caixa no t-ésimo período, I é o investimento inicial, n é o horizonte de planejamento e $i_{a.m}$ é o custo do capital mensal.

O objetivo do VPL é encontrar projetos ou alternativas de investimento que sejam economicamente viáveis, ou seja, projetos que tenham um VPL positivo. Foi utilizado o índice 12t-6, pois o fluxo de capital é distribuído ao longo do ano, logo, foi considerada a média de distribuição do fluxo - a metade do ano.

- **taxa interna de retorno (TIR):** De acordo com Samanez (2002), a TIR é uma taxa hipotética de desconto que anula o VPL, ou seja, é o valor de i que satisfaz à seguinte equação:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i_{a.m})^{12t-6}} = 0 \quad (2)$$

O projeto é economicamente viável se a taxa de retorno esperada for maior que a taxa de retorno requerida, ou seja, se $TIR >$ custo de oportunidade do capital.

- **retorno sobre o investimento:** VPL Lucros/ Investimentos (Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA; Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2003).
- **lucro líquido médio:** média das estimativas de lucro ao longo do horizonte de planejamento (SUFRAMA; FGV, 2003).
- **margem de lucro:** lucro líquido médio/receita total média (SUFRAMA; FGV, 2003).
- **rentabilidade:** igual ao lucro líquido médio/investimento total (SUFRAMA; FGV, 2003).

Os resultados financeiros determinados a partir dos fluxos de caixa dependerão basicamente de uma combinação de: receitas obtidas com os produtos; custos de capital e sua remuneração; custos das matérias-primas; custos operacionais industriais; e custos logísticos.

Além do nível de verticalização, o modelo considera os seguintes dados de entrada para a simulação: oleaginosa utilizada e origem desta - agricultura familiar ou intensiva -, processo de produção e capacidade da planta de biodiesel, rota de produção, alíquotas para impostos, custo de capital, coeficientes técnicos do processo produtivo, preço dos insumos e co-produtos, dados logísticos e margens de comercialização.

O usuário determina ainda o cenário da simulação. Há três cenários possíveis: pessimista, provável e otimista. Os custos, produtividades no plantio e teor de óleo extraído e preços dos subprodutos variam de acordo com o cenário escolhido, logo, para cada elo da cadeia há três fluxos de caixa (pessimista, provável e otimista).

As planilhas de fluxos de caixa consideram, basicamente, os mesmos itens de custos para os diferentes elos da cadeia produtiva. Os custos dividem-se em investimento inicial e custos operacionais (no caso do plantio são custos com produção e colheita).

Também são consideradas as receitas obtidas com os subprodutos gerados no processo de produção.

O fluxo de caixa do produtor de dendê considera um horizonte de planejamento de 27 anos, sendo os custos distribuídos anualmente da seguinte maneira:

- Ano -1: Investimento inicial e custo com preparo da área a ser plantada;
- Ano 0: Custos com aquisição, plantio das mudas e tratos culturais;
- Anos 1, 2 e 3: Fase de crescimento do dendezeiro, ainda sem produção. Há custos com tratos culturais.
- Anos 4 ao 25: Fase de produção do dendezeiro. Há custos relacionados aos tratos culturais e à colheita.

Essa distribuição de custos foi determinada com base nas entrevistas realizadas e nos estudos da Suframa/ FGV (2003) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2005).

O fluxo de caixa do produtor de óleo de dendê e do biodiesel considera um horizonte de planejamento de 16 anos, sendo os investimentos realizados no Ano 0 e os custos operacionais nos 15 anos subsequentes, quando a fábrica estará em operação. Esse horizonte de planejamento foi determinado pela vida útil média dos equipamentos (15 anos).

CADEIA PRODUTIVA DO DENDÊ NO ESTADO DA BAHIA

O dendê (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira de origem africana que chegou ao Brasil no século XVI e se adaptou ao litoral do sul da Bahia. Dos seus frutos são extraídos dois tipos de óleo: o de palma, retirado da polpa ou mesocarpo; e o de palmiste, obtido da amêndoa ou endosperma. Além desses óleos, obtém-se também a torta de palmiste como subproduto resultante do processo de extração do óleo de palmiste (SUFRAMA; FGV, 2003).

Entre as variedades existentes, a Dura é predominante nas áreas de dendezeiros no sul da Bahia. Essa variedade apresenta baixa produtividade por hectare (entre 4 a 6 ton./ ha / ano) e baixo rendimento na produção de óleo (em torno de 16%) - (SANDE, 2002). Já a variedade Tenera (híbrido do cruzamento

entre as espécies Dura x Psifera) possui características genéticas que permitem produtividade de até 30 ton. / ha / ano e rendimentos muito superiores na produção de óleo (em torno de 22%) - (SANDE, 2002).

A produção de dendê nacional atual equivale a 0,1% da mundial, hoje estimada em 25 milhões de toneladas, sendo o estado do Pará o principal produtor do país (VALE VERDE, 2005). Na Bahia, a produção média foi de aproximadamente 170.000 toneladas entre os anos 2000 e 2004 (IBGE/PAM *apud* ROCHA, 2005), estando a produção de dendê concentrada na região do Baixo Sul, conforme mostra a Figura 5.

O agronegócio do dendê na Bahia apresenta dois segmentos fortemente diferenciados. O primeiro, constituído pelos chamados “rodões” (unidades artesanais de extração de óleo), representando a grande maioria das unidades processadoras do óleo.

O segundo segmento está concentrado em quatro empresas de médio e grande porte, que juntas processam a maior parte da matéria-prima produzida no estado e normalmente controlam os preços pagos ao produtor (BAHIA INVEST, 2005). A distribuição da produção entre essas empresas é apresentada na Tabela 2.

DADOS UTILIZADOS NO MODELO DE SIMULAÇÃO

As seções deste capítulo apresentam os dados utilizados no modelo de simulação relativos ao plantio do dendê, extração do óleo e produção do biodiesel.

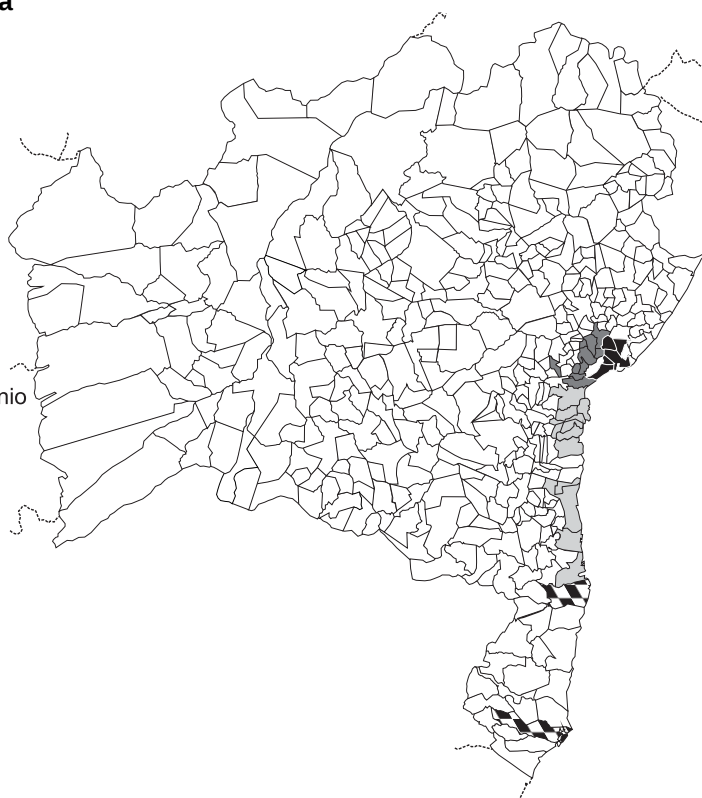
Os dados utilizados no modelo de simulação são resultado da comparação entre dados primários e dados secundários obtidos por entrevistas, visitas *in loco*, investigação documental e revisão da literatura, conforme descrito anteriormente na metodologia de pesquisa. Considera-se importante a comparação para, assim, justificar os valores de custos adotados em uma primeira simulação.

Dados de plantio de dendê

Os dados primários obtidos indicam uma grande variação da produtividade de acordo com a adubação e

Figura 5
Distribuição geográfica do dendê na Bahia

- **Metropolitana de Salvador:**
Candeias, Itaparica, Madre de Deus, São Francisco do Conde e Vera Cruz.
- **Recôncavo Sul:**
Aratuípe, Cachoeira, Jaguaripe, Maragogipe, Muniz Ferreira, Nazaré, Santo Amaro, Sto. Antônio de Jesus, São Félix e Saubara
- **Litoral Sul:**
Cairu, Camamu, Canavieiras, Igrapiúna, Ilhéus, Ituberá, Nilo Peçanha, Pirai do Norte, Taperoá, Una, Uruçuca, Valença.
- **Extremo Sul:**
Belmonte e Caravelas.



Fonte: Rocha (2005) – SEAGRI/BA

Tabela 2
Características das empresas produtoras de óleo de dendê na Bahia

Empresa	Área Cultivada (ha)	Produção (ton de óleo/ano)	Empregos diretos
Jaguaripe	600	1.200	115
Mutupiranga	-----	1.800	30
Oldesa	4.000	2.482	280
Opalma	1.000	1.150	132
TOTAL	5.600	6.632	557

Fonte: Furlan (1999) e Moraes (2000 *apud* SANDE, 2002)

a idade da plantação. A Tabela 3 sintetiza as produtividades de *Tenera* obtidas no Baixo Sul, de acordo com a idade e com o nível de adubação da plantação:

Segundo dados primários, em média, a produtividade da espécie *Tenera* no Baixo Sul ao longo do primeiro ano de produção (6º ano) fica entre 6 e 8 toneladas/ hectare/ ano. Entre o 7º e o 16º ano a produtividade é maior ou igual a 20 toneladas/ hectare/ ano.

Nas empresas pesquisadas só há plantio de *Tenera*, mas a produção é complementada em cerca de 40% com a espécie *Dura*, comprada de pequenos produtores da região. A produtividade média do dendê do tipo *Dura* no Baixo Sul é 4 ton/ha/ano.

Considera-se na simulação a existência de 25.000 mudas de *Tenera* no viveiro de uma das empresas visitadas no Baixo Sul, com previsão de produção de mais 57.000 mudas em 2005. Além disso, foram distribuídas 350.000 mudas de *Tenera* a 2.000 produtores do Baixo Sul.

A área necessária para o projeto considerado (planta de extração de 20.000 ton/ano), considerando o cenário de produtividade de 22 toneladas por ha, seria de cerca de 1.000 ha. Levando-se em conta que são necessárias 145 mudas por ha, essa área equivaleria a cerca de 145.000 mudas. Assim, as mudas plantadas seriam mais do que suficientes para atender ao projeto de produção de biodiesel analisado.

Os dados primários obtidos indicam um preço de R\$150,00/ ton de CFF entregue na fábrica de óleo (preço CIF) ou R\$120,00/ton na região produtora (preço FOB).

Tabela 3
Variação da Produtividade no Baixo Sul

Produtividade	Idade da plantação	Observação
28 ton/ha/ano	24 anos	Com manutenção (tratos culturais) Adubação com resíduo da extração de óleo-borra
17 ton/ha/ano	24 anos	Sem reposição dos nutrientes de manutenção
08 ton/ha/ano	23 anos	Sem manutenção (tratos culturais)
20 ton/ha/ano	23 anos	Com manutenção (tratos culturais)
22 ton/ha/ano	18, 17 e 16 anos	Com manutenção (tratos culturais)
17 ton/ha/ano	20 anos	Com manutenção (tratos culturais)
5 ton/ha/ano	20 anos	Sem manutenção (tratos culturais)

Em relação aos custos, são considerados no primeiro ano de projeto investimentos em ativos fixos e preparo da área para o plantio, tais como: aquisição de terreno; obras civis e instalações prediais; equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos. Já no segundo ano de projeto, os principais custos envolvem o plantio, sendo necessário, incorrer em custos com a aquisição das mudas e mão-de-obra para o plantio, além de materiais e insumos necessários à atividade. Os custos dos anos 3 ao 5 referem-se aos tratos culturais, já que nessa fase ainda não há produção. Já partir do 6º ano, a esses custos somam-se os custos de colheita.

Dados de extração de óleo de dendê

O teor de óleo de palma considerado no estudo variou entre 20 e 28 %, de acordo com os cenários analisados. Foram simulados os custos operacionais e de investimento de uma usina de extração de cerca de 20.000 ton de cachos por ano, capacidade equivalente à produção atual das maiores empresas produtoras de óleo de dendê no Baixo Sul. Para essa usina, foram considerados investimentos entre 2,6 e 5,2 milhões de reais e custos operacionais de cerca de R\$ 200,00 por tonelada de cachos processada.

Dados de produção de biodiesel

Os dados de investimentos e custos de produção de biodiesel utilizados na simulação consideram os custos de produção para as seguintes capacidades: 10, 30, 60, 82 e 100 milhões de litros de biodiesel

por ano. Os dados dessas diferentes fontes foram organizados para formar três cenários possíveis para custos de biodiesel: pessimista, provável e otimista – onde cada fonte constitui um cenário.

A escolha dos cenários foi feita de acordo com o custo total por litro obtido em cada estudo, conforme apresentado na Tabela 4.

Os insumos do processo de transesterificação são: óleo vegetal, álcool e catalisador. São gerados glicerina e ácidos graxos como subprodutos da reação. Os coeficientes técnicos e preços desses componentes são apresentados na Tabela 5.

Tabela 4
Comparação de custos de produção de biodiesel

Capacidade (milhões de litros)	10	30	60	82	100
Custo Operacional (R\$/litro)	0,29	0,24	0,22	0,15	0,12
Custo de Capital (R\$/litro)	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03
Custo Total (R\$/litro)	0,38	0,31	0,29	0,19	0,15

Tabela 5
Coeficientes técnicos e preços dos insumos

INSUMOS	Preço (R\$/litro)		Consumo (percentual do biodiesel produzido)	
	Rota Etílica	Rota Metílica	Rota Etílica	Rota Metílica
Óleo Vegetal			95,4%	99,5%
Álcool	R\$ 0,90	R\$0,78	14%	10,3%
Catalisador	R\$ 3,50	R\$ 3,50	0,05%	0,05%
SUBPRODUTOS	Preço (R\$/litro)		Produção (percentual de biodiesel produzido)	
	Rota Etílica	Rota Metílica	Rota Etílica	Rota Metílica
Glicerina	R\$1,65	R\$1,65	9,4%	9,8%
Ácidos Graxos	R\$0,00	R\$0,00	0,15%	0,15%

RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados preliminares obtidos na simulação consideram os três cenários já descritos: pessimista, otimista e provável. O custo do biodiesel na base é igual ao seu custo na fábrica mais o ICMS e o seu custo final inclui despesas com impostos. Para o cálculo total de imposto pago por litro de biodiesel considera-se que 40% da matéria-prima é proveniente da agricultura familiar e 60% da agricultura intensiva. Outro parâmetro considerado é o grau de ociosidade das fábricas de óleo e biodiesel.

A Tabela 6 apresenta os resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada (plântio de oleaginosa + extração do óleo + produção de biodiesel), considerando os 3 cenários possíveis para as etapas de plantio e extração e o cenário provável para biodiesel (fábrica de 82 milhões de litros). São mostrados os custos por tonelada de cachos de frutos frescos (CFF) e por litro de óleo de dendê, do biodiesel na fábrica e na base no *break even* – ponto onde o somatório dos VPLs das

receitas e despesas acumuladas em cada ano é nulo ao final do horizonte de planejamento. A escolha do *break even* como opção para a análise deveu-se ao fato deste ser o ponto em que as receitas igualam-se aos custos (incluindo os custos de investimento e de remuneração do capital), portanto, a partir do qual o projeto passa a ser economicamente viável.

A Tabela 7 apresenta os resultados das simulações para a cadeia verticalizada apenas para a extração do óleo e produção de biodiesel, considerando um preço de compra dos cachos de frutos frescos (CFF) igual a R\$150,00 por tonelada.

No caso da cadeia desverticalizada (apenas produção de biodiesel), considera-se um preço de compra do óleo vegetal de R\$1,50 por litro. Nesse caso, o custo do biodiesel na base chega a R\$2,09 por litro.

A Figura 6 sintetiza o preço do biodiesel na base, com custos logísticos e todos os impostos, inclusive ICMS. Verifica-se que em 8 dos 13 cenários analisados consegue-se um preço final inferior a R\$1,60.

Tabela 6

Resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada

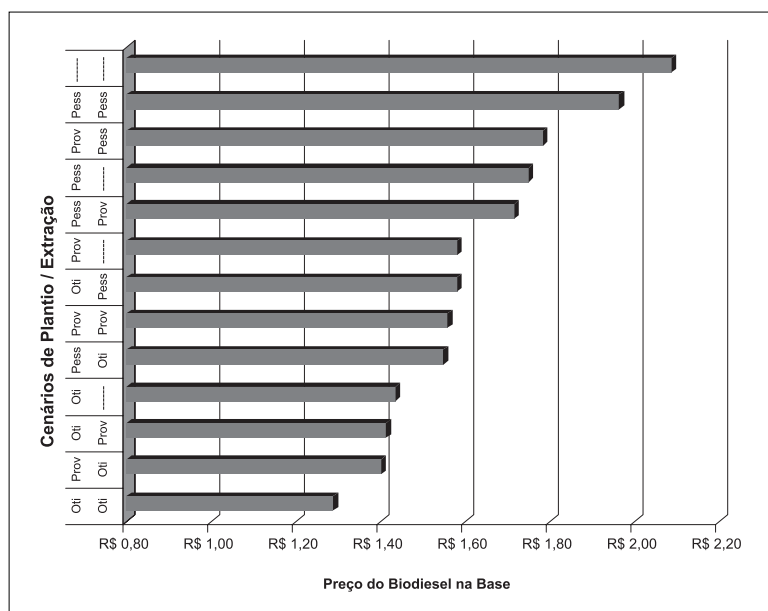
Cenário				\$Biodiesel	\$Biodiesel
Agrícola	Extração	\$CFF (Ton)	\$ Óleo (l)	Fábrica (l)	Base (l)
Pessimista	Pessimista	R\$ 188,84	R\$ 1,39	R\$ 1,74	R\$ 1,96
Pessimista	Provável	R\$ 188,84	R\$ 1,23	R\$ 1,58	R\$ 1,78
Pessimista	Otimista	R\$ 188,84	R\$ 1,05	R\$ 1,40	R\$ 1,58
Provável	Pessimista	R\$ 145,34	R\$ 1,17	R\$ 1,52	R\$ 1,72
Provável	Provável	R\$ 145,34	R\$ 1,03	R\$ 1,38	R\$ 1,56
Provável	Otimista	R\$ 145,34	R\$ 0,90	R\$ 1,25	R\$ 1,41
Otimista	Pessimista	R\$ 114,03	R\$ 1,02	R\$ 1,37	R\$ 1,55
Otimista	Provável	R\$ 114,03	R\$ 0,89	R\$ 1,24	R\$ 1,40
Otimista	Otimista	R\$ 114,03	R\$ 0,79	R\$ 1,14	R\$ 1,29

Tabela 7

Resultados das simulações para a cadeia parcialmente verticalizada

	Cenário		
	Pessimista	Provável	Otimista
\$CFF (Ton)	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
\$Óleo (l)	R\$ 1,20	R\$ 1,05	R\$ 0,92
\$Biodiesel Fábrica (l)	R\$ 1,55	R\$ 1,40	R\$ 1,27
\$Biodiesel Base (l)	R\$ 1,75	R\$ 1,58	R\$ 1,43

Figura 6
Resultados para o preço do biodiesel



CONCLUSÃO

O modelo de simulação utilizado revelou preços mais atrativos que os praticados nos quatro leilões de biodiesel no Brasil. Estes leilões tiveram como objetivo garantir aos produtores de biodiesel e aos agricultores, especialmente os que praticam agricultura familiar, um mercado para a venda da produção. O preço FOB máximo de referência estabelecido pela ANP e pelo Ministério de Minas e Energia (MME) foi de R\$1,90 por litro, sendo que a oferta vencedora foi de R\$1,74 por litro. Esse preço pode ser comparado ao preço do biodiesel de óleo de dendê na fábrica e nesse caso, 12 dos 13 cenários analisados levam a uma produção de biodiesel a preços inferiores ao valor mínimo do leilão, mostrando a competitividade da cadeia produtiva do dendê na Bahia. Os investidores e demais interessados podem usar os indicadores de desempenho gerados pelo modelo de simulação em seu processo de apoio à decisão de investir na cadeia produtiva do biodiesel.

Apesar dos estudos realizados revelarem um bom desempenho da cadeia produtiva do biodiesel de óleo de dendê no sul da Bahia, algumas considerações devem ser tecidas, como a acidez do óleo de dendê. De acordo com dados primários, o grau de acidez do

óleo obtido pelas empresas do Baixo Sul varia entre 2,5% e 5,5%. Para que se consiga produzir um biodiesel que atenda às especificações da ANP, deve-se utilizar como insumo um óleo vegetal com, no máximo, 1% de acidez. Verifica-se, assim, uma incongruência entre os graus de acidez exigidos e os praticados. Esse problema pode ser atenuado através de uma capacitação logística local, diminuindo o tempo entre a colheita e o processamento. Assim, os cachos chegariam mais rápido ao seu destino e, portanto, mais frescos e com menor acidez.

Pela questão da perecibilidade do dendê (que acarreta num aumento da acidez do óleo), a extração do óleo tem que ocorrer em no máximo 48 horas após a colheita. Dessa forma, a usina

de extração de óleo vegetal deverá ser localizada próximo à região produtora, ou seja, no Baixo Sul.

Outra questão a ser destacada é que o estudo da cadeia agrícola considerou as hipóteses de uso da espécie *Tenera* e condições adequadas de trato cultural. Todavia, essas hipóteses não são a realidade atual dos pequenos agricultores do Baixo Sul, que trabalham em sua maioria com a espécie *Dura*, com pouco apoio técnico. Assim, torna-se mister o apoio de órgãos públicos para a capacitação do pequeno agricultor no cultivo da espécie *Tenera*. Devido ao elevado tempo de maturação do dendezeiro (pelo menos 4 anos desde o plantio), também se preconiza o financiamento de longo prazo ao pequeno produtor. As questões da perecibilidade do cacho, tratos culturais e financiamento agrícola poderiam ser melhor tratadas a partir da cooperação e associação dos pequenos agricultores, estruturas estas ainda incipientes no Baixo Sul.

Por fim, deve-se destacar ainda que a desoneração de impostos em todos os elos da cadeia produtiva é um fator fundamental para que o preço do biodiesel possa ser competitivo com o do diesel de petróleo, além de permitir as margens adequadas para os produtores e industriais. Considerando-se a desoneração total de impostos, obteve-se um custo de

biodiesel num cenário provável de R\$1,29 por litro, na base de distribuição. Segundo Bockey e von Schenck (2006), o preço de produção do biodiesel na Alemanha (maior produtor mundial) variou entre R\$1,82 e R\$1,96 (preços na usina), entre 2004 e 2005. Assim, o biodiesel produzido a partir do óleo de dendê da Bahia não somente seria comparável ao do diesel de petróleo, mas também seria competitivo em nível internacional.

REFERÊNCIAS

- BAHIA INVEST. Disponível em: <<http://www.bahiainvest.com.br>> Acesso em: 23 jul. 2005.
- BOCKEY, D.; von Schenck W. Biodiesel Production and Marketing in Germany 2005. UFOP – Union zur Förderung von Oel – und Proteinpflanzen, 2006.
- BRASIL. Lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/legis/leis/11097_2005.htm> Acesso em: 15 jul. 2005.
- CAMPOS, I. Biodiesel e Biomassa: duas fontes para o Brasil. *Revista Eco 21*, ano 13, n. 80, Jul. 2003. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br>> Acesso em: 12 ago. 2005.
- EMBRAPA AMAZÔNICA OCIDENTAL. Disponível em: <<http://www.cpaa.embrapa.br/produto/dendel>> Acesso em: 03 jun. 2005.
- ECONOMIC RESEARCH SERVICE. *Oil Crops Yearbook* – Relatório de 2006.
- HOLANDA, A. *Biodiesel e Inclusão Social*. Brasília: Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações, 2004.
- MEIRELLES, F. S. Biodiesel. *Informe Departamento Econômico FAESP*, n. 67, Out. 2003. Disponível em: <<http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/biodiesel.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2005.
- MENON, A.; et al. Antecedents and consequences of marketing strategy making. *A Model and a Test Journal of Marketing*, v. 63, n. 2, p. 18-40, 1999.
- NEGRÃO, L. C. P.; URBAN, M. L. P. Álcool como “Commodity” Internacional. *Revista Economia & Energia*, ano 8, n. 47, Dez. 2004 / Jan. 2005. Disponível em: <http://ecen.com/eee47/eee47p/alcoool_commodity.htm> Acesso em: 18 out. 2005.
- PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Unigráfica, 2003.
- PETROBRAS. Programa Tecnológico de Energias Renováveis. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/tecnologia/portugues/programas_tecnologicos/proger.stm> Acesso em: 12 jun. 2005.
- PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL. *O Biodiesel*. Ministério da Ciência de Tecnologia – MCT. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>> Acesso em: 12 abr. 2005.
- ROCHA, H. M. *A produção de oleaginosas na Bahia e sua inserção no Programa Biodiesel*. [Salvador]: SEAGRI, [2005]. Apresentação. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/palestra_oleoginosas.pdf> Acesso em: set. 2005.
- SAMANEZ, C. P. *Matemática financeira: aplicações à análise de investimentos*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- SANDE, L. *Diagnóstico da cadeia produtiva do dendê no Baixo Sul da Bahia*. [Salvador]: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração da Bahia, 2002.
- SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS; FGV. *Estudo de viabilidade econômica: dendê*. 2003. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/suframa_publicacoes.cfm> Acesso em: 03 jun. 2005.
- VALE VERDE. *Embrapa discute viabilidade do dendê no Brasil – Ambiente Brasil* – 27/06/05. Disponível em: <<http://www.valeverde.org.br/html/clipp2.php?id=2950&categoria= Agricultura>> Acesso em: 20 dez. 2005.
- YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e método*, v. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

Viabilidade técnica e econômica para implantação de uma micro usina de extração de óleo de mamona

*Telma Côrtes Quadros de Andrade, *Ednildo AndradeTorres**
Hugo Barbosa Lemos, *** Gustavo Bitencourt Machado*****

Resumo

A extração de óleo de mamona é um elo de fundamental importância para a cadeia produtiva do biodiesel, assim como os co-produtos torta, casca, caule e aparas, e que pode ser utilizada no combate à pobreza nas regiões semi-áridas do Brasil. Neste trabalho são discutidos o dimensionamento e a viabilidade de construção de uma unidade produtiva de extração de óleo de mamona. Para o cálculo da área plantada foi considerada uma unidade de prensagem de 100 kg/hora, jornada de 8h/dia, 260 dias/ano. Para o aquecimento das sementes a energia térmica estimada foi de 6,77 kW, o que equivale a cerca de 14 kg por dia de biomassa, ou, se for utilizado um biodigestor tipo indiano, a um plantel de 72 a 157 caprinos ou ovinos, a depender do tipo de criação. O custo total da unidade de produção de óleo de mamona e co-produtos foi estimado em R\$ 112.400,00 (cento e doze mil e quatrocentos reais). O equipamento é destinado a comunidades de agricultores familiares, em virtude de seu baixo custo de implantação, organizadas em coletivos sociais, como associações e cooperativas, fornecedoras de óleo bruto para as refinarias que processam biodiesel. Essas estruturas industriais de baixo custo podem se multiplicar pelas várias regiões do estado.

Palavras-chave: mamona; micro usina; extração de óleo vegetal; energia; agricultura familiar.

Abstract

Castor oil extraction is a fundamentally important link in the biodiesel productive chain that, along with the castor residues, can be used to combat poverty in the Brazilian semiarid regions. This work discusses the dimension and feasibility of building a productive extraction unit of castor oil. To calculate the planted area we considered a pressed unit of 100kg/hour, in an 8h/day, 260 days/year. The thermal energy used to preheat the castor seeds was estimated in 6.77 kW, equivalent to 14 kg of biomass per day, or, if an Indian type biodigestor were used, to a herd of 72 - 157 goat or sheep. The total cost of the castor oil and co-product production unit was estimated around R\$ 112,400.00 (a hundred and twelve thousand and four hundred reais). Due to its low implantation cost, the equipment must go to communities of small-farmers organized in social groups such as associations to supply raw material to biodiesel processing refineries. These low cost industrial structures can multiply throughout the State.

Key words: castor oil; micro powerplant; castor oil extraction; energy; familiar agriculture.

* Física, Doutora em Geofísica pela USP, Pesquisadora do Laboratório de Energia e Gás da Escola Politécnica da LEN/UFBA; Bolsista de DTR-1 / FAPESB. cortes@ufba.br

** Eng. Mecânico, Doutor em Eng. Mecânica pela UNICAMP, Coordenador do Laboratório de Energia e Gás da Escola Politécnica da LEN/UFBA. ednildo@ufba.br

*** Bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Energia e Gás da Escola Politécnica da LEN/UFBA. hugonildo@hotmail.com

**** Economista. Doutorando em Agricultura Comparada e Desenvolvimento Agrícola pelo Instituto Nacional Agrônomo Paris-Grignon (INAPG). Bolsista da CAPES/Governo do Brasil; gubimac@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O estado da Bahia é o maior produtor de mamona do país, com cerca de 85% do total produzido, segundo dados da Secretária da Agricultura, e com a produção estimada no ano de 2005 em 166.406 toneladas (IBGE, 2006). Porém, não há uma cultura de extração do óleo de mamona em cooperativas ou as-

sociedades. O agricultor comercializa as sementes para intermediários ou vende para as grandes empresas. Este trabalho foi realizado no intuito de contribuir para a melhoria das condições de vida do homem do campo, com agregação de valor à matéria-prima, isto é, óleo de mamona, a ser fornecido para produção de biodiesel, assim como para identificar as vantagens e os gargalos da implantação de uma micro usina de extração de óleo de mamona.

É no Nordeste que se concentra a maior parte de agricultores familiares do Brasil, e a Bahia é o estado com o maior número de pessoas inseridas na agricultura familiar, sobretudo nas regiões semi-áridas. A produção de mamona e de seu óleo pelos agricultores familiares para a cadeia produtiva do biodiesel consiste numa política que tende a desenvolver as regiões habitadas por essa categoria social, superando, em curto e médio prazos, a condição de pobreza de boa parte da população rural da Bahia. Esse “grande salto” social só será possível mantendo-se a estrutura fundiária distribuída entre os agricultores familiares, impedindo a concentração fundiária decorrente da valorização das terras e realizando a reforma agrária nos espaços onde existem latifúndios. Também deve manter-se a diversidade produtiva da agricultura familiar, impedindo a especialização na produção de mamona, que subordinaria as famílias a uma estrutura de preços e de mercado. A diversificação das unidades familiares valoriza a produção para o autoconsumo (quintais), mantendo-se a perspectiva autoconsumo e mercado, e a garantia da presença do Estado, inclusive através da Petrobras, na regulação da política de consolidação da cadeia produtiva do biodiesel. Na região do semi-árido, há uma agricultura familiar, produtora de caprinos e ovinos, com boa parte da lavoura de milho, feijão e mandioca destinada ao autoconsumo, e áreas de produção de mamona.

Há que se destacar que a Bahia é o estado que recebe mais bolsas-família, do Programa Fome Zero, do Governo Federal e possui ainda boa parte de sua população habitando o semi-árido e vivendo de ativi-

dades agrícolas. É oportuno se pensar em pequenas estruturas industriais que, mantidas por comunidades de agricultores familiares e dos movimentos sociais organizados, possam processar a mamona em óleo bruto e fornecê-los às refinarias que o transformarão em biodiesel, a ser misturado ao óleo diesel.

A construção de micros usinas de extração de óleo de mamona será uma ação estruturante de combate à pobreza, que poderá trazer maior retorno do cultivo da mamona aos agricultores, uma vez que o óleo bruto e a torta de mamona, co-produto associado, têm valor de mercado maior se comparado à venda de mamona em bagas. Além disso, é importante que a torta de mamona retorne para os agricultores familiares, pois é um adubo de excelente qualidade.

A região do semi-árido baiano, em especial a região do médio São Francisco, é caracterizada por baixa pluviosidade anual, cerca de 550 a 600 mm chuva/ano, e uma altitude média de 500m acima do nível do mar. Essas condições favorecem o cultivo da mamona na região a nível econômico. O semi-árido baiano está inserido no zoneamento proposto pela EMBRAPA (BELTRÃO *et al*, 2004) para o cultivo da oleaginosa. Segundo o autor, os limites de pluviosidade (500 a 800 mm/ano) e de temperatura (20 a 30°C) são os recomendados para a melhor produtividade da mamona não irrigada. A mamoneira plantada no semi-árido brasileiro é o cultivar Nordestina, com 60.000 plantas por ha. A média, porém, é de 3.000 plantas por ha. Segundo a EMBRAPA (EBDA, 2006), a produtividade da mamona irrigada pode chegar a 6 t/ha, com muita tecnologia associada, alcançando hoje cerca de 2.500 kg/ha com irrigação.

Os cultivares Paraguaçu e Nordestina contêm cerca de 50 % de óleo, se plantados a altitudes acima de 400 m, com densidade de 25 a 30 mil plantas por hectare (2 a 3 plantas por metro). Para que se obtenha essa produtividade deve ser usado herbicida, pois a erva daninha prejudica a mamona (DOURADO, 2006).

O estado da Bahia é o maior produtor de mamona do país, com cerca de 85% do total produzido, segundo dados da Secretária da Agricultura, e com a produção estimada no ano de 2005 em 166.406 toneladas (IBGE, 2006). Porém, não há uma cultura de extração do óleo de mamona em cooperativas ou associações

A instalação de uma micro usina deverá aproveitar o potencial da região assim como o seu histórico no cultivo dessa oleaginosa. A mamoneira já é plantada na região e não será preciso fazer desmatamento ou adaptações para a sua cultura.

A mamona pode ser plantada consorciada com gergelim, feijão e café (EBDA, 2006). A região também apresenta uma grande área plantada de culturas que podem ser consorciadas com a mamona, como o feijão e o amendoim.

Nos tempos atuais, os recursos energéticos desempenham um papel fundamental na sustentabilidade e é um desafio para o desenvolvimento científico e tecnológico com vistas à produção de energias renováveis. O desafio concerne não somente às tecnologias no nível da conversão e de energia útil, mas, também, à gerência de modelos e às infra-estruturas energéticas. A responsabilidade política de desenvolver infra-estrutura em energia que permita o desenvolvimento sustentável deve ser uma preocupação de toda a sociedade.

A partir da produção de biodiesel, o mercado potencial energético, não só brasileiro, mas mundial, poderá dar sustentação a programas de geração de emprego e renda. Estima-se que para cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo, com uma renda média anual de aproximadamente R\$ 4.900,00 por ocupação. Numa hipóte-

se otimista de 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados mais de um milhão de empregos. Tudo isso vai depender da tributação do biodiesel, dos incentivos fiscais e de crédito rural para pequenos e grandes produtores (LOPES *et al*, 2005).

Conforme Tabela 1, observa-se o potencial de geração de empregos no campo em função do cultivo de algumas oleaginosas no Brasil.

O Governo Federal anunciou o uso comercial de biodiesel que disciplina a produção e comercialização de óleo de combustível de origem vegetal para mistura facultativa ao diesel de petróleo – numa proporção de 2% (B2), desde 2005. Ao optar pela implementação do programa de biodiesel, tendo a mamona como a base do programa, ampliam-se as experiências com

esta oleaginosa que possui um mercado crescente dentro e fora do Brasil, já que a mesma pode ser utilizada em inúmeras aplicações.

Em estudo prospectivo da produção nacional de biodiesel de mamona e determinação do nível de investimento público necessário para atingir as metas de produção propostas, para o ano de 2006, de acordo com os dados da ANP, estão previstos consumir 40 bilhões de litros de óleo diesel. Portanto, para atender a adoção de 2% de biodiesel ao óleo diesel, a partir de 2008, serão necessárias cerca de 1,8 milhões de toneladas de sementes para produzir 1 milhão de litros de biodiesel.

Acrescenta-se ainda mais 440.000t de torta e 80 mil litros de glicerol. Desse volume, se forem admitidos que 40% serão obtidos a partir de óleo de mamona,

e considerando uma produtividade agrícola da mamona de 1,5 t/ha, com rendimento industrial em óleo de 45%, será necessário o plantio de 533 mil ha e investimentos na ordem

A construção de micros usinas de extração de óleo de mamona será uma ação estruturante de combate à pobreza, que poderá trazer maior retorno do cultivo da mamona aos agricultores, uma vez que o óleo bruto e a torta de mamona, co-produto associado, têm valor de mercado maior se comparado à venda de mamona em bagas

TABELA 1

Potencial de geração de empregos em relação ao cultivo de oleaginosas no Brasil

Oleaginosa	Produtividade (t óleo/ha/ano)	ha para produzir 1000 t de óleo/ano	Ocupação de terra (ha/família)
Mamona (lavoura familiar)	0,470	2128	2
Soja (lavoura mecanizada)	0,210	4762	20
Amendoim (lavoura mecanizada)	0,450	2222	16
Babaçu (extrativismo)	0,120	8333	5
Dendê (cultivo mecanizado)	5,000	200	5

Fonte: Lopes *et al*, 2005

de R\$ 540 milhões. Além desse potencial, existe ainda o mercado para os principais descartes (casca das bagas e torta celulósica processada), que são utilizados nas etapas de adubação e compostagem.

Nesse contexto, este trabalho visa discutir a viabilidade técnica e econômica da instalação de uma micro usina de produção de óleo de mamona, dimensionando-a e estimando os custos de implantação, levando em conta o aproveitamento de recursos naturais disponíveis no local.

METODOLOGIA

Extração do óleo

Para o dimensionamento da micro usina foram considerados os dados médios para o estado, bem como as capacidades dos equipamentos existentes no mercado nacional. O regime de trabalho para a equipe de trabalho foi uma jornada de 8 horas semanais, cinco dias por semana, totalizando 260 dias por ano. Na Tabela 2 são apresentados os municípios da região do médio São Francisco que produzem mamona, a área plantada de mamona e sua produtividade média. O cálculo da produtividade média levou em conta a área plantada de cada município.

TABELA 2

Municípios produtores de mamona da região do médio São Francisco

Município	Área Plantada Mamona (ha)	Produtividade (kg/ha)
Barra	3	666
Buritirama	2	500
Carinhanha	100	500
Iuiu	650	700
Malhada	400	700
Matina	40	400
Morpará	4	500
Muquém do São Francisco	3	666
Serra do Ramalho	50	600
Sítio do Mato	100	600
Média ponderada pela área plantada		664

Fonte: IBGE/2003

A extração do óleo pode ser a partir da semente completa (sem descascar) ou da baga (semente descascada por meio de máquinas apropriadas).

Existem vários processos de extração de óleos vegetais, dentre eles o de prensagem mecânica descontínua, o mais antigo, e o de prensagem contínua, ambos a frio ou a quente, além de extração por solvente ou associado prensagem contínua/solvente. Neste trabalho é analisado o processo prensagem mecânica descontínua com pré-aquecimento das sementes.

A Figura 1 mostra o fluxograma simplificado das fases de processamento da mamona, e irá facilitar o entendimento do dimensionamento e dos parâmetros aplicados.

Para o balanço de massa do processo foi considerado o fluxograma apresentado na Figura 2.

Partindo das sementes com cascas, 75,2% do total são aproveitados no processo. Daí, 33,85% do total ou 45% com relação à massa de sementes serão transformados em óleo de mamona.

A energia para o processo será de dois tipos: elétrica e térmica. A energia elétrica poderá ser fornecida pela concessionária ou produzida em um grupo gerador tendo como combustível o biodiesel. Neste estudo de caso foi considerada a energia elétrica fornecida pela concessionária.

A energia térmica para o cozimento das sementes poderá ser de duas fontes: combustão dos resíduos vegetais oriundos do processamento ou biogás,

tendo como matéria-prima esterco de animais (caprinos ou bovinos), a depender do caso. Na estimativa de energia térmica foram considerados o calor específico da água, uma variação de temperatura de 55°C e a eficiência térmica da caldeira de 60%.

Para a biomassa foi considerada a combustão da torta, cujo poder calorífico superior medido em laboratório foi de 18.089 kJ/kg, analisado na Universidade Federal de Itajubá/NEST. Mas se for considerado o caule, o poder calorífico superior é de 16.000 kJ/kg, com um teor de umidade de 15% (AMORIM *et al*, 2005).

Para calcular a energia térmica levou-se em consideração a conservação da massa e o primeiro princípio da termodinâmica. O processo foi considerado em regime permanente, com ener-

gia cinética, potencial e trabalho mecânico desprezíveis. Dessa forma,

Conservação da Massa

$$0 = \frac{\partial \int_{vc} \rho . dv}{\partial t} + \int_{sc} \rho . V . dA$$

Primeiro Princípio da Termodinâmica

$$Q_{vc} = \frac{\partial \int_{vc} \rho . e . dv}{\partial t} + \int_{sc} (h + Ec + Ep) \rho . V . dA + W_{eixo}$$

Simplificando de acordo com as premissas, temos.

$$m1=m2 \text{ e } Q_{vc} = m_{\text{agua}} . c . \Delta T$$

Figura 1
Fluxograma simplificado do processamento da mamona

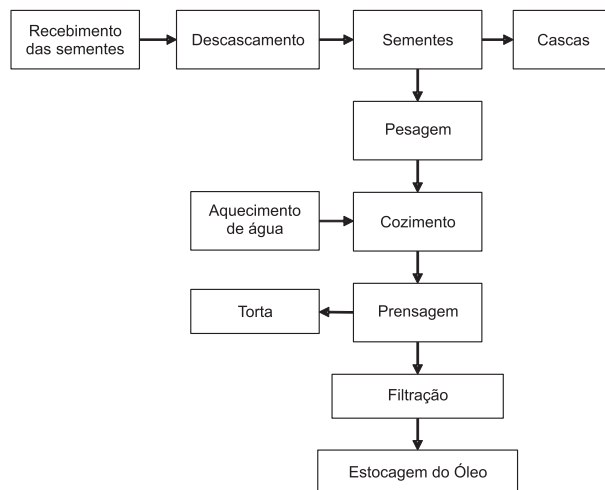
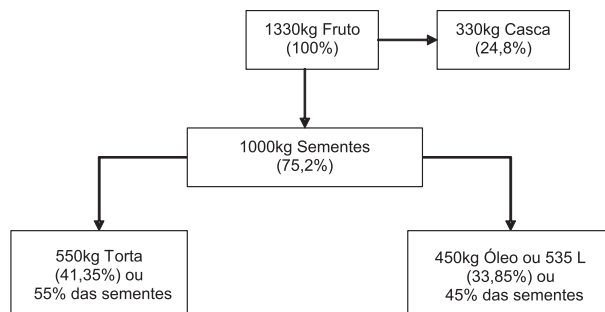


Figura 2
Balanco de massa simplificado do processo de extração



Com isso é possível calcular a quantidade de calor necessária e, conseqüentemente, a vazão de combustível necessária por unidade de tempo.

Também se adotou, de acordo com o fornecedor, uma prensa com capacidade de 100 kg/h e o descascador com 500 kg/h, os menores existentes no mercado.

CUSTOS DA MICRO USINA E PROCESSO

Os custos de implantação da micro usina estão divididos em duas partes: construção civil de um galpão para comportar o processo de extração e aquisição das máquinas.

O maquinário da micro usina compreenderá uma descascadora, um cozinhador, uma prensa, um triturador, filtros, um decantador e um reservatório para armazenagem do óleo, de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1. Como a micro usina irá trabalhar com uma baixa vazão de mamona, não se justifica a utilização de transportadores mecânicos como o transportador helicoidal e o elevador de canecas. Esse trabalho será suprido pelos operadores.

O cozinhador funcionará em batelada com aproximadamente 300 kg por vez. A capacidade nominal é de 500 kg por vez. Depois de aquecida, a semente é prensada e é extraído o óleo. Após a primeira prensagem, a torta poderá ser reaquecida para a extração de uma maior percentagem de óleo. Para extrair totalmente o óleo residual será necessário lavar a torta com um solvente antes da nova prensagem, o que encarecerá o processo. Neste estudo não foi considerada a extração por solvente.

Após a prensagem o óleo pode ser transferido para o decantador, seguindo posteriormente para a filtragem e armazenagem.

Observa-se no *layout* (Figura 3) que o estoque respeita a ordem do descarregamento das sacas de mamona no estoque. Assim como há a facilidade para retirada do produto.

Considerando a função da edificação, estima-se que os custos da obra civil seriam de aproximadamente R\$ 400,00 (quatrocentos reais) por metro quadrado, o que daria um total de R\$ 30.000,00 (trinta mil reais) para a área proposta de 75m².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que os gargalos da unidade são o processamento e a prensagem, foi este o ponto de partida para o dimensionamento. Para uma quantidade diária de 1.070 kg de sementes de mamona inseridas no descascador, e considerando que o menor descascador de mamona fabricado tem capacidade de operar a 500 kg de fruto por hora, se o descascador operar durante 3 horas diárias fornecerá matéria-prima suficiente para atender a produção.

Portanto, considerando o balanço de massa apresentado na Figura 1, serão produzidos cerca 800 kg de sementes, que serão processados na prensa com capacidade de 800 kg/dia.

Considerando as premissas adotadas e uma produtividade média de 664 kg/ha, serão necessários cerca de 420 ha de área planta. Sendo assim, uma unidade desse porte pode ser operada por uma cooperativa ou associação ou por um produtor de médio a grande porte.

A Tabela 3 apresenta uma estimativa de custos para o maquinário da micro usina de extração de óleo de mamona, com um total de R\$ 82.400,00 (oitenta e dois mil e quatrocentos reais). Grande parte do equipamento de extração do óleo, entretanto, pode ser construída na Bahia com a mesma qualidade oferecida por empresas do território nacional, reduzindo o custo final.

TABELA 3

Orçamento do maquinário da micro usina de extração de óleo de mamona

Orçamento do Maquinário da Micro Usina de Extração de Óleo de Mamona					
Item	Discriminação	Capacidade (kg/h)	Quantidade	Preço Unitário	Total por itens
1	Descascador de Mamona	500	1,00	10.400,00	10.400,00
2	Moinho Triturador	100	1,00	4.700,00	4.700,00
3	Cozinador	100	1,00	10.200,00	10.200,00
4	Prensa Contínua	100	1,00	33.600,00	33.600,00
5	Decantador				4.000,00
6	Filtros para material particulado				12.500,00
7	Reservatório para o óleo				7.000,00
8	Total				82.400,00

Fonte: ECIRTEC, 2006.

A micro usina deve ser montada de forma a comportar os equipamentos, o estoque e os operadores. Os equipamentos devem estar dispostos tanto para facilitar a operação quanto para evitar interferências na manutenção de cada equipamento em específico. A área total proposta é de 75m². Além da área designada às máquinas, é necessária uma área para estocagem da matéria-prima que será processada, como indicado no *layout* da Figura 3. O *layout* também sugere uma facilidade para a estocagem da matéria-prima e dos produtos da extração, um sanitário e um escritório.

Sistema de aquecimento

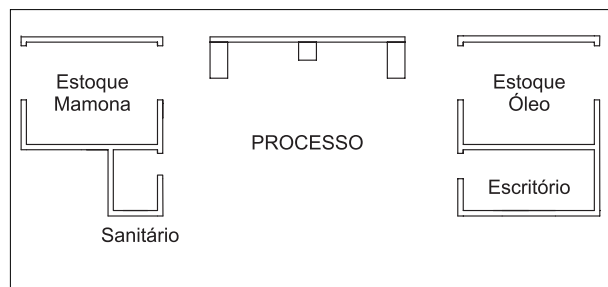
Para o cálculo da potência térmica, $\dot{Q}$, necessária ao aquecimento das sementes de mamona, considerou-se: $\dot{m}$ a quantidade horária de combustível; ΔT a variação de temperatura, estimada em 55 °C; e o calor específico da água $c = 4,184$ kJ/kgK.

A partir desses valores, a potência térmica estimada foi igual a 14.644 kJ/h; com a eficiência da caldeira de 60% a energia necessária é de 24.406 kJ por hora ou 6,77 kW. Portanto, considerando o poder calorífico inferior da biomassa de 11.000 kJ/kg, são necessários cerca de 18 kg/dia para combustão.

Foi estudada a possibilidade do uso de biogás produzido em biodigestores, do tipo indiano, por exemplo, uma alternativa em comunidades rurais organizadas. Nesse contexto, a instalação de um biodigestor poderia ser uma fonte de biogás para a comunidade.

Para satisfazer a segunda alternativa seria necessário construir um biodigestor em área contígua à unidade de extração do óleo bruto. A instalação de um biodigestor, além de representar uma fonte de energia através da queima de biogás, é parte do sistema baseado em

Figura 3
Layout da Micro usina



um modelo agro-ecológico em assentamentos humanos caracterizados como de agricultura familiar, onde, em geral, a lavoura é individual, porém a criação de animais é coletiva, o que torna viável a implantação de biodigestores. Porém, é necessário fazer um estudo detalhado da viabilidade desse sistema e das dificuldades operacionais inerentes.

Com relação ao metano, ARROYO (1984) faz referência aos seguintes parâmetros termodinâmicos para as condições normais de pressão e temperatura: densidade, $\rho = 0,72 \text{ kg/m}^3$, PCI = 50.000 kJ/kg e PCS = 55.545 kJ/kg . Como referência, o poder calorífico superior, PCS, do GLP é 49.000 kJ/kg .

Para suprir a potência térmica necessária, será calculado o número de cabras adultas necessárias para a produção diária de esterco. Para produzir 1 m^3 de biogás, foi considerado que uma cabra produz de $1,64 \text{ kg/dia}$ (LOPES, 2006) a $0,350 \text{ kg/dia}$ de esterco. Partindo de $1,64 \text{ kg/dia}$, para produzir 1 m^3 de biogás seriam necessários $12,5 \text{ kg}$ de esterco fresco de cabra (1 m^3 de biogás/kg de esterco = $0,08 \text{ m}^3/\text{kg}$). Em um dia precisa-se de pelo menos 8 cabras, que geram $13,12 \text{ kg}$ de esterco fresco para gerar 1 m^3 de Biogás. Como 1 m^3 de Biogás representa cerca de 25.080 kJ , então, para produzir 117.152 kJ/dia serão necessários $4,67114 \text{ m}^3/\text{dia}$ de biogás, o que representa 72 cabras presas por 12 horas. Considerando que uma cabra elimine $0,350 \text{ kg/dia}$, seria necessário um mínimo de 154 animais.

O uso de biogás como um combustível tem sido analisado de perspectivas técnicas, econômicas e ambientais. As opções podem conduzir a uma substituição de parte do combustível fóssil atualmente utilizado e a uma redução em emissões de gases de efeito estufa. A presença de gases não combustíveis como, por exemplo, CO_2 , H_2S e vapor d'água redu-

zem o poder calorífico do biogás, tornando economicamente inviável a sua compressão (KAPDI *et al.*, 2005). No entanto, é imprescindível envidar esforços para melhorar a qualidade do biogás e viabilizar a sua estocagem.

Viabilidade econômica

Os custos da obra civil foram estimados em aproximadamente R\$ 30.000,00 (trinta mil reais), para a área proposta de 75 m^2 . Somando a esse último valor a estimativa de custos para o maquinário da micro usina de extração de óleo de mamona, que apresentou um total de R\$ 82.400,00 (oitenta e dois mil e quatrocentos reais), tem-se um total de R\$ 112.400,00 (cento e doze mil e quatrocentos reais).

Como resultado, foi estimada a produção da unidade em 360 kg/dia de óleo, ou seja, 93.600 kg/ano . Também deve ser considerada a torta, pois serão produzidos 114.400 kg/ano .

Valorando o óleo na faixa de R\$0,80/kg, tem-se o valor anual igual a R\$ 74.880,00, que somado a torta, valorada em R\$ 0,2/kg, totaliza R\$ 97.780,00 por ano. Como o investimento da unidade é de R\$ 112.400, a unidade se paga em menos de dois anos.

CONCLUSÕES

A extração de óleo de mamona é um importante elo para a cadeia produtiva mamona/biodiesel e, quando o foco são agricultores familiares, pode ser uma ferramenta de combate à pobreza. O cultivo de mamona poderá melhorar a renda de agricultores e agricultoras da região, uma vez que o óleo bruto e a torta de mamona, co-produto associado, têm um valor de mercado maior se comparado à venda de mamona em bagas. Além disso, é importante que a torta de mamona retorne para os agricultores familiares, pois esta é comumente um adubo de excelente qualidade.

Neste trabalho foi discutida a viabilidade técnica e econômica da instalação de uma micro usina de produção de óleo de mamona, com pré-aquecimento das sementes, dimensionando-a e estimando os custos de implantação.

Foi considerada uma vazão mínima de 100 kg/hora de semente inseridos na prensagem para a extração de óleo tornar-se economicamente viável. Levando em consideração o tempo de operação de 8 horas por dia, serão processadas diariamente 800 kg de sementes de mamona, produzindo 360 litros de óleo.

Para atender a essa demanda de sementes foi estimado que, tendo em média uma colheita de 664 kg/ha, será necessária uma área plantada de aproximadamente 420 ha de mamona para que a micro usina opere nos dias úteis, 8 horas por dia.

A potência térmica necessária para pré-aquecer os grãos no processo de extração do óleo, considerando uma faixa de 60°C a 80°C, foi estimada em 117.152 kJ, em 8 hora por dia. Como fontes de calor possíveis para esse processo são consideradas a queima dos resíduos da mamoneira ou lenha e a queima de biogás produzido em biodigestor que utilize esterco de cabras.

A queima diária de cerca de 18 kg de caules, talos, casca ou farelo da mamoneira, com um poder calorífico inferior a 11.000 kJ/kg, seria suficiente para a produção de calor necessária ao processo. Por outro lado, o número de cabras adultas presas no período noturno, necessárias para a produção diária de esterco para alimentar um biodigestor, produzindo biogás, está na faixa de 72 a 154 animais.

Por fim, a estimativa de custos dos equipamentos e do espaço físico comunitário totalizou R\$ 112.400,00 (cento e doze mil e quatrocentos reais), considerando uma área de 75m², sendo estimado o tempo de retorno do investimento em menos de dois anos.

Para implantação, permanência e sustentabilidade da micro usina, a médio e longo prazos, é necessária a participação das comunidades locais, assim como do público que será beneficiado diretamente ou indiretamente pelas ações da intervenção. Sem a utilização de metodologias participativas, qualquer projeto de desenvolvimento agrícola, rural ou territorial estará destinado ao fracasso. Hoje é fundamental a participação das pessoas no processo de conhecimento de sua realidade local e regional e na implantação dos equipamentos e realização das intervenções.

A inserção da agricultura familiar no Programa Nacional de Biocombustíveis, como estratégia de superação das condições de pobreza de boa parte da população rural da Bahia, deve ser garantida não somente com a produção exclusiva da mamona, mas com a implantação de micro usinas que produzam óleo bruto, gerando mais renda para as comunidades e regiões. Essa integração agricultor familiar e unidade de beneficiamento do óleo de mamona, estruturada com a participação das organizações locais e movimentos sociais, contribuirá para a expansão dos investimentos públicos e privados no interior do estado da Bahia, e terá um efeito multiplicador no aumento do consumo e da renda familiar. É necessário, porém, que a estrutura agrária seja distribuída, que as ações estruturantes de regularização fundiária e reforma agrária sejam ampliadas, substituindo os latifúndios por unidades familiares menores, os fazendeiros absenteístas por agricultores familiares e garantindo a diversificação produtiva na organização do trabalho familiar em atividades agrícolas e não-agrícolas, tanto para o mercado quanto para o autoconsumo. Essas tecnologias de baixo custo podem chegar às várias regiões da Bahia, principalmente com o fomento e intervenção do Governo e órgãos do Estado.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, H.B.C.de; SILVA, S.P.R.da. *Estudo da viabilidade da utilização dos resíduos da mamona na geração de energia*. Relatório final das atividades do bolsista. Recife, PE. 2005. Disponível em: <<http://www.upe.poli.br/posgraduacao/pibic/files/henrique.pdf>>. Acesso em abr. 2006.
- ARROYO, N.A.R. O "kit" metano-diesel - atual estágio da pesquisa. In: ENCONTRO DE BIOGÁS AUTOMOTIVO PARA O MEIO RURAL, Brasília. *Anais...* Brasília, 1984. v.1, p.29-36. 1984.
- BELTRÃO, N.E. de M.; ARAÚJO, A.E. de; AMARAL, A.B. do; SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; PEREIRA, J.R. *Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o nordeste brasileiro*. Relatório da Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2004. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/DOC126.PDF>. Acesso em: 20. mar. 2006.
- DOURADO, Valfredo. Comunicação oral. In: SEMINÁRIO PERSPECTIVAS ATUAIS PARA O CULTIVO DE MAMONA, Salvador. *Anais...* EBDA, Salvador, 2006.

- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola para dezembro de 2005. Disponível em: www.ibge.br. Acesso em: 12. abr. 2006.
- KAPDI, S.S.; *et al.* Biogas scrubbing, compression and storage: perspectives and prospectus in Indian context. *Renewable Energy*, Elsevier, v. 30, p. 1192-1202, 2005.
- LOPES, Juliano da Silva, BELTRAO, Napoleao Esberard de Macedo; PRIMO JUNIOR, Jazon Ferreira. Produção de mamona e biodiesel: uma oportunidade para o semi-arido. *Bahia Agrícola*, Salvador, v. 7, n. 1, set. 2005.
- LOPES, M. H., *SBRT formulário de resposta técnica padrão*. Disponível em: www.sbrt.ibict.br. Acesso em: 15. maio de 2006.
- SEMINÁRIO PERSPECTIVAS ATUAIS PARA O CULTIVO DE MAMONA. Salvador: EBDA, 2006.
- SISTEMAS para extração e refino de óleos vegetais. Disponível em: www.ecirtec.com.br. Acesso em: 10. abr. 2006.

Vantagens e desafios da cultura mamoneira na Bahia

André Silva Pomponet, * Celia Regina Sganzerla Santana**

Resumo

O presente texto tem por objetivo identificar a cultura mamoneira (*Ricinus communis* L.) como uma alternativa de geração de renda para os moradores da região do semi-árido baiano, contribuindo para a redução de seus elevados índices de pobreza. Enquanto no cenário global a substituição das fontes energéticas de origem fóssil já é uma certeza, em nível nacional a lei nº 11.097 determina percentuais graduais de adição de óleo vegetal na matriz energética brasileira, o que favorece a produção de biomassa. No que se refere à mamona, o estado da Bahia já é responsável por 90% da produção do país e, de acordo com mapeamento recente da Embrapa, o sertão apresenta as condições edafoclimáticas ideais para o plantio da oleaginosa. Procurou-se discutir essas vantagens potenciais e expor os possíveis desafios econômicos, logísticos e de inclusão social que serão enfrentados para se alcançar a sustentabilidade e o êxito almejado.

Palavras-chave: semi-árido, mamona, inclusão social, biodiesel.

Abstract

This text aims to identify castor bean (*Ricinus communis* L.) culture as an alternative income for inhabitants of the Bahian semiarid region, thus contributing to reduce the high poverty levels in the region. While the replacement of fossil energy sources is already certain in the global scenario, on a national level law 11.097 determines the gradual addition of vegetal oil in the Brazilian energy matrix, favoring the production of biomass. With respect to castor bean, the state of Bahia is already responsible for 90% of the national production and, according to a recent mapping by (Embrapa), the backlands present the ideal edaphoclimatic conditions for growing it. We aimed to discuss these potential advantages and, simultaneously, present some possible challenges - economic, logistic and social - to be faced in order to reach the desired sustainability and success.

Key words: semiarid region, castor bean, social inclusion, biodiesel.

INTRODUÇÃO

O plantio da mamoneira no semi-árido nordestino tem se constituído ultimamente como uma alternativa de geração de emprego e renda para os moradores da região, acenando com a possibilidade de redução dos elevados índices de pobreza vigentes. A mamona

– semente da mamoneira – está entre os produtos empregados na geração do biodiesel, combustível não poluente que será adicionado ao óleo diesel consumido no Brasil a partir de 2008, conforme o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

Nesse cenário, a Bahia desponta como um dos estados mais favorecidos com a medida, já que é responsável por 90% da mamona produzida no Brasil, sendo que 192 dos seus municípios – conforme mapeamento realizado pela Embrapa – estão aptos para a produção da semente. A vantagem adicional é que o cultivo pode favorecer justamente os baianos

*Graduado em Economia pela UEFS e gestor governamental, atuando na Diretoria de Estudos da SEI. andré@sei.gov.ba.br

**Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela UFPR e gestora governamental, atuando na Diretoria de Estudos da SEI. celiaregina@sei.gov.ba.br

mais pobres – aqueles que sobrevivem da agricultura, residem na zona rural de municípios do semi-árido e possuem baixo nível de escolaridade – através da geração de emprego e maior integração à sociedade.

Porém, a Bahia precisa superar alguns desafios para aproveitar melhor suas vantagens competitivas e, ao mesmo tempo, combinar estas vantagens de produção com a inclusão social. O objetivo do presente artigo é o de apontar e discutir, de maneira não exaustiva, alguns desafios cuja superação pode contribuir para a sustentação do crescimento econômico baiano e, ao mesmo tempo, favorecer parcela considerável de uma população historicamente excluída.

EVOLUÇÃO DO CULTIVO DA MAMONA NA BAHIA

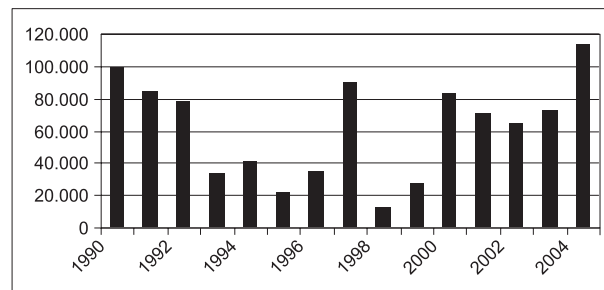
A mamona tornou-se objeto de maior atenção no Brasil depois que o governo federal sancionou, no início de 2005, a Lei nº 11.097, que determina a adição de óleo vegetal na matriz energética brasileira. Além da mamona, a soja, o dendê, o pinhão manso e outros produtos podem ser utilizados na produção do biodiesel. As apostas iniciais de êxito, no entanto, estão na mamona, já que estudos técnicos preliminares apontam a semente como mais apropriada para a geração do biodiesel.

A importância da mamona para a economia baiana, no entanto, é maior do que se pensa e precede em décadas as discussões sobre o uso da semente para a produção do biodiesel. É que no passado a produção de mamona na Bahia já foi mais significativa: nos anos 60 a área total cultivada era de 370 mil hectares (contra 134 mil em 2004 – Ver Gráfico 1) e a produção três vezes maior. Além do potencial uso como óleo combustível, a semente é utilizada também na composição de mais de 400 produtos, como vernizes, cosméticos, lubrificantes, plásticos e tintas.

Os principais demandantes das sementes da mamoneira são os Estados Unidos, a Alemanha, a França e a China, que a empregam na indústria química, no ramo conhecido como ricinoquímica (derivado do nome científico *Ricinus communis* L.). No Brasil, porém, até décadas atrás, o principal uso da mamona era na produção do óleo de rícino, substância purgativa com larga utilização medicinal pelo interior do país.

Gráfico 1

Produção de Mamona – Em toneladas (t)



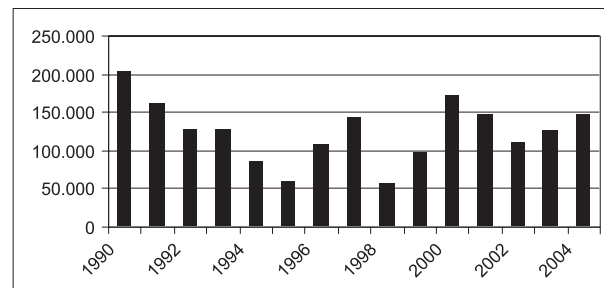
Fonte: IBGE/PAM- Produção Agrícola Municipal

Elaboração: SPA/ Coordenação de Conjuntura Agrícola – SEAGRI-Ba

Conforme já assinalado, a Bahia contribui com 90% da mamona produzida no Brasil e a região de Irecê particularmente se destaca, com 19 municípios circunvizinhos sendo responsáveis por 80% da produção baiana. Em 2004, por exemplo, o estado produziu cerca de 150 mil toneladas da semente, colaborando para que o Brasil seja considerado o terceiro maior produtor do mundo, atrás apenas da Índia e da China. Além de Irecê e região, existem núcleos produtores em cidades como Senhor do Bonfim, Jacobi-na, Seabra e Itaberaba (Ver Gráficos 2 e 3)

Gráfico 2

Área colhida de Mamona – em hectares (ha)



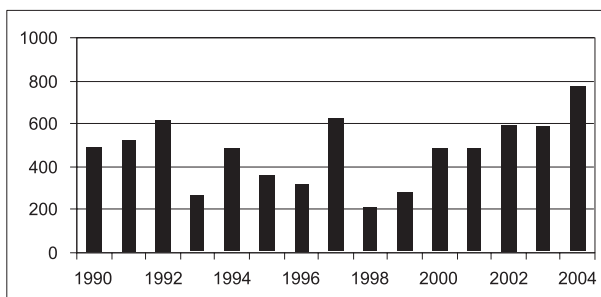
Fonte: IBGE/PAM- Produção Agrícola Municipal

Elaboração: SPA/ Coordenação de Conjuntura Agrícola – SEAGRI-Ba

Um mapeamento recente da Embrapa apontou as condições exigidas para o plantio da mamoneira, o que favorece o semi-árido baiano: altitude variando entre 300 e 1.500 metros, temperatura que oscile entre 20 e 30 graus centígrados e precipitação pluviométrica anual entre 500 e 1.500 milímetros, com regularidade. Além de apresentar perfil adequado às condições climáticas do sertão nordestino, a mamona

na possui uma vantagem adicional no que se refere à utilização de mão-de-obra: ela é intensiva em relação a este insumo, exigindo em média um trabalhador rural para cada quatro hectares plantados. Uma razão para o uso intensivo de trabalhadores é a inexistência de uma máquina apropriada para a colheita das sementes, que impõe o uso da colheitadeira do milho, com adaptações.

Gráfico 3
Rendimento Médio da Mamona – em Kg/ha



Fonte: IBGE/PAM- Produção Agrícola Municipal

Elaboração: SPA/ Coordenação de Conjuntura Agrícola – SEAGRI-Ba

VANTAGENS E DESAFIOS DO BIODIESEL

O cenário atual das fontes energéticas

Conforme informações oficiais, a realidade do cultivo da mamona está começando a mudar com a vigência da Lei nº 11.097, que prevê a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel consumido no país até 2008. A partir de 2013 serão 5%, podendo o prazo ser reduzido a critério da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), conforme determina a lei. A previsão oficial é que esses 2% iniciais representem 800 mil metros cúbicos anuais de biodiesel para o mercado interno.

A substituição de combustíveis fósseis pela biomassa, no entanto, não é uma preocupação recente. Desde os dois choques do petróleo (1973 e 1979) que a utilização de fontes energéticas alternativas vem sendo discutida, já que o petróleo é uma fonte finita e cartelizada (através da Organização dos Países Produtores do Petróleo) e sujeita a oscilações de preços, mesmo sendo o Brasil auto-

suficiente em sua produção, segundo autoridades governamentais. Dotado de grande extensão territorial e de largas áreas agricultáveis, o Brasil optou pela utilização do combustível derivado da cana-de-açúcar a princípio, em meados dos anos 70. O PROÁLCOOL fracassou porque o rendimento dos veículos que empregavam o combustível não agradou os consumidores, e também porque não favoreceu os pequenos produtores, conforme se previa inicialmente. A certeza de que o petróleo é uma fonte finita de energia e que alternativas para o longo prazo devem ser buscadas (além do evidente aprimoramento tecnológico que aumentou o desempenho dos automóveis movidos a álcool e reavivou o interesse dos consumidores) levou as autoridades a repensar a utilização de biomassa, o que resultou na recente legislação.

Além de constituir alternativa para atender às necessidades energéticas internas, a biomassa representa também fonte potencial de geração de divisas, já que os países centrais são os principais demandantes de combustíveis e não dispõem de terras agricultáveis na dimensão necessária. É o caso da União Européia, que precisaria ocupar 61% de suas terras aráveis para substituir apenas 20% dos combustíveis fósseis que utiliza. E o principal consumidor mundial, os Estados Unidos, precisaria destinar toda sua produção de soja e milho para substituir apenas 12% dos combustíveis que consome. Caso esses países incluam a biomassa em sua matriz energética, o Brasil e a Bahia, em particular, surgem como potenciais fornecedores.

A utilização de óleos vegetais na composição do combustível não tem apelo apenas econômico. Grandes emissores de gases poluentes que têm degradado a atmosfera do planeta, os combustíveis fósseis são criticados por ambientalistas e têm sofrido restrições em sua utilização. Uma evidência é o Protocolo de Quioto, que prevê a redução da emissão de gases tóxicos no planeta nos próximos anos e elege os combustíveis fósseis como um dos seus principais geradores.

Assim, a biomassa surge como alternativa energética viável para países como o Brasil, embora provavelmente venha a sofrer a concorrência de outras fontes alternativas e não poluentes de energia.

O desafio da sustentabilidade econômica

É inegável a importância crescente do cultivo da mamoneira para a economia baiana. Dados do IBGE indicam que em 2003 o valor da produção local alcançou R\$ 63,815 milhões.

No ano seguinte houve um salto para R\$ 119,814 milhões. Esse desempenho, inclusive, foi anterior à legislação que trata dos biocombustíveis. Conforme já dito, 80% da produção provém da micro-região de Irecê, embora o cultivo seja apropriado para 192 municípios baianos. Esses dados revelam que existe um enorme potencial para expansão do cultivo, principalmente no semi-árido.

O cultivo da mamoneira pode tornar-se mais atraente. Porém, ainda depende de maior aprimoramento genético. O problema é que o balanço energético – que significa a quantidade de energia gerada dividida pela quantidade de energia (de origem fóssil) gasta para gerá-la, medida em Giga joules – fica em torno de 2,0 Giga joules, quantidade considerada muito baixa quando comparada ao retorno oferecido pela cana-de-açúcar (8,06 Giga joules), por exemplo.

Esse desempenho pode ser melhorado caso seja elevada a quantidade de óleo vegetal da semente, hoje situada em 48%. Verificou-se que o aprimoramento genético da mamona pode ser obtido através da seleção de melhores variedades e pelo uso de leguminosas em consórcio (adubos verdes). Esforços com essa finalidade vêm sendo desenvolvidos, inclusive na Bahia. Para tanto, foi firmada uma parceria entre a UFBA e a UESC, que além de buscar aumentar o teor de óleo, pretende tornar a planta mais resistente e produtiva. A parceria tem também a finalidade de avaliar o desempenho de biocombustíveis em motores automotivos.

As preocupações com a produtividade da mamona se justificam também porque já há quem defenda o uso do pinhão manso como alternativa à semente, mesmo com um teor de óleo inferior, variando entre 28% e 40%. A razão está no fato da mamona não

Conforme já assinalado, a Bahia contribui com 90% da mamona produzida no Brasil e a região de Irecê particularmente se destaca, com 19 municípios circunvizinhos sendo responsáveis por 80% da produção baiana. Em 2004, por exemplo, o estado produziu cerca de 150 mil toneladas da semente, colaborando para que o Brasil seja considerado o terceiro maior produtor do mundo, atrás apenas da Índia e da China

suportar cultivo consorciado nos primeiros dois meses de vida e necessitar de renovação a cada dois anos, o que não acontece com o pinhão manso. O cultivo deste, todavia, ainda está em fase preliminar e a Embrapa mantém estações experimentais em Senhor do Bonfim, na Bahia, além de Glória (SE) e Petrolina (PE).

O contínuo aprimoramento genético e o desenvolvimento de métodos para elevar a produtividade são imperativos nas modernas atividades agrícolas, mas é ainda mais relevante no cultivo da mamona voltada para a produção de biodiesel, que compete com fontes energéticas alternativas e, de forma mais acirrada, com outros produtos vegetais aplicáveis ao mesmo uso.

O desafio da logística

O melhoramento genético e as condições adequadas para o plantio da mamoneira, porém, não são as únicas exigências para assegurar a viabilidade econômica do cultivo. O atual estágio da economia mundial tende a igualar custos de produção, deslocando o diferencial nos preços para a esfera da circulação dos produtos. Esses efeitos também são visíveis nas atividades agrícolas, principalmente naquelas voltadas para o setor externo. Daí a importância de existir uma infra-estrutura adequada para o escoamento da produção, notadamente num país com as dimensões continentais do Brasil.

O raciocínio sobre o Brasil é aplicável à Bahia, pois o estado possui grande dimensão territorial e necessita, também, de uma infra-estrutura capaz de escoar competitivamente seus produtos. Um detalhe adicional sobre a importância dessa infra-estrutura é que grande parte dos municípios apropriados para o cultivo da mamona situa-se na porção interior do estado, afastados da região litorânea e, freqüentemente, a grande distância das maiores cidades. Apesar dos problemas de subutilização de ferrovias e da hidrovia do São Francisco e da má conservação das rodovias federais, a Bahia possui uma estrutura viária

diversificada e que pode representar um diferencial competitivo, desde que plenamente aproveitada.

A exemplo de grande parte do Brasil, as rodovias baianas possuem relevância especial no que se refere à circulação de produtos e de pessoas. As BR 242, 101, 116 e 324, particularmente, são ainda mais importantes porque unem regiões estratégicas do estado. A conservação dessas vias tradicionais de circulação é decisiva para a redução dos custos de transporte, favorecendo os produtores. Nesse sentido, as alternativas hidroviária e ferroviária, hoje pouco utilizadas, podem representar auxílio adicional, reduzindo a demanda em relação às rodovias e contribuindo para que estas permaneçam em condições trafegáveis.

O governo baiano vem se esforçando para ofertar uma melhor infra-estrutura para o setor, tendo firmado uma parceria entre a Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI), a FAPESB e a PUC do Rio de Janeiro. O objetivo da parceria é avaliar a estrutura portuária, rodoviária, ferroviária e a hidrovía do São Francisco, considerando as necessidades da cadeia produtiva do biodiesel, abrangendo do plantio da mamoneira à venda do biodiesel nos postos de combustíveis.

O desafio da inclusão social

O sucesso da adição do biodiesel ao óleo combustível consumido no Brasil ainda é fonte de dúvidas de especialistas, apesar do otimismo das autoridades que apostam na biomassa e, no caso baiano em particular, no êxito da mamona. As contestações vão da viabilidade energética da semente à logística para escoar a produção, passando por uma política consistente de preços para estimular o produtor a preservar seus cultivos. Mas mesmo que supere os desafios expostos, o êxito só será completo caso a cultura mamoneira gere emprego e renda, incluindo no mercado de trabalho os trabalhadores rurais residentes no semi-árido.

Para se alcançar o objetivo da inclusão social, porém, é necessário que desafios secundários sejam superados, o que tornará esta inclusão sustentável, evitando que a miséria se perpetue através da repetição de erros do passado que levaram outros cultivos à decadência.

De imediato, o principal desafio é a sustentação de preços que estimulem o produtor a manter seus cultivos. No mês de julho/06, por exemplo, o quilo da semente da mamona custava R\$ 0,25 no Submédio São Francisco, valor considerado muito baixo em relação àquilo que o governo inicialmente projetava (R\$ 1,50). Só obtêm preços melhores os produtores que têm contrato firmado com empresas produtoras de biodiesel, mas mesmo assim o preço do quilo não supera os R\$ 0,55. Outros proble-

mas apontados são: a ausência de compradores, crédito para o plantio e garantias de venda.

Existe a preocupação de se evitar que a monocultura da mamona se espalhe pelo semi-árido, tornando os agricultores suscetíveis às oscilações de preços no longo prazo, mesmo que se assegure um preço atraente no curto prazo. A saída apontada é a diversificação no cultivo, evitando a dependência excessiva da mamona. Na região de Irecê, por exemplo, existe o cultivo consorciado da mamoneira com o feijão, o que constitui uma fonte alternativa de renda para os produtores. Há, no entanto, outras razões para se evitar a monocultura da mamona: o risco de que haja elevação nos preços dos alimentos nas regiões produtoras da semente (decorrente da redução nas áreas plantadas com alimentos) e os riscos ambientais, pois a monocultura pode comprometer a biodiversidade local, com efeitos desastrosos para a região.

A alternativa para combinar a redução dos riscos ambientais e sociais decorrentes da monocultura e gerar emprego e renda é o fortalecimento da agricultura familiar entre os plantadores da mamoneira. A história da Bahia mostra que a busca por resultados obtidos pela monocultura no curto prazo sempre se sobrepuseram aos seus efeitos perversos de longo

Além de constituir alternativa para atender às necessidades energéticas internas, a biomassa representa também fonte potencial de geração de divisas, já que os países centrais são os principais demandantes de combustíveis e não dispõem de terras agricultáveis na dimensão necessária

prazo. No Brasil Colônia houve a cana-de-açúcar, que depois dos resultados encorajadores dos primeiros anos mergulhou em prolongada letargia, arrastando a economia local, pouco dinâmica. No século XX, a monocultura cacaueteira entrou em decadência, gerando uma multidão de desempregados e problemas sociais crônicos, embora com efeitos menos nocivos sobre a economia baiana, que à época já se diversificara. Em menor escala, o fumo cultivado no Recôncavo reproduziu esse ciclo vicioso.

Assim, o fortalecimento dos pequenos agricultores combina inclusão social, maiores possibilidades de conservação ambiental e mercado competitivo, o que não se verifica no moderno agronegócio. Contudo, há outras questões urgentes, e uma delas é que os pequenos agricultores ainda não estão em condições de competir com os grandes produtores pela fatia de mercado que se abre com a obrigatoriedade de se adicionar 2% de biodiesel ao óleo combustível até 2008. Vale ressaltar, inclusive, que nesse mercado competem não apenas os produtores de mamona, mas também de outros cultivos solidamente consolidados no Brasil, como a cana-de-açúcar (com extensas plantações em Alagoas e São Paulo) e a soja (disseminada pelo Centro-Oeste e também no Oeste da Bahia).

Uma das características da monocultura, que se disseminou pelos países periféricos desde os primórdios da colonização, é a sempre baixa agregação de valor ao produto. Normalmente, a produção sempre foi baseada em intensa exploração da mão-de-obra pouco qualificada e em cultivos extensivos de baixa produtividade. A inelasticidade da demanda por esses produtos no longo prazo, a concorrência entre os produtores e a deterioração dos termos de troca freqüentemente pressionam os preços para baixo, a despeito dos corriqueiros surtos otimistas. A solução que se coloca é o beneficiamento desses produtos primários, agregando valor e incrementando a renda dos trabalhadores envolvidos no processo produtivo. Num mercado com inúmeros produtores que dispõem de pouco capital, como é o caso

Apesar dos problemas de subutilização de ferrovias e da hidrovía do São Francisco e da má conservação das rodovias federais, a Bahia possui uma estrutura viária diversificada e que pode representar um diferencial competitivo, desde que plenamente aproveitada

dos plantadores de mamona baianos, a alternativa é inviável individualmente. Porém, é perfeitamente factível através da associação e da cooperação dos agricultores, desde que contem com o suporte governamental (fornecendo informações técnicas, viabilizando a infra-estrutura, implementando uma política de crédito para plantio e assegurando a sustentação dos preços).

No caso da mamona e demais oleaginosas empregadas na produção do biodiesel, está prevista a geração de emprego e renda principalmente no processo de beneficiamento (esmagamento e produção do biodiesel propriamente dita). Entidades como a Central Única dos Trabalhadores (CUT) e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST) anunciam que pretendem pressionar o governo para que facilite a participação de cooperativas e associações nesses estágios da cadeia produtiva do biodiesel, inclusive assegurando o acesso ao crédito nas mesmas condições que as grandes empresas do setor.

No entanto, as oito fábricas de biodiesel que serão construídas na Bahia não têm esse perfil. Quatro empresas já assinaram protocolos (incluindo a Petrobras) e deverão investir R\$ 250 milhões, produzindo 300 milhões de litros de biodiesel anualmente, em unidade localizadas em Candeias, Feira de Santana, Ourulândia e Iraquara. A entrada em operação das oito fábricas, conforme se estima, permitirá a produção de 640 milhões de litros de biodiesel, beneficiando 83 mil famílias de agricultores no plantio da mamona.

A concentração de todo o processo de beneficiamento em unidades localizadas em apenas alguns municípios tende a sustentar o perfil atual da economia baiana, em que municípios grandes ou de médio porte concentram parcela expressiva do PIB estadual. A pulverização das etapas iniciais de beneficiamento em vários municípios produtores favoreceria a desconcentração, facilitando a geração de empregos e estimulando o empreendedorismo em regiões em que a cultura empresarial é parcamente disseminada.

Mas, ainda que esse passo não tenha sido dado, o desenvolvimento do cultivo da mamona para a produção do biodiesel pode apontar nesta direção. A perspectiva otimista se justifica pelo fato de, ao contrário do passado, existir uma maior preocupação com a questão social, embora a viabilidade econômica do cultivo não possa ser deixada de lado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2004, havia na Bahia cerca de 150 mil hectares de mamona plantados em 80 municípios, embora a produção estivesse concentrada na micro-região de Irecê. Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário, para que atenda à demanda nacional pelo produto nos próximos anos, o Nordeste precisa plantar 1,8 milhão de hectares da semente ou 1,5 milhão de hectares de mamona e outras oleaginosas. Por esses números percebe-se que existe potencial para a expansão do cultivo baiano, mesmo havendo condições climáticas apropriadas em praticamente todo o país e que outros estados nordestinos, como o Ceará, já estejam plantando a mamona. Além disso, existe a concorrência de outras oleaginosas, como o pinhão manso, que está em fase experimental.

Sendo assim, mais do que tornar viável o biodiesel da mamona, integrando-o ao circuito produtivo do Brasil e ao semi-árido nordestino, o principal desafio que se coloca é gerar emprego e renda para a população marginalizada que reside nas zonas rurais das pequenas cidades. Sem recursos, sem educação adequada e habitando locais pouco dinâmicos economicamente, essa parcela da população baiana (e nordestina) tem diante de si a possibilidade rara de inserir-se socialmente, melhorando as condições de vida no interior do Nordeste.

Mas, para tanto, é necessário evitar os erros históricos cometidos no passado em relação à monocultura e que apenas contribuíram para alimentar a pobreza e a exclusão social que hoje constituem a principal fonte dos problemas enfrentados pelo Brasil. Combinar uma atividade humana milenar como a agricultura com os métodos cada vez mais sofisticados do capitalismo moderno e, ao mesmo tempo, in-

cluir segmentos da população que sempre estiveram à margem do circuito produtivo é um desafio hercúleo que exige a mobilização da sociedade e do Estado.

Esse desafio não deixa de delinear-se como uma alternativa inovadora: não se busca a antiga monocultura pouco complexa e altamente

excludente e não se busca o moderno agronegócio com sua elevada produtividade e sua baixa absorção de mão-de-obra. O que se busca é combinar inserção social através da agricultura familiar, geração de emprego e renda, sustentabilidade ambiental, diversificação produtiva e, coroando o ciclo virtuoso, encontrar uma alternativa energética viável ao combustível fóssil poluente cujas fontes são finitas.

REFERÊNCIAS

BAHIA lança rede de biocombustíveis. Agecom, Salvador, s/d. Disponível em: bahiainvest.com.br/post/noticias. Acesso em: 9 ago. 2006.

BAHIA. Secretaria da Ciência, Tecnologia e Inovação; EMPRESA BAIANA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA. *Desenvolvimento da lavoura familiar de mamona para a viabilização do Probiodiesel Bahia*. Informações gerais sobre o cultivo da mamona na Bahia. Disponível em: <redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br/index> Acesso em: 10 ago. 2006.

BAHIA. Secretaria da Ciência, Tecnologia e Inovação; PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (R.J.). *Estudo de logística e de viabilidade técnico-econômica da cadeia de produção do biodiesel*. Apresentação de projeto para estudo de infra-estrutura viária da Bahia. Disponível em: <redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br/index> Acesso em: 10 ago. 2006.

BARTELÓ, Cassandra. Preocupação de especialistas é que o programa lançado este mês pelo governo federal consiga cumprir papel social. *A Tarde*, Salvador, 27 dez. 2004. Disponível em: www.seagri.ba.gov.br/noticias. Acesso em: 12 ago. 2006.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA ARQUITETURA E AGRONOMIA DA BAHIA. *A hora e a vez do biodiesel*. Apresentação de vantagens da utilização do biodiesel, [s.d]. Disponível em: www.creaba.org.br/revista/Edicao_11/biodiesel. Acesso em: 8 ago. 2006.

EMBRAPA. *Apresentação do produto*. Disponibiliza informações sobre a semente da mamoneira, [s.d]. Disponível em: www.cnpa.embrapa.br/produtos/apresentacao. Acesso em: 26 jul. 2006.

_____. *Cadeia produtiva – óleo de mamona e biodiesel*. Explica processo de produção do biodiesel. Disponível em: www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cadeia_produtiva_biodiesel. Acesso em: 24 jul. 2006.

EMÍLIO, Paulo. Biodiesel da mamona não decolou. *Valor Econômico*, São Paulo, 17 jul. 2006. Disponível em: www.ilumina.com.br/zpublisher/Noticias. Acesso em: 10 ago. 2006.

_____. Embrapa busca alternativas à mamona. *Valor Econômico*, São Paulo, 17 jul. 2006. Disponível em: www.ilumina.com.br/zpublisher/Noticias. Acesso em: 10 ago. 2006.

FURTADO, Celso. *Formação econômica do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundo da Cultura, 1964.

GLASS, Verena. CUT prepara agricultores do Nordeste para produção. *Agência Carta Maior*. São Paulo, 25 fev. 2005. Disponível em: www.agenciartamaior.uol.com.br/templates/materiaMostras. Acesso em: 24 jul. 2006.

LEAL, Jocélio. A mamona não vai acabar com a pobreza. *O Povo*, Fortaleza, 05 de out. 2004. Disponível em: www.concepto.com.br/eclipping/eclipping. Acesso em: 26 jul. 2006.

PRADO JÚNIOR, Caio. *História econômica do Brasil*. São Paulo: Brasiliense, 2004.

SAVY FILHO, Ângelo. Cultura da mamoneira. *Boletim do IAC*. São Paulo, n. 200, maio. 2005. Disponível em: www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Mamona/Mamona.htm. Acesso em: 10 ago. 2006.

Gás natural:
algumas questões

Contratos e a indústria de gás natural

Oswaldo Guerra*

Resumo

A decisão do governo da Bolívia de nacionalizar as reservas de gás e expropriar os ativos da Petrobras naquele país trouxe à tona um tema tratado na literatura econômica: os problemas contratuais que costumam estar presentes nas chamadas indústrias de rede. Foi com a teoria dos custos de transação que o conceito de contrato ganhou relevância na teoria econômica. Uma breve revisão dessa teoria e uma análise dos contornos da crise gerada com a decisão boliviana permitem que se extraia uma importante lição. Há que se ter cautela antes de se realizar alianças políticas envolvendo investimentos públicos e privados e de se estabelecer contratos em países com baixo apreço pelas instituições, especialmente em uma indústria na qual tais contratos são marcados por uma forte incerteza ambiental e comportamental.

Palavras-chave: gás natural, indústrias de rede, teoria dos custos de transação, contratos, incertezas.

Abstract

The decision by the government of Bolivia to nationalize the gas reservoirs and expropriate the assets of Petrobras in that country, raised a theme addressed in economic literature: contract problems that tend to exist in the so-called network industries. The contract concept became relevant in the economic theory thanks to the theory of transaction costs. A brief review of this theory and an analysis of the outlines of the crisis generated by the Bolivian decision, allow us to learn an important lesson. Caution must be taken before making political alliances involving public and private investments, and before establishing contracts with countries with low regard for institutions, especially in an industry where such contracts are marked by strong environmental and behavioral uncertainties.

Key words: natural gas, network industries, theory of transactions costs, contracts, uncertainties.

INTRODUÇÃO

Antes da inauguração do gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), o consumo de gás natural no Brasil era incipiente. Desde então, os governos FHC e Lula trataram de estimular o uso do gás natural, sendo a atratividade da tarifa cobrada pela Petrobras o principal instrumento utilizado. Como a produção nacional cresceu bem menos que o consumo, o Brasil se tornou refém do gás boliviano. Diante desse quadro, a recente crise entre a Bolívia e o Brasil gerou diversas

implicações econômicas. Uma delas foi a ameaça feita pela Petrobras de suspender novos investimentos no país vizinho e recorrer à justiça internacional, caso os contratos firmados que estabelecem condições de oferta e preço para o gás boliviano sejam rompidos unilateralmente.

O principal objetivo deste artigo é examinar essa implicação. Ela traz à tona os problemas contratuais que costumam estar presentes nas chamadas indústrias de rede, como é o caso do gás natural. A literatura econômica trata desses problemas e uma sucinta revisão desta literatura, com base nos trabalhos clássicos de Ronald Coase e Oliver Williamson, será apresentada ao leitor na próxima seção. Na seção

* Doutor em Economia pela UNICAMP. Professor do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia. oguerre@ufba.br

seguinte, as características estruturais da indústria de gás natural e as causas que levaram ao avanço do uso desse insumo na matriz energética brasileira são expostas. A última seção contém as considerações finais. Nela busca-se entrelaçar conceitos da teoria dos custos de transação com aspectos que afloram no contencioso entre a Bolívia e o Brasil.

CONTRATOS NA TEORIA ECONÔMICA

Quando Adam Smith (1776) cunhou a expressão “mão invisível”, ele inaugurou uma tradição na teoria econômica: o mercado seria capaz de coordenar, da maneira mais eficiente possível, as atividades produtivas dos diversos agentes econômicos. O mecanismo de preços, subjacente aos mercados, sinalizaria desequilíbrios entre oferta e demanda e estimularia os agentes a realocarem os recursos da economia. Ou seja, Smith não vislumbrava a possibilidade de conflitos de interesse entre as partes gerar perdas nas relações entre os agentes econômicos.

Em seu famoso artigo, *The Nature of the Firm*, Ronald Coase (1937) expressa sua discordância com relação à Smith. Para ele, as atividades produtivas dos diversos agentes econômicos dificilmente poderiam ser coordenadas, exclusivamente, pelo mecanismo de preço. Quando as transações mercantis – compra de um insumo, por exemplo – ocorrem via mercado, elas exigem algum tipo de arranjo contratual que custa algo. Dessa perspectiva surge o conceito de custos de transação (custos de se utilizar o mercado), até então largamente ignorado pelos economistas que privilegiavam a análise dos custos de produção.

Quanto maior o número de transações e os atributos a elas inerentes (especificidade de ativos e incertezas), mais elevados seriam esses custos. A substituição das transações via mercado por mecanismos de coordenação internos à firma eliminaria tais custos. Os agentes econômicos, ao adquirirem a propriedade de determinados fatores de produção, realizando, por exemplo, um movimento de integração vertical para trás, conseguem o direito de utilizar tais fatores sem a necessidade de confeccionar uma série de contratos, como ocorreria caso utilizassem o mecanismo de preços. Portanto, na visão de Coase,

mercados e firmas são instituições alternativas de coordenação das atividades produtivas no interior das sociedades econômicas.

Oliver Williamson (1985) herda a herança de Coase e promove avanços na chamada Economia dos Custos de Transação. Sua abordagem não se restringe aos dois extremos para a realização das transações (firma ou mercado), uma vez que ele introduz na análise estruturas de governança intermediárias. Além disto, trata de definir custos de transação em termos de variáveis passíveis de mensuração e inclui a dimensão intertemporal para o entendimento e evolução dos mecanismos institucionais.

Nesse último aspecto, Williamson destaca que as interações entre os agentes na economia capitalista ocorrem em um contexto onde a repetibilidade condiciona os processos decisórios e estabelece a confiança mútua. Essa repetibilidade é construída a partir de compromissos firmados ao longo do tempo, nos quais se estabelece um conjunto de relações contratuais baseadas em promessas de condutas futuras que ultrapassam os acordos jurídicos formais, com possibilidades de ajustes a eventos imprevistos e mecanismos de tomada de decisões (MORAES, 2003).

Vale dizer, a economia dos custos de transação em Williamson trata o problema da organização da produção como um problema de contratação. As transações econômicas podem ser analisadas como contratos e para cada tipo de transação há um mecanismo explícito ou implícito de contrato.

Nas indústrias de rede, como é o caso do gás natural, diversos contratos precisam ser firmados, seja porque se trata de relações internacionais, seja porque reformas foram feitas nessas indústrias, promovendo desintegração vertical, redução de barreiras à entrada e novas formas de comercialização. A tarefa de coordenar esses contratos exige o conhecimento das variáveis que afetam diretamente os custos de transação *ex ante* (coletar informações, negociar, redigir e criar salvaguardas para os contratos) e *ex post* (monitorar, renegociar e adaptar os termos contratuais a novas contingências). Como os agentes econômicos são incapazes de ter pleno conhecimento de todas as informações e a incerteza associada à imprevisibilidade de eventos futuros não pode ser reduzida a um cálculo probabilístico, os contratos

não podem ser completos, abrindo precedente para futuras negociações e barganhas.

Quando as incertezas envolvidas nas transações econômicas estão associadas a mudanças nos parâmetros básicos que norteiam as relações comerciais, como a escassez de um insumo, ela é do tipo ambiental. No caso da incerteza vinculada ao comportamento dos agentes após o comprometimento entre as partes de uma transação em determinado contrato, ela é dita comportamental. Este segundo tipo está vinculado às chamadas práticas oportunistas. Como sublinha Williamson (1985, p. 57), o oportunismo em termos econômicos se refere a uma revelação incompleta ou distorcida das informações, especialmente quando existem esforços premeditados para equivocar, ocultar, ofuscar ou, de alguma outra forma, confundir. O oportunismo *ex ante* se dá quando uma das partes oculta informações essenciais antes da execução do contrato e o *ex post* surge durante a fase de execução do contrato.

Em suma, com a teoria dos custos de transação, o conceito de contrato ganhou relevância na teoria econômica. Ele é também tratado em duas outras vertentes teóricas: a teoria dos incentivos e a teoria dos contratos incompletos (BROSSEAU; GALLANT, 2002; COOTER; ULEN, 1998). Essas três vertentes têm capacitado os economistas a renovarem suas análises sobre os problemas de coordenação nos campos da Microeconomia, Economia Industrial e Institucional.

GÁS NATURAL: características e demanda no Brasil

A cadeia produtiva da indústria de gás natural é composta pelos segmentos de exploração, produção e distribuição. Esses segmentos são interligados por redes de gasodutos que transportam o gás natural das unidades produtivas para os distribuidores e destes para o consumidor final. Esse transporte pode ser

feito também através de navios ou caminhões na forma liquefeita (GNL), sendo que o meio marítimo requer uma tecnologia mais avançada e uma infraestrutura portuária específica, o que torna o custo de operação mais alto.

Nas indústrias de rede, como é o caso do gás natural, diversos contratos precisam ser firmados, seja porque se trata de relações internacionais, seja porque reformas foram feitas nessas indústrias, promovendo desintegração vertical, redução de barreiras à entrada e novas formas de comercialização

A importação de GNL é um processo que começa com a transformação do gás em líquido no seu país de origem para que possa ser acondicionado em navios e exportado em seguida. No destino, é necessária uma planta que transforme o produto novamente em gás. Em vista disso, o gasoduto é o meio mais viável economicamente para transportar o gás natural, especialmente nos casos de grandes distâncias, ainda que sua construção exija um elevado investimento.

Apesar do gás ser considerado uma *commodity* (produto homogêneo, muito influenciado por movimentos de oferta e demanda e transacionado em bolsas de futuro), o fato de ele ser finito e o fator geopolítico tornam-no uma *commodity* estratégica e transnacional. Enquanto vastos recursos economicamente aproveitáveis se localizam em regiões de limitada demanda, outras, fortemente industrializadas, ressentem-se da sua existência. Os desdobramentos geográficos desse desequilíbrio natural têm sido uma constante fonte de incertezas e riscos para a atividade produtiva e têm marcado profundamente a história desse energético.

Diante desse quadro é que se deve entender a construção do GASBOL: o Brasil interessado em diversificar sua matriz energética e a Bolívia em escoar sua produção. Sua construção envolveu um investimento de cerca de US\$ 2 bilhões e a capacidade projetada inicialmente de transporte foi de 30 milhões de m³/dia. A Petrobras assumiu os riscos do empreendimento, incluindo o financiamento e a construção do duto nos dois lados da fronteira. Para viabilizar esse financiamento, a empresa chegou a pagar antecipadamente por capacidades de transporte. Em contrapartida, obteve o controle da operação do trecho brasileiro do gasoduto e a posição de carregador exclusivo do gás boliviano até o volume de 30 milhões de m³/dia, firmando com os bolivianos um contrato de

compra por prazo de 20 anos com cláusula do tipo *take or pay*. Contratos desse tipo protegem os investimentos feitos pelas firmas em ativos específicos, como é o caso do gasoduto, e resguardam o seu direito de propriedade e de retornos de longo prazo sobre o capital fixo. Na perspectiva do ofertante, ele estimula os investimentos em exploração e produção e garante um fluxo de renda independente do volume consumido.

O GASBOL entrou em operação em 1999. A opção brasileira pelo gás natural foi estratégica. O objetivo era reduzir a dependência que o Brasil possuía em relação ao petróleo e à energia produzida pelas usinas hidrelétricas. Todavia, no primeiro semestre de 2002, apenas 12 milhões de m³/dia de gás estavam sendo carregados, o equivalente à demanda brasileira da época. Como, contratualmente, o Brasil era obrigado a pagar aos bolivianos por um gás que não estava utilizando, houve várias negociações, com diferentes governantes do país vizinho, para que o preço fosse reduzido. Todas sem sucesso.

Como mencionado na introdução, diante dessa ociosidade do GASBOL, os governos FHC e Lula buscaram estimular uma maior demanda pelo gás natural, sendo a atratividade da tarifa cobrada pela Petrobras o principal instrumento utilizado. Esse estímulo ganhou força com o racionamento de energia, em 2001, que lançou incertezas sobre a disponibilidade de eletricidade. Com o gás, as empresas podem produzir a própria eletricidade, utilizando para isso geradores especiais. Outro fator que impulsionou a venda do gás natural foi a escalada no preço do petróleo. O gás liquefeito de petróleo (GLP), o popular gás de botijão, é um derivado do petróleo e chega a custar 80% mais do que o gás natural. Houve também um forte avanço na utilização automotiva. A frota nacional de carros convertidos para rodar com o gás natural veicular (GNV), um combustível bem mais barato que a gasolina, cresceu bastante.

Como a produção nacional se expandiu bem menos que o consumo, o Brasil se tornou refém do gás boliviano. Em março de 2006, 44% do gás consumi-

do foi importado da Bolívia. Em São Paulo, o produto boliviano responde por 91% do consumo total de gás. Nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, o gás da Bolívia corresponde a 100% do consumo e, em Minas Gerais, a 50% (Tabela 1).

Frente a esses números, o decreto que nacionalizou todas as operações da indústria de hidrocarbonetos da Bolívia trouxe sérias preocupações, especialmente aos segmentos industriais brasileiros que passaram a usar o gás natural como fonte energética de seus processos produtivos. Pelas disposições do decreto, para continuarem a operar no país, as empresas petrolíferas devem, após um período de transição de 180 dias, assinar novos contratos atendendo as novas condições legais que as tornam meras operadoras a serem remuneradas pela prestação de serviços. O Estado boliviano fará jus a 32% do valor da produção de cada campo, a título de imposto direto, e a 18% de *royalties*.

O GASBOL entrou em operação em 1999. A opção brasileira pelo gás natural foi estratégica. O objetivo era reduzir a dependência que o Brasil possuía em relação ao petróleo e à energia produzida pelas usinas hidrelétricas

Tabela 1
Demanda de gás natural no Brasil – março de 2006

Setores	Demanda (m ³ /dia)	Dependência
Indústrias	23,3 milhões	RS (100%)
Energia elétrica	10,2 milhões	SC (100%)
Veículos	5,3 milhões	PR (100%)
Residências	0,6 milhão	MT (100%)
Comércio	0,5 milhão	MS (100%)
Outros	0,7 milhão	SP (91%)
Total	40,0 milhões	MG (50%)
Oferta da Bolívia	17,7 milhões	44%

Fonte: ABEGÁS, 2006

Ademais, a partir de agora, as empresas recolherão à empresa estatal boliviana (YPFB) uma participação adicional sobre o valor da produção dos campos. Durante o período de transição, a participação será de 32% para campos que produziram em 2005, em média, mais de 100 milhões de pés cúbicos por dia, e nula para os demais. A medida penaliza os grandes campos de gás, em especial os da Petrobras e da Repsol, que serão remuneradas com apenas 18% do valor da produção,

para remunerar seus custos de operação, depreciação dos investimentos e utilidades.

A rigor, o decreto foi além do processo de nacionalização, pois expropriou os ativos das empresas que exploram e produzem hidrocarbonetos na Bolívia. Como se não bastasse, o governo boliviano tem insinuado que gostaria de aumentar o preço do gás natural fornecido ao Brasil dos atuais US\$ 3,2 para algo entre US\$ 6 e US\$ 7. A Petrobras promete negociar com a Bolívia para manter as regras do atual contrato. A estatal tem afirmado que não aceitará modificação unilateral no preço do gás e lembra que quando quis negociar redução de preços, à época da ociosidade no GASBOL, a Bolívia foi irredutível.

Um outro aspecto merece destaque. Nota-se na Tabela 1 que as termelétricas aparecem em segundo lugar no *ranking* de demanda por gás natural. Em razão das chuvas que têm garantido o abastecimento de energia hidrelétrica, a situação, do ponto de vista conjuntural, é tranqüila. Se, todavia, todas as termelétricas do país entrassem em operação e as demais demandas continuassem crescendo no mesmo ritmo, o atual déficit potencial de gás natural cresceria.

Diante desse quadro, existia uma agenda mínima de investimentos estabelecida pelo governo brasileiro que incluía, entre outras decisões, a expansão da capacidade do GASBOL em mais 15 milhões de m³/dia. Com a crise, a expansão foi suspensa e os segmentos industriais demandantes de gás já falam em reconversão dos seus processos produtivos para óleo. A motivação para tal comportamento não está associada apenas às incertezas ambientais e comportamentais, mas também à elevação do preço do gás natural. Desde setembro de 2005, já foram anunciados três reajustes de preço. Para este ano, a Petrobras, responsável pela distribuição, anunciou que fará aumentos trimestrais devido ao encarecimento do gás boliviano. Os reajustes de agora são uma clara estratégia para desestimular a expansão do consumo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sucinta revisão da teoria dos contratos feita acima deixa claro que a distribuição de riscos entre os agentes envolvidos em determinada relação comercial é determinada pelo formato do contrato. Esse formato é de particular importância quando a transação comercial requer investimentos em ativos fixos específicos, como é o caso de um gasoduto. Esse tipo de investimento traz implícito o problema de custos irrecuperáveis (*sunk cost*), pois o ativo não pode ser transferido para outro fim sem significativas perdas.

Nesse caso, deve-se estabelecer um sistema de incentivos para evitar que a relação contratual seja rompida unilateralmente. Ônus por descumprimento de cláusulas e comprometimento de capital no investimento em ativos específicos são dois exemplos que podem ser utilizados (MAHER, 1997). No caso em tela, como a Petrobras assumiu quase integralmente o ônus com o GASBOL, o segundo tipo de incentivo não foi usado. Dirigentes da estatal reconhecem o erro e têm afirmado que não haverá mais modelos de viabilização de projetos como foi o do Gasoduto Bolívia-Brasil, no qual a empresa investiu 90% dos US\$ 2 bilhões aplicados e ficou com 51% das ações, enquanto os demais sócios (um grupo de empresas internacionais) aplicaram US\$ 180 milhões e ficaram com 49% do capital.

É preciso ter claro que Bolívia e Petrobras têm muito a perder na disputa que travam: não há alternativas de escoamento do gás por parte da Bolívia, que não detém tecnologia e recursos financeiros para liquefazer seu gás e exportá-lo – mesmo porque não detém uma saída para o mar – e muito menos condições, em prazo razoável, de construir por conta própria um novo gasoduto para outros clientes que, por sua vez, precisariam estar dispostos a negociar com um governo idiossincrático.

A Petrobras, por sua vez, não dispõe de reservas de gás alternativas, nem poderia importar em escala suficiente gás liquefeito de petróleo (GNL) para gasei-

Como a produção nacional se expandiu bem menos que o consumo, o Brasil se tornou refém do gás boliviano. Em março de 2006, 44% do gás consumido foi importado da Bolívia. Em São Paulo, o produto boliviano responde por 91% do consumo total de gás

ficá-lo. O comércio internacional de GNL é intenso, mas o Brasil não dispõe de unidades de gaseificação – apenas um projeto pioneiro em Paulínia (SP), de pequena escala – que permitam a adoção dessa alternativa (a construção de unidades dessa natureza requer cerca de dois anos). Ademais, o GNL, em razão dos custos de transporte e transformação, é alternativa energética cara vis-à-vis o gás natural transportado por gasoduto.

Visando alterar essa correlação de forças, o governo brasileiro divulgou três novas determinações para que o país obtenha sua auto-suficiência na produção de outras fontes de energia, além do petróleo: antecipação para 2008 da produção de 24 milhões de m³/dia de gás do Espírito Santo; substituição do gás natural pelo álcool nas usinas termelétricas; e uma inovação, a introdução do óleo vegetal no processo de refino do diesel, gerando um combustível de melhor qualidade, com menos enxofre e mais metano. As duas primeiras afetam diretamente o mercado interno de gás natural. No que diz respeito à produção capixaba de gás natural, acredita-se que em 2008 ela substituirá quase toda a importação atual de gás da Bolívia e será maior que a previsão inicial de produção do campo gigante de Mexilhão, na bacia de Santos.

Com isso, o suprimento para o Sudeste, que antes seria garantido pelo gás de Santos, ficará a cargo do Espírito Santo. Já o campo de Mexilhão, quando começar a produzir, será direcionado para o Nordeste e outros mercados. Cumprir essas determinações é uma tarefa gerencial de fôlego para a Petrobras. Os projetos originais da estatal previam que a Bacia do Espírito Santo estaria pronta para produzir gás daqui a seis ou sete anos, mas a empresa está adiantando esse prazo para 2008. A Petrobras tem conseguido obter seguidos lucros recordes e para a empresa não seria difícil a captação de recursos extraordinários para financiar esses planos de auto-suficiência do país. Para o Brasil, não há dúvidas do ganho no caso de qualquer avanço em termos de redução das compras de fontes de energia.

Duas lições podem ser retiradas de toda essa crise. Em primeiro lugar, há que se ter cautela antes de se realizar alianças políticas envolvendo investimentos públicos e privados e o estabelecimento de contratos em países com baixo apreço

pelas instituições e em uma indústria com as características da de gás natural, pois neste caso os contratos são marcados por forte incerteza ambiental e comportamental.

Relembrando, o primeiro tipo de incerteza associa-se a mudanças nos parâmetros básicos que norteiam as relações de comércio, como foi o caso do decreto de nacionalização das reservas de gás. No segundo tipo, os agentes econômicos agem de forma oportunista, algo que pode ser ilustrado pelo desejo expresso pelo governo boliviano de aumentar o preço do gás fornecido ao Brasil. Aceito esse desejo, a renegociação dos contratos hoje vigentes irá gerar custos de transação *ex post* e um sobrepreço ao gás. Além desses danos econômicos, não se deve esquecer dos associados à insegurança jurídica que tanto marcam o continente latino-americano.

Em segundo lugar, é urgente a definição de um marco regulatório para o mercado do gás no Brasil. Regras claras poderão atrair novos investimentos que se somarão aos da Petrobras, dando chance ao país de alcançar em prazo razoável sua auto-suficiência em gás natural, algo importante para o incremento da competitividade da economia brasileira.

REFERÊNCIAS

- BROSSEAU, E.; GLACHANT, J. M. *Contracts Economics and the Renewal of Economics. The Economics of Contracts: theories and applications*. Cambridge University Press, UK, 2002.
- COASE, R. H. *The Nature of the Firm*. In: STIGLER, G.; BOULDING, K. (Eds.). *Readings in Price Theory*. New York: George Allen and Urwin, 1952.
- COOTER, R.; ULEN, T. *Derecho y economia*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.
- MAHER, M. E. Transaction cost economics and contractual relation. *Cambridge Journal of Economics*, v. 21, n. 2, p. 151-175, 1997.
- MORAES, A. G. T. *Livre acesso à rede de dutos e proteção ao investimento no transporte de gás natural*. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.
- SMITH, A. *A riqueza das nações*. São Paulo: Nova Cultural, 1988.
- WILLIAMSON, O. *Las instituciones económicas del capitalismo*. México: Fondo de Cultura Económica, 1985.

Indicadores urbanos na previsão de expansão da rede canalizada de gás natural¹

Vanessa Meloni Massara,* Murilo Tadeu Werneck Fagá**
Miguel Edgar Morales Udaeta***

Resumo

Este artigo tem como objetivo identificar prioridades na expansão da infra-estrutura de distribuição do gás natural. Propõe-se uma metodologia que utiliza matrizes considerando as relações entre a dinâmica urbana e as possibilidades do gás natural deslocar outras formas de energia final. Como resultado é obtida uma análise conjugada dos sistemas, propiciando a combinação de parâmetros formando pares de interesse específico, quando da aplicação do caso real, em um exemplo para o Município de São Paulo. Dos resultados, conclui-se que a metrópole apresenta distritos com grande consumo de energia para fins industriais ainda não servidos por rede de gás natural e outros, centrais, que vêm subutilizando o serviço já instalado.

Palavras-chave: desenvolvimento urbano, energia, gás natural, infra-estrutura, rede de distribuição.

Abstract

This paper aims to identify expansion priorities for the natural gas infrastructure. A methodology is proposed using matrixes that consider the relations between urban dynamics and the possibility natural gas might displace other types of final energy. A conjugated analysis of the systems is carried out, furthering the combination of parameters generating pairs of specific interest, when a real case is applied in an example for the municipality of São Paulo. From the results, we come to the conclusion that the metropolis has industrial districts with high energy consumption, not yet served by a network of natural gas, and other central districts, which haven't been using the service installed in all its potential.

Key words: urban development, energy, natural gas, infrastructure, distribution network.

INTRODUÇÃO

Na tomada de decisão para construção e ampliação das redes de infra-estrutura, diferentes fatores

devem ser considerados para a priorização do atendimento a áreas que constituirão um mercado consumidor potencial para o serviço em questão. Neste trabalho, propõe-se a análise conjunta de aspectos sociais, técnicos e econômicos associados ao processo de ocupação dos grandes centros urbanos como base para verificação de estimativas de mercado, custos e técnicas mais apropriadas para a ampliação da infra-estrutura de distribuição canalizada de gás natural.

Como respaldo ao estudo proposto, sugere-se a criação de um modelo (MASSARA *et al*, 2004; 2005) que integre a compreensão da dinâmica urbana às

¹ Os autores agradecem o apoio da Agência Nacional do Petróleo - ANP, da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP e do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás - PRH-ANP/MCT.

* Doutoranda em Energia do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia - PIPGE/USP e bolsista do PRH - ANP/04. vmassara@iee.usp.br

** Professor do PIPGE/USP, Coordenador do PRH - ANP/04. murfaga@iee.usp.br

*** Professor Visitante do PRH - ANP/04. udaeta@pea.usp.br

estratégias de expansão da rede de distribuição de gás, caracterizando as possibilidades de consumo em faixas de atratividade. A metodologia desenvolve-se através da organização de 4 sistemas de informações: aspectos de qualidade de vida, planejamento urbano, projeções de demanda por estratificação em tipos de uso do solo e sistema canalizado (obra civil).

Relacionando dados sociais e consumo estimado por tipo de ocupação do solo às características de ramificação da rede, a metodologia permite classificar cada distrito que compõe uma cidade segundo a viabilidade (atratividade) de implantação da rede de distribuição de gás e os locais com potencial de adensamento da rede já existente.

Para verificação da coerência metodológica, selecionamos como exemplo o município de São Paulo, composto por 96 distritos com as mais diferentes características. Por fim, o modelo testado para o mercado paulistano será generalizado em sistema computacional, que permita sua utilização em outras cidades brasileiras, a fim de apontar as possibilidades do gás natural substituir outras formas de energia final nos usos urbanos, além de apresentar diretrizes para os Planos Diretores das cidades, visando a incorporação sustentável dessa infra-estrutura.

METODOLOGIA

O conjunto de dados é composto por quatro sistemas de informações referentes à região de estudo, agrupados em distritos, segundo a denominação oficial do IBGE, ou, com maior nível de detalhamento, em bairros, quarteirões e unidades, conforme a disponibilidade de informações. Esses sistemas determinam quatro respectivos indicadores vinculados ao desenvolvimento urbano da cidade ao longo do tempo.

A cada um dos parâmetros que compõem os sistemas é atribuído um peso de 1

a 5, conforme seu valor numérico (no caso de parâmetros quantitativos) e sua importância na atração ao uso do gás (no caso de parâmetros qualitativos, que fornecem indicativos subjetivos associados às características da dinâmica urbana do distrito).

De forma resumida:

Faixa 1 – Baixa atratividade à implantação da rede;

Faixa 2 – Baixa a média atratividade à implantação da rede;

Faixa 3 – Média atratividade à implantação da rede;

Faixa 4 – Média a alta atratividade à implantação da rede;

Faixa 5 – Alta atratividade à implantação da rede.

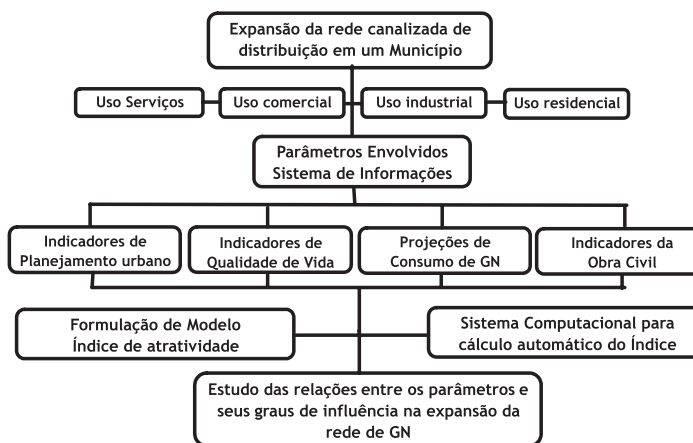
A atribuição da escala inicial de 1 a 5 está associada à utilização da escala semântica. Ao final do estudo será determinado se essa escala linear é válida ou não, através de teste e comparação com programas computacionais baseados em

análise de múltiplos critérios como o *Decisions Lens*, que também utiliza a escala de priorização como ferramenta de tomada de decisão.

A Figura 1 mostra a dinâmica entre os sistemas de informação para o cálculo do índice de atratividade à expansão da rede de gás natural.

Relacionando dados sociais e consumo estimado por tipo de ocupação do solo às características de ramificação da rede, a metodologia permite classificar cada distrito que compõe uma cidade segundo a viabilidade (atratividade) de implantação da rede de distribuição de gás e os locais com potencial de adensamento da rede já existente

Figura 1
Interação entre os sistemas de informações visando a orientação da expansão da rede canalizada de GN



Elaboração: MASSARA, V.M., 2004.

Indicadores de qualidade de vida

Este sistema de informações é representado por valores numéricos, distribuídos em intervalos calculados conforme sua dimensão, expressos pelos três fatores descritos a seguir.

Índice de exclusão social (IEX): tem por objetivo identificar o grau de desenvolvimento social dos distritos, considerando variáveis associadas à qualidade de vida (SÃO PAULO, 2004). O índice final atribuído a cada um dos distritos foi calculado pela soma dos índices em cada campo, criando uma escala em um intervalo compreendido entre -1,00 (refletindo a pior situação de exclusão, faixa 1) e +1,00 (refletindo a melhor situação de inclusão, faixa 5).

Índice de desenvolvimento humano (IDH): é uma adaptação do índice criado pelo ONU e tem como objetivo comparar o grau de desenvolvimento humano entre os distritos. Inclui variáveis como escolaridade, condições básicas de saúde e equipamentos sociais por distrito (SÃO PAULO, 2004). Esses indicadores são transformados em índices que, somados, compõem o IDH, em um intervalo que varia de 0 (faixa 1, a pior condição de desenvolvimento) até 1 (faixa 5, a melhor condição).

Porcentagem de atendimento por redes prioritárias: são consideradas “prioritárias” as redes de abastecimento de água, coleta de esgotos e iluminação pública (EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO, 2003; IBGE, 2003; SÃO PAULO, 2002). Esse parâmetro é introduzido no sistema, entendendo que um distrito não será atrativo à rede de gás natural se ainda não possuir essas infra-estruturas. Sua abordagem considera a média da porcentagem de atendimento das três redes, expressas em faixas representando o percentual de cobertura da rede, em intervalos de 20%.

Indicadores de planejamento urbano

Estes indicadores são trabalhados em uma base de dados composta por parâmetros qualitativos (uso do solo, desenvolvimento urbano e zoneamento) e quantitativos (taxa de urbanização e número de lançamentos imobiliários). Para a análise dos valores não numéricos, a estratificação em faixas foi basea-

da no mapeamento e classificação do Plano Diretor da Cidade de São Paulo, verificando os tipos de uso atuais e suas perspectivas de expansão, na intenção de elaborar um perfil dos bairros com maior tendência à aglomeração industrial (grande atrativo ao uso do gás natural), seguido dos outros usos, conforme escala de projeção de consumo, descrita a seguir.

Uso do solo: característica de ocupação do distrito, pelo mapa de uso do solo (SÃO PAULO, 2004), considerando a maior porcentagem de quadras com determinado tipo de uso. Embora a Prefeitura forneça várias categorias de ocupação, para efeito de projeção da atratividade ao consumo de gás natural foi elaborado um agrupamento em cinco principais usos:

Faixa 1: predominância em ocupação residencial horizontal;

Faixa 2: predominância em uso misto (comercial e residencial horizontal);

Faixa 3: predominância em ocupação residencial vertical;

Faixa 4: predominância em uso misto (comercial, serviços e residencial vertical);

Faixa 5: predominância em uso misto (residencial e industrial).

Desenvolvimento urbano: conforme definição do Plano Diretor do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2002), atribuiu-se faixas de importância com referência à projeção de atratividade ao uso do gás natural em relação a cinco descrições de “macroáreas” que correspondem às especificações quanto ao desenvolvimento urbano atual e futuro dos distritos paulistanos:

Faixa 1: proteção ambiental – limites de áreas públicas e de preservação;

Faixa 2: urbanização e qualificação urbana – áreas ocupadas predominantemente por população de baixa renda, com grande concentração de loteamentos irregulares e favelas;

Faixa 3: reestruturação e requalificação – áreas com boa infra-estrutura, mas que passam atualmente por processos de esvaziamento populacional e desocupação dos imóveis;

Faixa 4: urbanização em consolidação – áreas com condições de atrair investimentos imobiliários privados em residências e estabelecimentos comerciais e de serviço;

Faixa 5: urbanização consolidada – áreas formadas por bairros consolidados habitados por população de renda média e alta e com boas condições de urbanização.

Zoneamento: regra imposta pela Prefeitura que limita o uso do solo, ou seja, a destinação dos vários “pedaços” da cidade para determinados usos (comércio, serviços, moradia, indústria). Através de consulta a mapas da PRODAM (SÃO PAULO, 2004), verificou-se a predominância dessas normas de ocupação do solo, utilizando a maior porcentagem de quadras com um determinado tipo de zoneamento. Foram criadas cinco faixas para atratividade à implantação da rede, agrupadas da seguinte forma:

Faixa 1: zona exclusivamente residencial de baixa densidade / zona de proteção ambiental;

Faixa 2: zona exclusivamente residencial de média densidade / zona mista de baixa densidade;

Faixa 3: zona exclusivamente residencial de alta densidade / zona mista de média densidade / usos especiais (aeroportos, cidade universitária);

Faixa 4: zona mista de alta densidade;

Faixa 5: zona com grande ocupação industrial.

Nesse item, a definição de “zona mista” corresponde à combinação dos usos residencial, comercial e serviços.

Taxa de urbanização: porcentagem da área total do distrito, ocupada por uso urbano (residências mescladas a comércio e indústrias), em relação à população total (SÃO PAULO, 2004), representada em intervalos de 20%.

Lançamentos imobiliários residenciais e no setor de serviços: relacionado à exigência do Código de Obras de prever instalações prediais para gás nas novas construções, o que incrementa o consumo de gás natural. Para atribuição do peso de atratividade da rede, elaborou-se o agrupamento em cinco faixas, tendo em vista o maior e o menor número de lançamentos por distrito, considerando o levantamento elaborado pela Empresa Brasileira de Estudos de Patrimônio (2004).

Potencial de consumo de gás natural

Neste sistema são armazenados dados provenientes de informações do IBGE sobre a ocupação dos

bairros combinados a informações da distribuidora de gás que serve a região em estudo. Os parâmetros são todos numéricos, possibilitando a criação das cinco faixas através da simples divisão dos valores obtidos, listadas a seguir.

Estratificação por setores de consumo: consiste no desmembramento do bairro em domicílios e nas diversas atividades econômicas segundo o Cadastro Nacional (IBGE, 2003), agrupados em setores de consumo baseado na contagem do número de estabelecimentos na unidade de estudo mais propícios à utilização do gás natural, como hotéis, hospitais, centros empresariais, supermercados e indústrias cerâmica, química e metalúrgica, entre outras.

Densidade demográfica: corresponde ao quociente entre o número de pessoas residentes e a área do distrito (SEADE, 2004), tendo em vista que maior concentração populacional gera demanda por energia.

Renda familiar: corresponde ao número médio de salários mínimos nos domicílios do distrito (SÃO PAULO, 2004), considerando a influência da relação “renda versus consumo de energia”.

Obra civil – implantação dos dutos

A função do sistema de informações que contém os indicadores da obra civil é a de representar valores associados ao custo da obra civil, como extensão dos dutos e seu diâmetro, assim como apontar diretrizes de interdição de vias de grande importância no distrito. Assim como no sistema anterior, as cinco faixas são elaboradas por simples divisão dos valores obtidos, expressos por quatro fatores:

Extensão da rede de distribuição: distância entre o distrito a servir e a área de cobertura atual da concessionária.

Extensão da ramificação: somatório das vias internas do bairro a servir.

Vale ressaltar que nesses dois parâmetros as faixas são consideradas em ordem inversa, ou seja, quanto menor a distância, maior o peso. Assim, distritos localizados na área já parcialmente servida por gás canalizado recebem índice 5, expressando a melhor condição de atratividade.

Densidade Construída: é obtida pelo quociente entre a área construída por tipo de uso do solo (residencial, comercial, serviços e industrial) e a área do distrito, fornecido através do Cadastro de Imóveis da Prefeitura (SÃO PAULO, 2004). Em distritos com grande densidade construída industrial, supõe-se menor investimento com ramificações (capilaridade da rede de distribuição).

Vias de tráfego com grande importância: mesmo com a evolução do processo construtivo, e estando a interdição de uma mesma quadra limitada a dois dias, esse parâmetro indica a importância do distrito como ligação entre bairros e outros municípios e a especial atenção que deve ser dada ao plano de interdição. O número de vias é obtido por simples consulta a qualquer mapeamento de ruas, contabilizando avenidas e ruas de maior extensão do distrito.

Resultados – estudo de caso na cidade de São Paulo

Através da atribuição de pesos relacionados à atratividade do gás natural, foram analisados três distritos da zona norte da Cidade de São Paulo.

Como objetivo, propôs-se mostrar que distritos periféricos com consumo de energia predominantemente industrial que ainda não possuem rede, ou são parcialmente servidos pela distribuição de gás natural, apresentam perfil de atratividade superior a outros bairros já cobertos pelo serviço, apontando novos núcleos de consumo, passíveis de expansão da infraestrutura. Através do mercado gerado pelo consumo industrial, outros usos cotidianos, como residencial, comercial e serviços, podem ser criados mesmo que em bairros de menor poder aquisitivo.

A análise conjugada dos sistemas propicia a combinação de parâmetros formando pares de interesse específico. Por exemplo, quando o enfoque é social, a relação densidade demográfica e distribuição de renda ganha interesse com o objetivo de melhorar a qualidade de vida em áreas com maior concentração populacional e menor renda familiar. No âmbito técnico, a densidade construída representada pela verticalização residencial ou concentração industrial, bem como a distância do distrito a ser

servido daquele que já possui a rede, são aspectos determinantes.

Já no critério econômico, a distribuição de renda (desta vez sob o ponto de vista da relação de proporcionalidade entre consumo e renda), a ocupação do solo (médio ou alto padrão residencial, escritórios, etc.), o custo de ramificação da rede (expresso pela densidade construída por tipologia de uso) e a vocação imobiliária do bairro (tendência à ocupação de espaços vazios por pólos industriais ou a transformação de domicílios horizontais em verticais) serão preponderantes.

A verificação de cada bairro é relacionada com o levantamento análogo de seu entorno, tendo como base sua distância euclidiana da área já servida. Essa observação é de suma importância para os distritos da periferia, que podem mostrar, no estudo numérico, inadequação à expansão da rede, mas que na análise conjunta dos distritos ao redor, com melhores índices de atratividade, podem vir a oferecer, a médio prazo, novos eixos de consumo.

Na amostra apresentada através da Figura 2, que utiliza a escala de valores com base na criação de cinco faixas de atratividade, é apresentado um exemplo da relação entre esses parâmetros. O índice de atratividade é expresso como a somatória de todos os pesos nas diversas categorias estudadas.

Nessa análise preliminar, optou-se pela utilização de todos os parâmetros com distribuição de peso em intervalos de 1 a 5. No decorrer do estudo, a formulação de hipóteses e a verificação detalhada dos “pares de características que se combinam”, através da aplicação do método de múltiplos critérios (AHP: *Analytic Hierarchy Process*) para apoiar a modelagem, irão definir o grau de influência que deverá ser atribuído a cada parâmetro de acordo com suas características (como, por exemplo, o consumo industrial que pode ou não ter maior influência na atratividade quando comparado ao residencial e talvez deva ter um diferencial nos pesos iniciais de 1 a 5, enfatizando essa maior importância). É também intenção da pesquisa evidenciar a controvérsia entre o menor investimento no suprimento industrial com grandes consumos versus o maior investimento na ramificação para servir outros usos em menor escala, mas que podem resultar em maior retorno às concessionárias.

Figura 2**Resumo da influência de parâmetros urbanos para a atratividade ao uso do gás natural canalizado**

Sistema	Parâmetro	São Domingos	Vila Maria	Limão
1	Índice de exclusão social	2	2	2
	Índice de desenvolvimento humano	3	2	3
	% de atendimento por redes prioritárias	5	5	5
2	Uso do solo	3	4	4
	Desenvolvimento urbano	4	4	4
	Zoneamento	3	5	4
	Taxa de urbanização	5	5	5
	Lançamentos imobiliários	1	2	1
3	Projeção de consumo residencial	4	5	3
	Projeção de consumo com. e serviços	3	5	3
	Projeção de consumo industrial	5	4	5
	Densidade demográfica	2	2	3
4	Renda familiar	3	2	3
	Extensão da rede de distribuição	4	4	4
	Extensão da ramificação	5	4	5
	Densidade construída residencial	1	1	1
	Densidade construída com. e serviços	2	2	2
	Densidade construída industrial	1	3	3
	Vias de tráfego intenso	4	4	4
	Índice de atratividade parcial por distrito	60,0	65,0	64,0
	Índice de atratividade médio do município	47,5	47,5	47,5

Fonte: EMBRAESP, 2004 / EMPLASA, 2003 / PRODAM, 2004 / SEADE, 2004 / SEMPLA/ 2002

uso”, explicando como funcionará o programa e a simplificação da atribuição de pesos para cada parâmetro em cidades de menor porte que não disponham de plano diretor, mapeamento e tabulações usados na coleta dos dados.

Dessa forma, pretende-se identificar as possibilidades de, em um futuro próximo, utilizar o gás natural canalizado em bairros próximos ao centro e em outros periféricos com a mesma intensidade e facilidade com que atualmente utilizamos, por exemplo, a energia elétrica, gerando empregos, desenvolvimento da nossa indústria e maior qualidade de vida para a população, independentemente de sua condição social.

CONCLUSÕES

Dentre os parâmetros estudados na metodologia, o potencial de consumo de gás natural industrial foi o principal alicerce da demonstração.

São também determinantes da atratividade o potencial de consumo de GN, os usos residencial, comercial e serviços e a combinação uso do solo residencial e uso industrial com probabilidade de incremento, bem como a proximidade dos bairros já servidos que conseguiram suplantam os baixos índices de renda familiar, desenvolvimento humano e urbano e, também, de inclusão social.

Outro ponto marcante do trabalho é a verificação de que vários distritos centrais estão subutilizando a infra-estrutura de GN. Bairros do centro histórico da cidade de São Paulo que se caracterizam por baixa renda, uso misto com grande predominância de indústrias e problemas com a evasão populacional, que já ocorre há alguns anos, evidenciam o não aproveitamento da rede existente, como também outros distritos, de melhor renda e ocupação sofisticada, que apresentam potencial para adensamento dessa infra-estrutura, apontando a importância da abordagem desse aspecto na aplicação da metodologia em desenvolvimento.

Junto ao sistema computacional para cálculo automático do índice de atratividade para qualquer cidade brasileira será elaborado um “manual de

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE ESTUDOS DE PATRIMÔNIO. *Relatório anual sobre número de lançamentos imobiliários por região*. São Paulo: Embraesp, 2004.
- EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO. *Sumário de Dados da Grande São Paulo*. São Paulo: Emplasa, 2003.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. *Pesquisa Municipal Unificada*. São Paulo: Seade, 2004.
- IBGE. *Cadastro Nacional das Atividades Econômicas*. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.
- MASSARA, V. M.; FAGÁ, M. T. W. *Distritos industriais como alicerces da expansão da rede de gás natural em usos residenciais e comerciais*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, p.1-6.
- MASSARA, V. M.; FAGA, M. T. W.; SANTOS, E. M. *Ampliação de mercado para o gás natural utilizando informações urbanas – Estudo de caso nos distritos paulistanos*. *Rio Oil & Gas Expo and Conference*, p. 1-7, out. 2004.
- SANTOS, E. M.; et al. *Gás natural: estratégias para uma nova energia no Brasil*. São Paulo: Anablume, 2002.
- SÃO PAULO (SP). DEPARTAMENTO DE PROCESSAMENTO DE DADOS. *Sumário de Dados 2004*. São Paulo: Prodam, 2004.
- SÃO PAULO (SP). SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. *Plano Diretor estratégico do Município de São Paulo 2002-2012*. São Paulo: Sempla, 2002.

Normas para publicação

ORIGINAIS APRESENTADOS

- Os textos serão submetidos à apreciação de membros do Conselho Editorial;
- Ao Conselho Editorial reserva-se o direito de aceitar, sugerir alterações ou recusar os trabalhos encaminhados à publicação;
- O autor será notificado da aceitação ou recusa do seu trabalho. Em caso de recusa o parecer será enviado ao autor. Os originais não serão devolvidos. Quando aceito e publicado, receberá 02 exemplares.
- Serão considerados definitivos e, caso sejam aprovados para publicação, as provas só será submetidas ao autor quando solicitadas previamente;
- Serão considerados como autorizados para publicação por sua simples remessa à Revista. Não serão pagos direitos autorais.

OS ARTIGOS DEVEM:

- Ser enviados em disquete ou CD-ROM acompanhados de cópia impressa, ou e-mail, nos casos de texto sem imagem;
- Incluir os créditos institucionais do autor, referência a atual atividade profissional, titulação, endereço para correspondência, telefone, e-mail;
- Ser apresentados em editor de texto de maior difusão (Word), formatado com entrelinhas de 1,5; margem esquerda de 3 cm, direita de 2 cm, superior de 2,5 cm e inferior de 2 cm, fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Ter no mínimo 10 páginas e no máximo 20;
- Vir acompanhados de resumo, com no máximo 10 linhas (entrelinhas simples), abstract, 5 palavras-chave e key words;
- Apresentar uma padronização de títulos de forma a ficar claro o que é TÍTULO, SUB-TÍTULO, etc.;
- As tabelas e gráficos devem vir no programa no qual foi elaborado (excel, etc.), conter legendas e fontes completas, e as respectivas localizações assinaladas no texto;
- Indicar a localização exata para inserção de desenhos, fotos, ilustrações, mapas, etc., que, por sua vez, devem vir acompanhados dos originais, de sorte a garantir fidelidade e qualidade na reprodução;
- Destacar citações que ultrapassem 3 linhas, apresentado-as em outro parágrafo com recuo de 1cm, entrelinha simples e tamanho de fonte 10 (NBR 10.520 da ABNT);
- Evitar as notas de rodapé, sobretudo extensas, usando-as apenas quando realmente houver necessidade, para não interromper a seqüência lógica da leitura e não cansar o leitor. Devem aparecer na mesma página em que forem citadas;
- Conter referências bibliográficas completas e precisas, adotando-se os procedimentos a seguir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- No transcorrer do texto, o trabalho de onde foi retirada a citação é identificado pelo nome do autor e a data, que aparecem entre parênteses ao final da citação. Ex: (SANTOS, 1999)
- No final do artigo deve aparecer a referência bibliográfica completa, por ordem alfabética, em conformidade com a norma NBR-6.023 da ABNT.

EXEMPLOS:

Para Livros:

- BORGES, J.; LEMOS, G. *Comércio Baiano: depoimentos para sua história*. Salvador, Associação Comercial da Bahia, 2002, 206 páginas.
 - Livro: Comércio Baiano: depoimentos para sua história (Título: Comércio Baiano; Subtítulo: depoimentos para sua história)
 - Autor: Jafé Borges e Gláucia Lemos
 - Editor: Associação Comercial da Bahia
 - Local de edição: Salvador
 - Ano da edição: 2002
 - Volume da edição: 206 páginas

Para Artigos:

- SOUZA, L. N. de. Essência X Aparência: o fenômeno da globalização. *Bahia: Análise & Dados*, Salvador, SEI, v.12, n.3, p.51-60, dez. 2002.
 - Artigo: Essência X Aparência: o fenômeno da globalização
 - Autor: Laumar Neves de Souza
 - Publicação: Bahia: Análise & Dados
 - Editor: SEI
 - Local de edição: Salvador
 - Data de edição: dezembro de 2002
 - Volume da edição: 12
 - Número da edição: 3
 - Páginas referentes ao artigo: 51 a 60
 - A data escolhida para a referência pode ser a da edição utilizada ou, preferivelmente, a data da edição original, de forma a ficar clara a época em que o trabalho foi produzido. Neste caso é necessário colocar as duas datas: a da edição utilizada, para que a citação possa ser verificada e a da edição original;
 - O nome dos livros citados e o nome de revistas devem aparecer sempre em itálico.

