

ISSN 0103 8117

BAHIA ANÁLISE & DADOS

Salvador SEI v. 18 n. 4 p. 515-710 jan./mar. 2009



Foto: Bruno Veiga/Agência Petrobras de Notícias

Governo do Estado da Bahia
Jaques Wagner

Secretaria do Planejamento – Seplan
Walter Pinheiro

**Superintendência de Estudos Econômicos
e Sociais da Bahia – SEI**
José Geraldo dos Reis Santos

Diretoria de Estudos – Direst
Edgard Porto

Coordenação de Estudos Especiais – Coesp
Thiago Reis Góes

BAHIA ANÁLISE & DADOS é uma publicação trimestral da SEI, autarquia vinculada à Secretaria do Planejamento. Divulga a produção regular dos técnicos da SEI e de colaboradores externos. Disponível para consultas e download no site <http://www.sei.ba.gov.br>. As opiniões emitidas nos textos assinados são de total responsabilidade dos autores. Esta publicação está indexada no *Ulrich's International Periodicals Directory*, na *Library of Congress* e no sistema *Qualis* da Capes.

Conselho Editorial

André Garcez Ghirardi, Ângela Borges, Ângela Franco, Antônio Wilson Ferreira Menezes, Ardemirio de Barros Silva, Asher Kiperstok, Carlota Gottschall, Carmen Fontes de Souza Teixeira, Cesar Vaz de Carvalho Junior, Edgard Porto, Edmundo Sá Barreto Figueirôa, Eduardo L. G. Rios-Neto, Eduardo Pereira Nunes, Elsa Sousa Kraychete, Guaraci Adeodato Alves de Souza, Inaiá Maria Moreira de Carvalho, Jair Sampaio Soares Junior, José Eli da Veiga, José Geraldo dos Reis Santos, José Ribeiro Soares Guimarães, Lino Mosquera Navarro, Luiz Antônio Pinto de Oliveira, Luiz Filgueiras, Luiz Mário Ribeiro Vieira, Moema José de Carvalho Augusto, Mônica de Moura Pires, Nádia Hage Fialho, Nadya Araújo Guimarães, Oswaldo Guerra, Renata Proserpio, Renato Leone Miranda Léda, Ricardo Abramovay, Rita Pimentel, Tereza Lúcia Muricy de Abreu, Vitor de Athayde Couto

Conselho Temático

João Teixeira dos Santos, Laumar Neves de Souza, Luiz Chateaubriand Cavalcanti dos Santos, Telma Cortês Quadros de Andrade, Thiago Reis Góes, Urandi Roberto Paiva Freitas

Coordenação Editorial

João Teixeira dos Santos, Thiago Reis Góes

Revisão de Linguagem

Christiane Eide June (ing.), Luís Fernando Sarno (port.)

Coordenação de Documentação e Biblioteca – Cobi

Ana Paula Sampaio

Normalização

Raimundo Pereira Santos

Coordenação de Disseminação de Informações – Codin

Márcia Santos

Editoria de Arte e de Estilo

Elisabete Cristina Teixeira Barretto, Aline Sena Santana (estag.)

Produção Executiva

Mariana Brito

Capa

Nando Cordeiro

Editoração

Agapê Design

Bahia Análise & Dados, v. 1 (1991-)
Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e
Sociais da Bahia, 2009.
v.18
n.4
Trimestral
ISSN 0103 8117

CDU 338 (813.8)

Impressão: EGBA
Tiragem: 1.000 exemplares

Av. Luiz Viana Filho, 4ª Av., nº 435, 2º andar – CAB
CEP: 41.745-002 Salvador – Bahia
Tel.: (71) 3115-4822 / Fax: (71) 3116-1781
sei@sei.ba.gov.br
www.sei.ba.gov.br



SUMÁRIO

Apresentação	519	Mitos e verdades sobre a produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais (OGR) <i>Luciano Hocevar</i> <i>Sandro Cabral</i>	603
Entrevista com o presidente da Petrobras Biocombustível <i>Alan Kardec</i>	521	Direcionamento dos resíduos e coprodutos da fabricação do biodiesel a partir de mamona e pinhão manso <i>Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão</i> <i>Maria Isaura Pereira de Oliveira</i>	613
A transição da matriz energética mundial: ênfase nos recursos renováveis <i>Fábio da Silva Machado</i> <i>Nícia Moreira da Silva Santos</i> <i>Sheila Caetano Haak</i> <i>Gilca Garcia de Oliveira</i> <i>Vitor de Athayde Couto</i>	525	Tecnologia e potencial de produção de energia a partir da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos na Bahia <i>Sabine Robra</i> <i>Ana M. de Oliveira</i> <i>Rosenira S. da Cruz</i> <i>José A. de Almeida Neto</i>	621
Agrocombustíveis: perspectivas futuras <i>Luiz Antônio dos Santos Dias</i> <i>Robson Fernando Missio</i> <i>Rita da Mata Ribeiro</i> <i>Ricardo Galvão de Freitas</i> <i>Pedro Fernandes dos Santos Dias</i>	539	Glicerina bruta (GB) oriunda da produção de biodiesel: transformando este subproduto em coproduto com alto valor agregado e baixo custo preparativo, uma oportunidade de negócio <i>Cristina M. Quintella</i> <i>Marilyn Castro</i>	635
Agrocombustíveis, segurança e soberania alimentar: elementos do debate internacional e análise do caso brasileiro <i>Gimignano José dos Santos</i> <i>Luana Ladu</i> <i>Henrique Tomé da Costa Mata</i> <i>Gilca Garcia de Oliveira</i> <i>Guiomar Inez Germani</i> <i>Vitor de Athayde Couto</i>	549	O Projeto Biodiesel no Brasil e na Bahia: inclusão social e desenvolvimento regional <i>Celia Regina Sganzerla Santana</i> <i>Thiago Reis Góes</i>	647
Economia e preservação do meio ambiente no Brasil: a contribuição dos biocombustíveis <i>Juan Algorta Plá</i>	557	O biodiesel na Bahia: uma análise da potencialidade baiana na produção de oleaginosas <i>Vitor Bufon Krohling</i> <i>Gilca Garcia de Oliveira</i> <i>Poliana Costa Matos</i> <i>Maria Idalina de Sant'Ana</i>	659
Consumo e fatores ambientais: um estudo a partir do biodiesel <i>Francis José Pereira</i> <i>Mônica de Moura Pires</i>	573	Estratégias para inserção do território do sisal no programa de biodiesel <i>Giovani Ferreira da Silva</i> <i>Gisele Ferreira Tiryaki</i> <i>Marcelo Dultra</i>	671
Prospecção tecnológica do biodiesel no estado da Bahia: panorama atual e perspectivas na geração e apropriação de conhecimento <i>Cristina M. Quintella</i> <i>Pedro R. C. Neto</i> <i>Rosenira S. da Cruz</i> <i>José Adolfo de Almeida Neto</i> <i>Sabrina F. Miyazaki</i> <i>Marilyn P. Castro</i>	581	Análise da competitividade da produção de oleaginosas oriundas da agricultura familiar na região de abrangência da Coopaf <i>Matheus Boratto Nascimento Campos</i> <i>Aziz Galvão da Silva Júnior</i> <i>Ronaldo Perez</i> <i>Ramon Barrozo de Jesus</i> <i>Natália Domingos Silva</i>	687
Potencial energético de resíduos agrícolas do semiárido do Brasil <i>Francisco S. G. Pereira</i> <i>Ana R. F. Drummond</i> <i>Guilherme Coimbra</i>	593	A atuação de grupos de pressão no cenário político e a viabilidade de participação da agricultura familiar no programa nacional de produção e uso de biodiesel <i>Flávia Lemos Sampaio Xavier</i> <i>João Nildo de Souza Vianna</i>	699

biodiesel

PETROBRAS

A ENERGI... QUE SE... TA.

RONI ALZI[®]
Made in Brazil
m³ 20° C

10/1 1000



Ronald C. Domingues de Oliveira
RONALDINHO
(Encarregado)



ÇÃO

Foto: Agência Petrobras de Notícias

APRESENTAÇÃO

A produção e difusão de biocombustíveis é uma realidade no Brasil. Em virtude da forte dependência de combustíveis fósseis, como o petróleo, e dada a importância que a energia tem para o desenvolvimento econômico, torna-se imperativo a busca por outras fontes de energia, sobretudo as renováveis, de forma a garantir a segurança energética e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico sustentável do país. Nesse sentido, os biocombustíveis configuram-se como uma alternativa.

Dotada de amplos recursos naturais para a produção de biocombustíveis, a Bahia ocupa posição privilegiada em relação ao tema. Ciente dessa oportunidade e da possibilidade de desenvolvimento regional com inclusão social, o governo da Bahia considera a questão dos biocombustíveis como uma estratégia política, econômica, social e ambiental, portanto, um eixo de atuação de políticas públicas.

Contudo, a produção de biocombustíveis e difusão de novas tecnologias, a inserção no mercado internacional, a busca da produção dos biocombustíveis aliada ao desenvolvimento social e à preservação do meio ambiente, a oportunidade de novos negócios com agregação de valor e a compatibilidade entre a produção de biocombustíveis e a segurança alimentar são desafios que permanecem postos.

Diante desses desafios, a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) busca estimular o debate sobre os biocombustíveis por meio desta publicação. O objetivo é oferecer um conjunto de artigos científicos produzidos por especialistas, pesquisadores e técnicos, de modo que se possam obter subsídios para a formulação de políticas públicas no âmbito estadual e incentivar a discussão pública sobre a questão, que se delinea como estratégica para o desenvolvimento do estado.

Cenário atual e perspectivas futuras para a indústria petroquímica

ENTREVISTA COM ALAN KARDEC
PRESIDENTE DA PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL

Alan Kardec é engenheiro mecânico. Em quarenta anos na Petrobras, Kardec desenvolveu extenso currículo profissional na área de Abastecimento e Refino, atuou como gerente executivo da Área de Abastecimento de 2004 a 2007 e coordenou o grupo de trabalho de criação da Petrobras Biocombustível, sendo posteriormente indicado à presidência desta empresa, função que exerce até o presente momento. Nesta entrevista, Alan Kardec esclarece diversos aspectos relacionados ao papel da Petrobras no setor de biocombustíveis. Dentre os pontos relevantes da entrevista, destacam-se os investimentos previstos no Plano de Negócios 2009/2013 da empresa, os desafios e oportunidades do setor, sobretudo no que diz respeito às matérias-primas utilizadas na produção de biocombustíveis e à integração da agricultura familiar no seu processo produtivo no Brasil, bem como dos possíveis impactos da crise financeira mundial sobre a sua produção no país. No âmbito regional, discorre sobre a planta da Petrobras para produção de biodiesel, localizada em Candeias.



Foto: Agência Petrobras de Notícias

BA&D – Qual a função da Petrobras Biocombustível dentro do projeto do governo federal de ampliação da produção de biocombustíveis no país?

ALAN KARDEC – A Petrobras Biocombustível foi criada dentro da estratégia da Petrobras de atuar globalmente na produção de biocombustíveis para ter participação relevante nos negócios

de biodiesel e de etanol. Esta decisão empresarial é impulsionada pelo destaque que as energias renováveis vêm ganhando no cenário nacional e internacional, vislumbrando um panorama de grandes oportunidades, incluindo: empresarial – demanda mundial por biocombustíveis, ambiental – contribuição para a redução do aquecimento global

– e social – geração de emprego e renda no campo de forma sustentável econômica, social e ambientalmente.

BA&D – Em linhas gerais, quais as principais diretrizes, metas e investimentos previstos no Plano de Negócios 2009/2013 da Petrobras para o setor de biocombustíveis?



Foto: Bruno Veiga/Agência Petrobras de Notícias

O pinhão manso também é uma alternativa e segue sendo uma grande promessa, mas ainda estamos em fase de pesquisa.

BA&D – *As oleaginosas mais aderentes a lógica produtiva da agricultura familiar ainda não se mostraram, no Brasil, competitivas para a produção de biodiesel. O que a Petrobras tem feito do ponto de vista de PD&I para reverter este quadro?*

AK – A Petrobras desenvolve programas para aumentar a produtividade das oleaginosas e para torná-las mais resistentes à seca e a pragas. Em paralelo, a companhia está prospectando oleaginosas nativas ou não, que apresentem potencial de geração de óleo vegetal compatível para a produção de biodiesel, com aptidão para o cultivo em região seca e que gerem renda para os agricultores familiares.

BA&D – *Como a empresa espera incluir a agricultura familiar no processo produtivo do biodiesel e quais os desafios que a empresa enfrenta para garantir o suprimento da matéria-prima da agricultura familiar para as usinas?*

AK – A implantação das usinas de biodiesel da Petrobras Biocombustível está acompanhada de um programa para o desenvolvimento do mercado agrícola regional, envolvendo a agricultura familiar, para fornecimento de matéria-prima para a produção de biodiesel. Este é um projeto realmente desafiador para a empresa. Várias ações

AK – O negócio de biocombustíveis receberá o investimento de US\$ 2,8 bilhões de acordo com o Plano de Negócios da Petrobras 2009-2013. Deste total, US\$ 2,4 bilhões serão destinados à produção de biodiesel e etanol – atividade sob responsabilidade da Petrobras Biocombustível –, enquanto US\$ 400 milhões serão voltados para infraestrutura, basicamente alcooldutos – atividade que está a cargo da Petrobras. Os recursos representam um aumento de 87% em relação ao plano anterior. A Petrobras destinou ainda US\$ 530 milhões neste período para pesquisas em biocombustíveis. No segmento de biodiesel, a meta é chegar em 2013 com a produção de 640 milhões de litros por ano no Brasil. Para o segmento de etanol, o objetivo é atingir, em parceria, a produção de 1,9 bilhão de litros em 2013, voltada para o mercado externo, e 1,8 bilhão de litros para o mercado interno.

BA&D – *Dada a importância da Petrobras Biocombustível dentro do segmento, por que a participação da empresa nos leilões públicos para compra de biodiesel ainda é tímida, dentro do montante vendido nos últimos leilões?*

AK – A Petrobras Biocombustível vendeu a capacidade total de produção das suas três usinas no 13º leilão, último do qual participou. Nos leilões anteriores, o volume foi vendido à medida que as unidades foram passando pelo cronograma de testes. Como toda unidade industrial, as usinas foram aumentando gradativamente sua produção.

BA&D – *Quais as principais matérias-primas utilizadas hoje nas plantas de produção de biodiesel da Petrobras?*

AK – Atualmente, a empresa utiliza óleo de soja e algodão, podendo processar também mamona e girassol. No médio prazo, faremos uso do dendê.

de fomento estão sendo desenvolvidas e incluem distribuição de sementes, prestação de serviços de assistência técnica agrícola, transporte da produção e apoio à organização dos pequenos agricultores em cooperativas. A meta é envolver 80 mil agricultores familiares na produção de biodiesel até 2013. Este ano, nosso objetivo é atingir 60 mil. Já estamos trabalhando com 35 mil. O programa segue alinhado com as premissas do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e do Selo Combustível Social – já conquistado pelas três usinas –, viabilizando assim a geração de emprego e renda no campo, de forma sustentável econômica, social e ambientalmente.

BA&D – *Como são especificados os contratos da Petrobras com os agricultores familiares?*

AK – A Petrobras Biocombustível formaliza contratos de compra de grãos de oleaginosas com agricultores individuais e cooperativas de produção agrícola que atuam em municípios zoneados pelo Ministério da Agricultura para o cultivo dessas oleaginosas. Os contratos possuem prazo de cinco anos, com reavaliação anual das condições de preço, nos quais há um compromisso de compra de toda a produção desses grãos a um preço que segue parâmetros de mercado. Existe ainda a garantia de um preço mínimo para a aquisição dos grãos. Todas as condições do contrato com os agricultores familiares foram negociadas com entidades

representativas da agricultura familiar. Além disso, todos os agricultores familiares contratados recebem sementes certificadas e assistência técnica para potencializar a produção.

BA&D – *No que diz respeito a atenuar as disparidades regionais, um dos alicerces do PNPB, como a empresa está contribuindo para isso? O Norte e o Nordeste são regiões prioritárias para os futuros investimentos da empresa?*

AK – As três usinas de biodiesel da empresa estão localizadas no semiárido brasileiro e a implantação destas unidades está acompanhada de um programa de desenvolvimento agrícola regional, com o envolvimento dos agricultores familiares, gerando emprego e renda na região. Quanto aos futuros investimentos em biodiesel, o Plano de Negócios 2009-2013 prevê a duplicação da usina de Candeias, a ampliação das usinas de Quixadá, no Ceará, e Montes Claros, em Minas Gerais, uma nova usina no norte do país e a adaptação para produção comercial das usinas experimentais de Guimarães, no Rio Grande do Norte. Também está em análise a aquisição de duas usinas, mas sem local definido.

BA&D – *No caso específico da planta de biodiesel da Petrobras em Candeias, na Bahia, qual o volume produzido, sua capacidade instalada e qual a principal oleaginosa utilizada hoje na produção do combustível?*

AK – A Usina de Biodiesel de Candeias, na Bahia, tem capacidade para produzir 57 milhões de litros de biodiesel por ano. A unidade está em patamar de crescimento de produção e deve operar em plena carga ainda neste primeiro semestre. E, atualmente, utiliza óleo de soja como principal matéria-prima, devendo incluir no médio prazo mamona e girassol no processo produtivo.

BA&D – *Qual a meta da usina de Candeias para contratar os agricultores familiares e qual a quantidade hoje contratada?*

AK – A usina de Candeias deve atingir 30 mil agricultores familiares contratados até 2013. Até final de 2008, a unidade contava com 14.489 agricultores cadastrados para fornecimento de mamona e girassol.

BA&D – *Que tipo de apoio a usina de Candeias tem dado aos agricultores familiares contratados, no que diz respeito a treinamento, assistência e garantia de compra?*

AK – A garantia de compra, conforme informado anteriormente, é total nos cinco anos de duração do contrato. Quanto à assistência técnica, a Petrobras Biocombustível contrata cooperativas e empresas públicas credenciadas no Ministério do Desenvolvimento Agrário para a prestação desses serviços. Essas entidades seguem o Termo de Especificação de Assistência Técnica da Petrobras Biocombustível, que determina a realização de quatro visitas

individuais para os agricultores que cultivam mamona e três visitas individuais para os que cultivam girassol, a cada safra. Além disso, os agricultores familiares participam de eventos de capacitação técnica onde recebem orientações sobre a estratégia da Petrobras Biocombustível, a metodologia de assistência técnica que irão receber e sobre preservação ambiental.

BA&D – *Ainda no que se refere à planta de Candeias, o suprimento da matéria-prima advinda da agricultura familiar está constante?*

AK – Estamos no início de nosso programa com a agricultura familiar na Bahia, que ainda não possui capacidade produtiva para suprimento de nossas usinas, o que esperamos alcançar o mais breve possível. Com base nos agricultores e cooperativas



Foto: Agecom

contratados na Bahia, devemos realizar em 2009 uma expressiva aquisição de grãos produzidos pela agricultura familiar.

BA&D – *O desenrolar da crise econômica mundial pode afetar as estratégias da empresa para o setor? Como a crise pode dificultar a produção dos biocombustíveis no país?*

AK – O Plano de Negócios da Petrobras Biocombustível 2009-2013 foi elaborado dentro de um cenário que já refletia a crise econômica, até onde se conseguiu avaliar o impacto da mesma. A Petrobras reavalia anualmente o Planejamento Estratégico de toda a Companhia, de forma que a extensão da crise está sendo mapeada e se fará refletir nas reavaliações futuras do Plano de Negócios da Companhia, incluindo os biocombustíveis. Todavia, estamos otimistas com o crescimento do mercado mundial de biocombustíveis devido a dois fatores: a necessidade da redução da emissão de CO₂ em razão do aquecimento global e, também, a necessidade da diversificação da matriz energética nos países que são grandes consumidores de energia.

A transição da matriz energética mundial: ênfase nos recursos renováveis

Fábio da Silva Machado^A
Nícia Moreira da Silva Santos^B
Sheila Caetano Haak^C
Gilca Garcia de Oliveira^D
Vitor de Athayde Couto^E

Resumo

Neste artigo analisam-se as matrizes energéticas mundial e brasileira, do ponto de vista da inserção de fontes renováveis de energia. Diversos fatores justificam a importância dos atuais estudos sobre energia, dentre eles, o anunciado esgotamento das fontes energéticas à base de combustíveis fósseis, a expansão da demanda industrial nos países emergentes e a maior eficiência energética aliada a menores índices de poluição. Identificou-se que as fontes não-renováveis ainda compõem o maior percentual da oferta energética mundial, todavia, perdendo espaço sistematicamente para as fontes renováveis. Analisando-se a realidade brasileira, constatou-se o mesmo fenômeno, porém, com maior velocidade no aumento da participação das fontes renováveis, sinalizando um movimento de inversão da supremacia na matriz nacional. Dentre os fatores que justificam a referida evolução mundial destacam-se os altos custos da energia à base de petróleo; a maior demanda energética pelos países emergentes, nos últimos anos; o aprofundamento das discussões ambientais, voltadas principalmente para a redução dos níveis de poluição; e o maior incremento das fontes energéticas alternativas renováveis. O Brasil, que historicamente apresentou forte presença relativa das fontes renováveis na sua matriz, com destaque para as hidroelétricas e o carvão vegetal, desponta como importante fornecedor de biocombustíveis. Destaca-se o bioetanol, principal vocação brasileira desde a década de 1970, além do biodiesel. Essas são as alternativas que vêm experimentando maior crescimento na participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira. Para que esse ritmo seja mantido – ou até incrementado –, faz-se necessário o convencimento da opinião internacional sobre os benefícios desse processo de substituição.

Palavras-chave: Matriz energética. Brasil. Biocombustíveis. Petróleo. Fontes de energia renováveis.

Abstract

World and Brazilian energy matrices are analysed in this article, from the viewpoint of inserting renewable energy sources. Various factors justify the importance of current studies on energy, including the announced depleting energy sources based on fossil fuels, expanding industrial demands in emerging countries and greater energy efficiency associated to lower pollution levels. It has been identified that non-renewable sources still form the largest percentage of world energy supplies. However, they are systematically losing ground to renewable sources. The same phenomenon can be noted when analysing the Brazilian reality but has increased participation in renewable sources at a faster rate, signalling a movement to reverse this supremacy in the national matrix. Among the factors which justify the above-mentioned world evolution, high oil based energy costs; a higher energy demand from emerging countries in recent years; in depth environmental discussions, principally concerned with reducing pollution levels and a larger increase in alternative renewable energy sources are highlighted. Brazil, which historically had a strong presence with regards to renewable sources in its matrix, highlighting hydroelectric and charcoal, emerges as an important biofuel supplier. Bio-ethanol is accentuated, the principal Brazilian mission since the 1970s, as well as biodiesel. These are the alternatives which have been experiencing the greatest growth in renewable fuel participation in the Brazilian energy matrix. In order that this rhythm is maintained, or even increased, it is necessary to convince international opinion on the benefits of this substitution process.

Keywords: Energy matrix. Brazil. Biofuels. Oil. Renewable energy sources.

^A Mestre em Economia e graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). cantofa@ig.com.br

^B Mestre em Economia e graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). niciasantos@hotmail.com

^C Mestre em Economia e graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). scheylahaack@ig.com.br

^D Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); graduada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); professora do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia (CME-UFBA).

^E Pós-doutor pelos Instituto de Altos Estudos Mediterrâneos (IAM), Montpellier, Universidade de Paris I e Universidade de Rouen; doutor em Estudos Rurais Integrados pela Universidade de Toulouse II (Le Mirail); professor titular da Universidade Federal da Bahia (UFBA), professor do Curso de Mestrado em Economia (CME-UFBA).

INTRODUÇÃO

Apesar de representar componente significativo das matrizes energéticas, o emprego das fontes energéticas não-renováveis vem sendo substituído gradativamente pela utilização de fontes renováveis, tanto no plano mundial quanto brasileiro. Diversos são os fatores relacionados a esse comportamento: elevação dos preços mundiais do petróleo e derivados, como gás natural e óleos combustíveis; exigências ambientais, principalmente em relação à redução das emissões de dióxido de carbono na atmosfera; incerteza quanto às reservas petrolíferas existentes; e ampliação da demanda energética mundial, causada pelo acelerado crescimento econômico nos países emergentes e com grandes populações, a exemplo da China, Índia e Brasil.

Este trabalho, na forma de artigo, é subproduto de uma pesquisa mais ampla. O seu objetivo é analisar o comportamento do mercado brasileiro no ambiente de transição das matrizes energéticas mundiais, com base na elevação da produção e do consumo de fontes renováveis de energia. O artigo divide-se em três partes, além desta introdução.

Na primeira parte, apresenta-se um breve panorama das matrizes energéticas mundiais, com base nos dados do Relatório Anual da Agência de Informação Energética dos EUA, de 2008, principalmente no que diz respeito às informações sobre produção, consumo e preços de energia. Na segunda parte, discutem-se os principais fatores relacionados à transição energética observada atualmente, como a expansão da demanda mundial por energia; a elevação dos preços mundiais da principal fonte primária; e a questão ambiental. Na terceira parte, referente ao caso brasileiro, analisa-se o comportamento da matriz energética nacional, observando-se se esta vem seguindo a tendência mundial de elevação do emprego das fontes de energia renovável.

De fato, as análises e previsões levantadas neste artigo permitiram ilustrar uma série de possibilidades

e incertezas relativas ao debate energético, que estão intrinsecamente ligadas às questões políticas e ao desenvolvimento tecnológico, assim como aos níveis de preços e ao crescimento das economias mundiais.

**A utilização da lenha/
carvão vegetal, que teve sua
maior representatividade
até a década de 1970,
vem, sistematicamente,
cedendo espaço para outras
alternativas, em especial os
biocombustíveis**

Em nível mundial, combustíveis líquidos são a fonte de energia que cresce mais lentamente, enquanto as fontes renováveis e o carvão mineral são os que mais se elevam. Comparativamente, os custos do carvão são mais baixos que os custos dos combustíveis líquidos e o gás natural, o que permite que esta fonte ainda seja uma melhor escolha econômica. Dados fatores

como a alta de preços dos combustíveis fósseis, elevação do consumo dos combustíveis, discussões quanto aos impactos ambientais e as incertezas em relação às reservas energéticas disponíveis, tem-se a perspectiva de aumentos e incentivos para o consumo e produção das fontes de energia renováveis.

A partir dessas considerações, compreende-se mais fielmente a trajetória da inserção das fontes energéticas renováveis na matriz energética brasileira. Apesar do potencial natural brasileiro e *know-how* das empresas nacionais, o aproveitamento hidrelétrico mantém sua participação praticamente inalterada em razão, principalmente, do elevado custo inicial dos projetos e das barreiras impostas pelas autoridades ambientais.

A utilização da lenha/carvão vegetal, que teve sua maior representatividade até a década de 1970, vem, sistematicamente, cedendo espaço para outras alternativas, em especial os biocombustíveis. Apesar da resistência dos principais países desenvolvidos em admitir a importância dessa fonte energética, o biodiesel, e principalmente o bioetanol, mantém sua trajetória ascendente de inserção na matriz energética brasileira.

Conclui-se destacando que o Brasil continua revelando forte presença de fontes renováveis na sua matriz energética, quando comparada ao resto do mundo. Essa participação, cada vez mais efetiva, decorre principalmente da combinação entre disponibilidade de recursos naturais e capacidade técnica para transformação de materiais biológicos em energia.

BREVE PANORAMA DA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

A identificação das principais matrizes energéticas mundiais baseia-se nos dados que se encontram no relatório da *Energy Information Administration (EIA)*. São apontadas projeções, de 2000 até 2030, dividindo-se a análise em demanda e oferta de energia.

Analisando-se o consumo mundial por tipo de energia explicitado na Tabela 1, a começar pelo petróleo, verifica-se que em muitas regiões do mundo o montante consumido vem declinando diante da alta de preços, com exceção do uso no setor de transportes, que mantém crescimento por causa da falta de fontes alternativas capazes de competir em larga escala. Espera-se que os produtores ligados à Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) mantenham seu mercado de oferta de petróleo estável, investindo apenas na capacidade incremental da sua produção convencional, que representa aproximadamente 40% da produção mundial. A principal justificativa baseia-se na ameaça de redução nos preços decorrente de uma possível elevação na oferta, dado o interesse em se manter elevado o nível de preços.

O consumo mundial de gás natural, segundo EIA (2008), aumentará em média 52%, entre 2005 e 2030. Espera-se que essa fonte substitua o petróleo, quando possível, pois produz menos dióxido de carbono que o carvão e demais produtos derivados do petróleo. Espera-se também que o gás natural venha a ser uma significativa fonte de energia para o setor industrial, com participação de aproximadamente 43%, até 2030. No ano de 2006, o consumo dos países fora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) superou os países membros da OCDE. Estimam-se crescimentos com taxa média de 2,3% anual para os países que não são da OCDE e de 1,0% para os da OCDE.

Ainda em relação ao gás natural, o consumo na América do Norte está projetado para crescer a uma taxa média de 0,6%, até 2030. Em 2010, a

participação desse consumo poderá atingir 21%. Historicamente, esse continente tem sido o maior produtor e consumidor de gás natural. No Canadá, o seu consumo está projetado para crescer à taxa de 1,5% ao ano. No México, espera-se crescimento em todos os setores, projetando-se aumento no seu consumo para geração de eletricidade. Na OCDE Europa, o consumo está projetado para crescer a uma taxa de 1,4% ao ano. No Japão e na Coreia do Sul, a demanda está projetada para crescer à taxa média de 0,7% e 2,2% ao ano, respectivamente.

Do total dos países que compõe a não OCDE Europa e Eurásia, a participação do gás natural representa 51% da sua energia. A Rússia é o segundo maior consumidor, perdendo somente para os EUA. Os demais países da não OCDE contam com 46% do total de energia combinada. Na China e Índia, o gás natural é menor no *mix* de todas as energias, representando apenas 3% e 8%, respectivamente, do consumo mundial. No Oriente Médio, o consumo cresce à taxa média anual de 1,9% e na África, 3,5%. Na América do Sul e Central a demanda cresce à taxa média de 2,8% ao ano. No Brasil, a produção de gás natural tem crescido com taxa média de 5,2% ao ano.

A alta de preços do gás natural tem incentivado o uso de tecnologia limpa de carvão. O carvão participou com 24% do total da energia utilizada em 2002 e 27%, em 2005. Essa fonte tem crescido nos últimos anos, dado o crescimento do consumo na China, que praticamente dobrou e ameaça aumentar fortemente no futuro. Como o carvão é a fonte básica da crescente economia chinesa, segundo EIA (2008), representará 71% do aumento do consumo do carvão mundial. Na ausência de políticas e acordos internacionais que limitam ou reduzem a emissão de gás no meio ambiente, o consumo de carvão mundial está projetado para aumentar de 123 quadrilhões de BTU, em 2005, para 202 quadrilhões de BTU¹, em 2030, ou seja, uma taxa média anual de 2%, representando 29% do consumo de energia mundial. Os raros países onde decresce o

O consumo mundial de gás natural, segundo EIA (2008), aumentará em média 52%, entre 2005 e 2030. Espera-se que essa fonte substitua o petróleo, quando possível, pois produz menos dióxido de carbono que o carvão e demais produtos derivados do petróleo

¹ British Thermal Units.

Tabela 1
Consumo mundial de energia primária – 1981-2005

	(Padrão Americano de Unidade) 1981-2005								
Tipo de energia/Grupo de países	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005
Petróleo (milhões de barris por dia)									
Total mundial	60.944	59.817	63.097	66.632	67.509	71.544	75.599	78.016	83.607
OCDE	39.491	37.692	39.342	41.566	43.210	45.895	47.742	47.870	49.617
Não OCDE	21.453	22.125	23.754	25.066	24.300	25.649	27.857	30.146	33.991
Outros grupos									
OCDE Europa	13.802	12.819	13.327	13.720	14.255	14.935	15.283	15.284	15.515
OPEC	3.085	3.500	3.921	4.536	5.104	5.453	5.859	6.709	7.651
União Europeia	13.742	12.658	13.055	13.379	13.815	14.420	14.687	14.686	14.925
IEA	37.386	35.670	37.118	39.224	41.002	43.659	45.270	45.416	46.978
Gás natural (trilhões cubic feet)									
Total mundial	53,513	59,692	66,312	73,370	77,086	82,231	85,196	92,653	103,700
OCDE	32,887	32,978	33,662	36,823	40,223	45,410	47,113	49,775	51,966
Não OCDE	20,626	26,713	32,650	36,547	36,863	36,820	38,083	42,878	51,734
Outros grupos									
OCDE Europa	9,437	10,146	11,145	11,601	12,723	15,053	16,045	17,161	19,291
OPEC	2,478	3,596	4,771	5,500	6,448	7,990	9,029	10,231	12,510
União Europeia	10,796	11,628	12,627	12,831	13,609	15,871	16,274	17,306	19,110
IEA	31,285	31,236	31,851	34,946	38,632	43,604	45,162	47,473	49,414
Carvão (milhões tons)									
Total mundial	4.221	4.677	5.127	5.266	4.956	5.192	4.999	5.272	6.483
OCDE	2.281	2.423	2.570	2.556	2.332	2.386	2.360	2.459	2.568
Não OCDE	1.940	2.254	2.557	2.710	2.624	2.806	2.639	2.813	3.915
Outros grupos									
OCDE Europa	1.284	1.332	1.410	1.304	1.040	984	880	896	905
OPEC	3	5	7	10	14	19	25	36	48
União Europeia	1.346	1.398	1.470	1.336	1.084	1.015	877	912	909
IEA	1.942	2.046	2.163	2.225	2.112	2.170	2.172	2.283	2.388
Energia hidroelétrica (bilhões kilowattthora)									
Total mundial	1.746,8	1.933,9	2.005,9	2.148,9	2.322,1	2.494,4	2.596,1	2.596,8	2.900,0
OCDE	1.094,1	1.175,9	1.145,5	1.179,5	1.250,1	1.325,4	1.333,2	1.252,3	1.258,5
Não OCDE	652,7	758,0	860,4	969,4	1.072,0	1.169,0	1.262,9	1.344,5	1.641,5
Outros grupos									
OCDE Europa	419,9	437,9	447,5	439,2	484,8	471,5	509,5	490,7	480,9
OPEC	27,9	33,2	46,4	55,1	72,1	76,5	82,8	86,8	111,5
União Europeia	293,6	300,6	302,2	275,5	313,2	318,7	337,3	312,1	301,3
IEA	1.060,3	1.144,2	1.116,9	1.146,8	1.214,8	1.283,5	1.288,2	1.213,2	1.217,4
Energia elétrica nuclear (bilhões kilowattthora)									
Total mundial	778,6	1.196,9	1.654,0	1.908,8	2.081,6	2.291,5	2.393,1	2.545,3	2.625,6
OCDE	689,7	1.000,0	1.411,5	1.634,6	1.810,5	1.995,6	2.093,2	2.177,7	2.226,6
Não OCDE	88,9	196,8	242,5	274,2	271,1	295,9	299,9	367,6	399,0
Outros grupos									
OCDE Europa	293,6	485,0	657,7	743,3	813,5	867,9	887,0	923,1	929,0
OPEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
União Europeia	288,5	480,6	649,0	734,5	820,6	879,8	896,1	941,3	944,9
IEA	684,6	992,7	1.390,6	1.608,4	1.794,2	1.976,9	2.071,3	2.151,3	2.199,4
Energia geotérmica, solar, eólica, madeira e lixo (bilhões kilowattthora)									
Total mundial	33,2	52,8	66,9	127,1	156,3	178,8	221,4	284,5	369,7
OCDE	25,1	40,4	53,4	112,2	137,7	153,0	183,7	234,0	309,6
Não OCDE	8,1	12,4	13,5	15,0	18,6	25,8	37,7	50,4	60,1
Outros grupos									
OCDE Europa	13,6	13,9	17,5	19,7	31,2	41,2	62,6	99,7	160,0
OPEC	0	0,2	0,7	1,1	1,0	2,2	3,7	5,9	6,3
União Europeia	13,0	13,3	16,7	18,5	30,0	39,2	59,5	96,3	155,5
IEA	23,7	38,3	48,5	106,8	131,5	146,9	176,3	226,0	296,6

Fonte: Energy Information Administration - International Energy Annual, 2005.

consumo de carvão encontram-se na Europa, além do Japão, países cujas populações crescem lentamente ou até decrescem; contudo, a demanda por eletricidade é crescente, embora lenta. O gás natural, energia nuclear e as renováveis são mais empregadas para a geração de eletricidade do que o carvão.

No mundo inteiro, o consumo de eletricidade e de fontes renováveis de energia aumenta a uma taxa média de 2,1% ao ano. Isso significa, em termos

quantitativos, passar de 35 quadrilhões de BTU para 59 quadrilhões de BTU, entre 2005 e 2030 (EIA, 2008).

Nos países que não integram a OCDE, o crescimento no consumo de energias renováveis está projetado, em larga escala, com base na energia hidroelétrica em países da Ásia e da América do Sul e Central, possuidores de projetos de usinas hidroelétricas ou de plantas já em construção. Nas nações da OCDE, a hidroeletricidade encontra-se bem estabelecida, com exceção do Canadá e Turquia, que possuem ainda poucos projetos. Outro dado que se visualiza é o aumento no consumo de fontes de energias renováveis não hidroelétricas, especialmente de origem eólica e da biomassa. Muitos países da OCDE têm incentivado o uso dessas fontes renováveis, pois reduzem a emissão de gases e promovem a segurança energética. Nos países da OCDE, a geração de energia renovável tende a crescer 1,6% ao ano, de 2005 a 2030, mais rápido que todas as outras fontes de eletricidade de geração, exceto o gás natural.

Analisando-se o consumo de energia, por setor, identifica-se que o consumo de energia residencial participa com aproximadamente 15% do consumo da energia mundial. Países da OCDE usam mais energia que os países da não OCDE, devido ao maior nível de renda. Dados do EIA 2008 revelam ainda que, em alguns países da não OCDE, utilizam-se largamente madeira e lixo nas residências, para aquecer e cozinhar, principalmente na África subsaariana, China e Índia. Cerca de 55% da população chinesa rural usa biomassa para cozinhar. Na Índia essa população ainda é maior, alcançando 87% (EIA, 2008).

Atividades econômicas mais modernas, integradas e complexas asseguram maiores níveis de renda, e, com isso, amplia-se a demanda pelo uso de

serviços de hotéis, restaurantes etc., além de novos negócios. Em 2005, o consumo de energia comercial nos países da não OCDE foi de apenas 1,2 milhões de BTU comparado aos países da OCDE, que registraram 16,4 milhões de BTU. Para os pa-

íses da não OCDE estimam-se crescimentos maiores que nos países da OCDE, aproximadamente 3,3% por ano.

No setor industrial, a demanda energética varia de

acordo com o país, conforme níveis de atividade econômica, desenvolvimento tecnológico, populacional, entre outros fatores. Economias vinculadas à OCDE geralmente possuem mais operações energéticas industriais eficientes, além de um *mix* de indústria pesada, o que não ocorre nos países da não OCDE. Espera-se que China, Índia e outros países da não OCDE, fixados na Ásia, apresentem maior crescimento nesse setor. Cerca de 77% da energia chinesa é consumida pelo setor industrial.

Analisando-se a produção energética mundial, com base nos dados apresentados na Tabela 2, observa-se que, atualmente, o volume de combustíveis convencionais produzido pelos países membros da OPEP (óleo cru, gás natural, produtos de refinarias) é de aproximadamente 12,4 milhões de barris por dia, enquanto os países da não OPEP contribuem com 8,6 milhões de barris por dia.

Os preços mundiais têm encorajado produtores nos países não OPEP, que visam não só à produção de combustíveis convencionais, como também elevam seus investimentos em fontes não convencionais. A elevação dos preços dos combustíveis fósseis acaba atraindo investimentos em áreas antes consideradas economicamente inviáveis, como no Cazaquistão, América do Sul (Brasil) e Canadá.

Estima-se que a produção de petróleo da não OCDE Europa e Eurásia deverá aumentar de 11,9 milhões de barris por dia, em 2005, para 18,9 milhões de barris por dia, em 2030. Mais da metade da produção é atribuída à Rússia, que, sozinha, deverá produzir quatro milhões de barris por dia, em 2030. No Brasil, a projeção de crescimento é de 4,4% ao ano, de 2005 a 2030, resultado da produção de 3,8 milhões de barris por dia, com base no cenário apoiado em recentes descobertas

No mundo inteiro, o consumo de eletricidade e de fontes renováveis de energia aumenta a uma taxa média de 2,1% ao ano

de óleo e gás nas Bacias de Campos e Santos. A produção norte-americana, ao contrário, está projetada para diminuir em média 0,5% ao ano, até 2030, em consequência da exaustão de atratividade no Canadá e da falta de capital para o desenvolvimento nos campos do México, especialmente nas águas profundas do Golfo do México. O futuro da produção norte-americana está na produção de fontes não convencionais (EIA, 2008).

Produtores da não OPEP Ásia projetam aumentar sua produção de 7,2 milhões de barris por dia, em 2005, para 8,6 milhões de barris por dia, em 2030. A China, maior produtor não OPEP, projeta atingir um consumo de quatro milhões de barris por dia, em 2030. Por sua vez, a Índia projeta produzir aproximadamente 1,2 milhões de barris por dia. Nesses dois países, esperam-se também aumentos na produção de biocombustíveis e carvão mineral. Estima-se que a produção de combustíveis

(Continua)

Tabela 2 Produção mundial de energia primária – 1980-2005									
Tipo de energia/Grupo de países	(Quadrilhões (10 ¹⁵) Btu), 1980-2005								
	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005
Petróleo (milhões de barris por dia)									
Total mundial	125,479	122,604	127,424	136,216	136,184	145,322	150,216	153,821	169,277
OCDE	35,811	40,359	39,817	38,067	39,426	43,122	42,125	42,895	39,623
Não OCDE	89,668	82,245	87,607	98,149	96,759	102,200	108,090	110,926	129,655
Outros grupos									
OCDE Europa	5,814	8,090	8,800	8,864	10,523	13,883	13,871	13,547	11,358
OPEC	49,901	39,297	42,021	52,721	57,256	61,285	63,887	62,233	74,071
União Europeia	5,220	7,008	7,053	5,590	5,818	7,458	7,645	6,994	5,553
IEA	30,398	33,889	33,766	31,891	32,942	36,267	35,150	35,348	31,674
Gas natural (trilhões cubic feet)									
Total mundial	55,563	61,782	68,484	75,901	78,426	84,009	87,875	96,671	105,331
OCDE	31,160	29,636	29,449	31,462	34,201	38,076	38,752	41,434	39,881
Não OCDE	24,403	32,146	39,035	44,439	44,224	45,933	49,122	55,238	65,450
Outros grupos									
OCDE Europa	7,228	7,071	7,425	7,195	8,370	10,258	10,129	10,923	11,019
OPEC	3,864	5,682	7,196	8,544	9,919	11,891	14,091	15,806	19,199
União Europeia	7,542	7,464	7,697	7,194	8,048	9,278	8,698	8,797	8,098
IEA	29,938	28,368	28,315	30,329	32,994	36,719	37,246	38,642	38,075
Carvão (milhões tons)									
Total mundial	71,722	78,485	86,128	91,023	84,421	89,136	91,094	97,805	122,246
OCDE	38,794	40,117	42,963	43,411	38,360	40,435	41,099	40,784	41,554
Não OCDE	32,927	38,368	43,164	47,612	46,060	48,701	49,995	57,021	80,692
Outros grupos									
OCDE Europa	16,287	15,357	16,662	14,481	11,346	10,221	9,176	8,311	7,786
OPEC	0,044	0,081	0,128	0,375	0,919	1,478	2,133	2,905	4,153
União Europeia	16,622	15,722	16,944	14,592	11,500	10,468	9,127	8,346	7,791
IEA	33,345	33,773	36,431	38,195	34,669	36,550	37,543	37,675	38,599
Energia hidroelétrica (bilhões kilowattthora)									
Total mundial	18,259	20,190	20,899	22,353	23,939	25,792	26,548	26,417	28,997
OCDE	11,436	12,276	11,935	12,269	12,888	13,705	13,633	12,740	12,584
Não OCDE	6,823	7,914	8,964	10,084	11,051	12,087	12,915	13,677	16,413
Outros grupos									
OCDE Europa	4,389	4,571	4,662	4,569	4,997	4,875	5,210	4,992	4,809
OPEC	0,291	0,347	0,484	0,573	0,743	0,791	0,846	0,883	1,115
União Europeia	3,069	3,138	3,148	2,865	3,229	3,295	3,449	3,175	3,013
IEA	11,083	11,945	11,637	11,929	12,524	13,271	13,173	12,342	12,172
Energia elétrica nuclear (bilhões kilowattthora)									
Total mundial	8,527	12,995	17,644	20,357	22,008	24,110	25,088	26,681	27,473

Tabela 2
Produção mundial de energia primária – 1980-2005

(Quadrilhões (10¹⁵) Btu), 1980-2005

Tipo de energia/Grupo de países	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005
OCDE	7,522	10,781	14,904	17,268	19,072	20,919	21,845	22,705	23,242
Não OCDE	1,006	2,214	2,740	3,088	2,936	3,192	3,243	3,976	4,231
Outros grupos									
OCDE Europa	3,158	5,182	6,914	7,860	8,609	9,119	9,310	9,675	9,778
OPEC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
União Europeia	3,109	5,140	6,825	7,770	8,690	9,259	9,426	9,889	9,965
IEA	7,459	10,691	14,647	16,953	18,882	20,710	21,601	22,408	22,938
Energia geotérmica, solar, eólica, madeira e lixo (bilhões kilowattthora)									
Total mundial	0,510	0,771	0,989	1,696	2,011	2,267	2,773	3,434	4,285
OCDE	0,388	0,580	0,780	1,461	1,739	1,894	2,219	2,723	3,473
Não OCDE	0,122	0,191	0,208	0,235	0,271	0,374	0,554	0,711	0,813
Outros grupos									
OCDE Europa	0,172	0,176	0,217	0,242	0,362	0,469	0,698	1,079	1,674
OPEC	0,000	0,004	0,015	0,023	0,022	0,047	0,078	0,125	0,132
União Europeia	0,164	0,168	0,205	0,226	0,346	0,443	0,654	1,029	1,612
IEA	0,361	0,540	0,680	1,349	1,614	1,769	2,073	2,571	3,249
Produção de biomassa, geotérmico e energia solar não utilizada para geração de eletricidade									
Total mundial	2,593	2,962	2,859	2,288	2,371	2,604	2,402	2,110	2,529
OCDE	2,593	2,962	2,859	2,288	2,371	2,604	2,402	2,110	2,529
Não OCDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros grupos									
OCDE Europa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
União Europeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEA	2,593	2,962	2,859	2,288	2,371	2,604	2,402	2,110	2,529
Total de energia primária									
Total mundial	282,653	299,787	324,427	349,833	349,360	373,240	385,994	406,941	460,139
OCDE	127,704	136,710	142,708	146,226	148,057	160,755	162,075	165,391	162,886
Não OCDE	154,949	163,078	181,719	203,607	201,303	212,486	223,919	241,550	297,254
Outros grupos									
OCDE Europa	37,048	40,449	44,680	43,211	44,207	48,826	48,395	48,527	46,424
OPEC	54,100	45,411	49,844	62,237	68,859	75,491	81,035	81,952	98,671
União Europeia	35,726	38,642	41,873	38,237	37,631	40,202	38,999	38,230	36,031
IEA	115,176	122,168	128,335	132,933	135,996	147,890	149,187	151,096	149,237

Fonte: Energy Information Administration - International Energy Annual, 2005.

não convencionais atingirá 0,2 milhões de barris por dia, sendo 44% atribuí-dos ao carvão mineral e 56% aos biocombustíveis.

Dentre os países que compõem a OPEP, o maior crescimento da produção de combustíveis como o óleo cru, gás líquido e natural está projetado, no Qatar, com taxas anuais médias de 4,3%. No Iraque, essa taxa deverá crescer substancialmente, em torno de 3,1% por ano. Segundo EIA (2008), os conflitos no Iraque serão resolvidos bem antes de 2030, viabilizando a demanda doméstica. De 2015 a 2030,

a taxa de crescimento média anual deverá elevar-se para 4,3%. No Irã, a produção total será restringida por fatores geopolíticos, até 2015. Esses fatores não estão apenas atrelados às questões de relações internacionais, mas também a uma variedade de outros fatores ligados à efetividade operacional das companhias, para viabilizar investidores estrangeiros e do governo em acordar termos contratuais.

Para a Venezuela, a produção de petróleo é contraída pelos investidores sobre ações do governo que nacionalizou o setor de hidrocarbono, como também

pelas possibilidades de alterações contratuais. A produção chegará a 3,5 milhões de barris por dia, em 2030. Isso representa projeções extremamente pessimistas que contrariariam as promessas assumidas de uma produção de 5,5 milhões de barris por dia, em 2020.

Considerando-se o cenário de alta de preços para o petróleo, prospecta-se o desenvolvimento de fontes não convencionais. Essas fontes, que incluem pré-sal, óleo extrapesado, biocombustíveis, carvão e gás natural, serão produzidas em países membros da OPEP e não OPEP. A produção dessas fontes aumentará de 2,5 milhões de barris por dia, em 2005, para 9,7 milhões, em 2030, passando a representar 9% da oferta mundial. Biocombustíveis, incluindo o etanol e o biodiesel, tornar-se-ão importante fonte de oferta de combustíveis não convencionais. A crescente produção de biocombustíveis nos EUA alcançará, em 2030, 1,2 milhões de barris por dia, ou seja, metade da produção de biocombustíveis mundial no período previsto.

Fora da OPEP, a produção dos líquidos não convencionais vem de vários grupos de países e tipos de fontes. Ao todo, a produção de líquidos não convencionais está projetada para aumentar mais que 6,4 milhões de barris por dia, até 2030, sendo 72,4% oriundos de países da OCDE. Para 2030, espera-se que betume e biocombustíveis venham a ter, em volume, maior participação dos países não OPEP, com produção de 3,1 e 2,2 milhões de barris por dia, respectivamente. Os maiores aumentos na produção de combustíveis não convencionais estão projetados para os EUA (um milhão de barris por dia) e Brasil (0,5 milhão de barris por dia). Aumentos de 60 mil barris por dia são previstos para África do Sul, China, Índia e Argentina.

Na África, quase 70% da produção não convencional originam-se de apenas quatro países: Egito (28%), Guiné Equatorial (16%), Sudão (15%) e Congo (10%).

Gás natural e carvão estão crescendo como fontes para a geração de eletricidade. O gás natural participou, em 2005, com 20%, e se espera que atinja 25%, em 2030. Em 2005, o carvão representava 41%, projetando-se, para 2030, uma participação de 46%. Esses valores representam taxas de crescimento anual de 3,1% e 3,7%, respectivamente. No setor de energia elétrica, o gás natural é uma escolha atrativa

para novas plantas de geração, por causa da sua eficiência. Segundo projeções do EIA 2008, a geração de eletricidade contará com 35% do total de consumo do gás natural, em 2030. O crescimento da demanda pelo gás natural está projetado para ocorrer nos países fora do âmbito da OCDE.

No setor de energia elétrica, o gás natural é uma escolha atrativa para novas plantas de geração, por causa da sua eficiência

Nos EUA e países que compõe a não OCDE Ásia, fatores como a oferta ampla das fontes de carvão, e preços mais altos do óleo e do

gás natural, estimulam o emprego do carvão, notadamente por ser uma fonte mais econômica de energia para a geração de eletricidade.

Projeta-se que nos próximos 20 anos a geração de eletricidade mundial chegará a 33,3 trilhões KW/h, quase o dobro em relação ao ano de 2005 (17,3 trilhões KW/h). A mais forte projeção refere-se aos países da não OCDE, onde a eletricidade cresce aproximadamente 4% ao ano, dado o aumento do padrão de vida, aumento da demanda por equipamentos domésticos e a expansão dos serviços comerciais, incluindo hospitais, escritórios imobiliários e shoppings. Na OCDE espera-se um crescimento tímido, de 1,35%, entre 2005 a 2030. Estima-se que quase 32% da população nos países não OCDE (excluídos os da Europa e Eurásia) ainda não têm acesso a eletricidade (quase 1,6 bilhão de pessoas).

Quanto à geração de eletricidade à base de energia nuclear, projeta-se um aumento da ordem de 2,6 trilhões KW/h, em 2005, a 3,8 trilhões KW/h, em 2030. As altas dos preços sobre os combustíveis fósseis, segurança energética e emissões de gás sustentam o desenvolvimento da geração da energia nuclear. O alto capital inicial e os custos elevados de manutenção são fatores que ainda mantêm alguns países longe da expansão dos programas de energia nuclear.

De acordo com EIA (2008), a geração de eletricidade nuclear instalada crescerá de 374 GW, em 2005, para 408 GW em 2030. O declínio da capacidade de geração da energia nuclear é projetado somente para OCDE Europa, pois países como Alemanha e Bélgica têm eliminado a energia nuclear. Os maiores projetos, nesse segmento energético, estão na não OCDE Ásia. Além disso, vários países da OCDE estão aderindo aos programas nucleares, como é o caso da Coreia do Sul, Japão, Canadá. Nos

EUA, o governo estabeleceu regras, em 2006, sobre crédito em impostos para novas plantas nucleares incluídas na política energética de 2005.

O uso de energia hidroelétrica e de outras fontes renováveis continua se expandindo, prevendo-se aumentos médios do consumo de 2,1% ao ano, até 2030. O crescimento dos níveis de preços do gás natural para a geração de energia tem propiciado políticas governamentais e programas de apoio em energias renováveis, o que permite competir economicamente. Espera-se crescimento no setor hidroenergético para Canadá e Turquia, países ligados à OCDE. Contudo, para os demais países dessa organização, espera-se crescimento através de outras fontes como: eólica, solar, geotérmica, resíduos sólidos municipais e biomassa.

Obrigado a reduzir a emissão de gases, a partir do Protocolo de Kyoto, a OCDE Europa mantém como chave o mercado da energia eólica, contando com capacidade de 8.554 MW. Atualmente, estão na Europa sete das dez maiores plantas eólicas do mundo, que contabilizam 60% da capacidade global instalada. Nos EUA a capacidade de energia eólica é de 38%, apoiada por incentivos fiscais. O mercado de energia eólica tem também crescido na não OCDE Ásia, como na China, que gera mais que 3.400 MW, e Índia. A União Europeia possui metas de crescimento de energia renovável em torno de 20%, até 2020, notadamente a partir do regulamento compulsório para os biocombustíveis. Muitos países membros da OCDE oferecem incentivos de produ-

ção, incluindo subsídios e recursos para investimentos em capital, e prêmio em preços para a geração de fontes renováveis.

PRINCIPAIS FATORES RELACIONADOS À TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Os principais fatores relacionados à transição energética observada atualmente são: a expansão da demanda mundial por energia; a elevação dos preços mundiais da principal fonte primária; e a questão ambiental.

Analisando-se a expansão da demanda mundial por energia, com base na análise dos dados do Relatório anual da Agência de Informação Energética dos EUA de 2008, verifica-se previsão de expansão em 50% do consumo de energia mundial entre 2005 e 2030 (Tabela 3). Prevê-se tal aumento, notadamente, através do crescimento econômico sólido das nações e da expansão das populações dos países em desenvolvimento. Para os países da OCDE, grandes consumidores de energia, têm-se a expectativa de crescimento de consumo à taxa média anual de 0,7%.

No caso das economias emergentes (não OCDE), projeta-se uma elevação de 2,5% na demanda energética, motivada principalmente pelas perspectivas de rápido crescimento da China e Índia. Isso ocorre uma vez que, ao longo das últimas décadas, essas economias influenciaram fortemente o emprego

Tabela 3
Previsão do consumo energético em kW – 2000-2030

Região	2000	2005	2010	2020	2025	2030	Média anual
							Varição percentual
							2005-2030
OECD	240.9	249.7	260.5	269.0	277.6	285.9	0.7
América do Norte	121.3	126.4	132.3	137.8	143.4	148.9	0.8
Europa	81.4	83.9	86.8	88.5	9.4	92.0	0.5
Ásia	38.2	39.3	41.4	42.7	43.7	44.9	0.7
Não-OECD	221.3	262.8	302.5	339.4	374.2	408.8	2.5
Europa e Eurasia	50.7	55.1	59.5	63.3	66.	69.1	1.2
Ásia	109.9	137.1	164.2	189.4	215.3	240.8	3.2
Oriente Médio	22.9	26.4	29.5	32.6	34.7	36.8	1.9
África	14.4	16.5	18.9	20.9	22.5	23.9	2.0
América Central e do Sul	23.4	27.7	30.5	33.2	35.7	38.3	2.0
Total Mundo	462.2	512.5	563.0	608.4	651.8	694.7	1.6

Fonte: Energy Information Administration - International Energy Annual, 2005.

energético. Em 1980, China e Índia representavam menos de 8% do consumo de energia mundial, contudo, em 2005, sua participação aumentou para 18%. Estima-se ainda que tais nações concentrem cerca de ¼ desse consumo em 2030, enquanto países da União Europeia reduzirão sua quota de 22% para 17% no mesmo período.

Para as demais regiões não pertencentes à OCDE, espera-se uma variação relevante, entre 2005 e 2030, com aumentos de até 60% para o Oriente Médio, África, América Central e do Sul. Verifica-se também acréscimo de 36% para Europa e Eurásia (incluindo Rússia e outras antigas repúblicas soviéticas), decorrente de ganhos em eficiência energética.

Muitos são os fatores que influenciam o aumento da demanda energética. Dentre esses, ressaltam: crescimento da população mundial, elevação do produto global, desenvolvimento das economias emergentes e a consequente melhoria das suas condições socioeconômicas.

No que tange à relação entre o crescimento populacional e o consumo de energia nos últimos 150 anos, apresentada pela Figura 1, podem-se tecer algumas considerações, segundo Alves (2005):

- i) crescimento da população mundial, de 5,35 vezes;
- ii) ampliação do consumo per capita de energia primária, de 2,81 vezes;
- iii) redução no consumo per capita após as duas crises do petróleo, de 1973 e 1979.

Estima-se que quanto maior o crescimento da população mundial, maior será a demanda por energia, e maiores terão de ser os esforços para ampliar a oferta das diversas fontes energéticas.

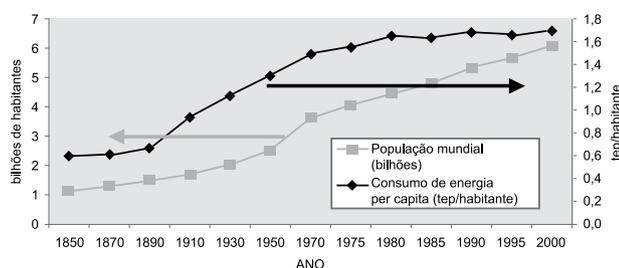


Figura 1
Evolução da população mundial e de seu consumo de energia – 1850/2000

Fonte: Alves (2005).

Pode-se analisar ainda a relevância do crescimento econômico das nações emergentes com respeito às perspectivas de consumo de energia. Isso ocorre uma vez que se verificam acréscimos no PIB de 5,2% anuais para os países que não compõe a OCDE, em contraste com os filiados à instituição, cujos acréscimos situam-se em torno de apenas 2,3%. As reformas geradas nos países não OCDE, tais como políticas macroeconômicas, liberalização comercial, flexibilização nos regimes de taxas cambiais, déficits fiscais mais baixos, diminuição das taxas de juros, redução das incertezas, ampliação dos investimentos, consecução de reformas macroeconômicas via privatizações, além da criação de um sistema de regulações, tudo isso tem propiciado níveis de crescimento recordes em algumas economias, notadamente na China e Índia.

Dessa maneira, com o significativo crescimento da renda per capita em tais países ocorrerão, consequentemente, ampliações na demanda por energia, sobretudo para o setor de transportes. Estima-se que nos próximos anos a demanda mundial por combustíveis líquidos e outros derivados do petróleo aumentem mais rapidamente no setor de transportes do que em qualquer outro setor de uso final. O transporte compartilha o crescimento de consumo em aproximadamente 52%, em 2005. Cabe ressaltar que nas nações não OCDE o uso da energia em transporte cresce a taxas médias de 2,9% ao ano (IEA, 2008).

Nesse ínterim, destaca-se a influência positiva das condições socioeconômicas sobre o consumo energético. Conforme informações *World Development Indicators (WDI)*, em 2004, nações com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio, ou seja, entre 0.5 e 0.8, consomem entre 0.14 e 5 tep² per capita. Outras nações, cujos IDH são baixos, demandam de 0.2 a 0.8 tep per capita. Nações com IDHs superiores, por sua vez, consomem acima de 1 tep per capita. Com isso, as melhorias nas condições de vida das populações mundiais irão resultar numa elevação do consumo de energia. A elevação da demanda energética da China, por exemplo, pode ser explicada em parte pelos avanços na qualidade de vida de sua população nos últimos anos.

² Significa tonelada equivalente de petróleo.

A conduta social também influencia o consumo energético, através da utilização de eletrodomésticos, de meios de transporte individuais e do crescimento da indústria. Considerando-se a expectativa de crescimento econômico dos países emergentes, como Brasil, Índia, China, Rússia e México, e a conseqüente ampliação do bem-estar das suas populações, pode-se prever uma expressiva elevação na demanda energética. Todavia, resta uma indagação: diante de tais perspectivas, as reservas petrolíferas existentes conseguirão satisfazer esse crescimento mundial de consumo de energia?

As atuais reservas petrolíferas encontram-se concentradas geograficamente, sendo que a maior parte encontra-se no Oriente Médio. Segundo dados da ANP, as reservas mundiais de petróleo atualmente somam 1.147,80 bilhões de barris, enquanto seu consumo atualmente é estimado em 84 milhões de barris/dia. Caso novas reservas não sejam descobertas, é possível que esse combustível fóssil se esgote em meados do século XXI.

Acrescente-se ainda que, com a tendência de diminuição de 4% a 6% ao ano da produção petrolífera global (84 milhões de barris ao dia) e com a crescente ascensão da procura pelo bem (cerca de 2% a 3% anualmente), o cenário das reservas de produção poderá agravar-se. Tem-se ainda que o excesso de capacidade dos países da OPEP vem diminuindo.

Outro fator pertinente à transição energética refere-se à abrupta elevação dos preços de petróleo e seus derivados nos últimos anos. Prova disso é que os preços, em 2007, praticamente duplicaram se comparados aos valores em 2003 (em termos reais). Em meados de julho de 2008, o preço do barril do petróleo atingiu US\$147, bem acima do nível de preço histórico ajustado pela inflação aplicada em 1980. Dentre os principais determinantes da elevação desses preços, desde 2003, enumeram-se: o forte crescimento da demanda nos países não OCDE da Ásia e Oriente Médio; o não crescimento da produção de membros da OPEP, entre 2005 e 2007; o aumento dos custos para exploração dos óleos, a elevação nos preços das *commodities* e o enfraquecimento do dólar.

A alta nos preços, tanto do petróleo quanto de seus principais derivados, como gás natural e óleos combustíveis, faz com que a maioria das nações mantenha seus níveis de consumo atuais ou até reduza esses níveis.

Nessa conjuntura, o desenvolvimento de tecnologias e a produção de fontes não convencionais, como as renováveis, mostra-se atrativa. Alguns países vêm implementando políticas governamentais com incentivos ao uso de fontes renováveis, mesmo quando elas ainda não são competitivas economicamente em comparação com os combustíveis fósseis.

As fontes energéticas não renováveis, notadamente petróleo (e derivados) e carvão mineral, são caracterizadas pelas altas emissões de dióxido de carbono na atmosfera. Neste cenário, os países de alta renda respondem pela maior parte dessas emissões. Em 2000, tais países, que representam apenas 16% da população mundial, foram responsáveis por cerca de 50% da emissão total de CO₂.

Assim, a questão ambiental constitui-se num elemento essencial para a ampliação do emprego de fontes renováveis. Desde as primeiras discussões referentes aos impactos do desenvolvimento sobre o meio ambiente, realizadas pela ONU, até a consecução do Protocolo de Kyoto, a conscientização em relação às conseqüências devastadoras da poluição atmosférica – como o efeito estufa e aquecimento global³ – se intensificou.

Como resposta a tal conscientização, o Protocolo de Kyoto foi assinado, em 1997, por líderes de 84 nações. A partir desse acordo, foi instituído o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, oferecendo grandes oportunidades para a implantação de tecnologias limpas de produção de energia, com recursos oriundos de países desenvolvidos, e para a utilização de combustíveis renováveis. A principal norma do Protocolo é a redução da emissão total de gases formadores do efeito estufa em pelo menos 5%, em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Entretanto, tal meta é distribuída de

³ No Painel Intergovernamental em Mudança Climática (IPCC), da ONU, foi indicado um aumento da temperatura entre 0,3° C e 0,6° C no século XX, dado como responsável pelo desaparecimento de um percentual de cerca de 8% da capa de gelo ártico nos últimos 30 anos.

forma desigual entre as nações, cabendo 8% para a União Europeia, 7% para os EUA e 6% para o Japão. Para países em desenvolvimento não foram atribuídas metas (ALVES, 2005).

O CASO BRASILEIRO

Analisando-se a evolução da matriz energética brasileira, apesar da supremacia das fontes não-renováveis (com destaque para o petróleo), destaca-se maior participação das fontes renováveis em comparação com os dados representativos da matriz mundial. Isso pode ser verificado na Tabela 4. Inicialmente observa-se um movimento de maior inserção das fontes renováveis na matriz nacional, saindo de uma participação de 41%, em 2000, para 45,85, em 2009. No sentido oposto, a participação das fontes não-renováveis cai de 59%, em 2000, para 54,2%, em 2007.

É possível admitir nesse momento que o Brasil segue a tendência mundial de maior inserção das fontes energéticas renováveis na sua matriz. As mesmas razões explicitadas para justificar a realidade mundial podem estar associadas à realidade brasileira, acrescentando-se que o mercado interno nacional cresce mais rapidamente do que a maioria dos demais países, exigindo, portanto, de forma mais urgente, soluções energéticas alternativas. Só a título de comparação e voltando a analisar a Tabela 1, mais de 45% de toda a energia consumida no Brasil provêm de fontes renováveis, enquanto nos países desenvolvidos essa média é de 10%. Aliado a isso, cabe salientar que o país possui

elevada capacidade produtiva de biocombustíveis e energia hidroelétrica.

Falando inicialmente da realidade hidroelétrica, cumpre destacar que, segundo dados do Ministério das Minas e Energia, a exploração da capacidade hídrica brasileira atinge apenas 27% do seu potencial. Dentre as razões da preferência por hidrelétricas, e até manutenção do percentual de geração energética na matriz nacional, podem-se citar:

- Menor custo por kW produzido (R\$ 1,5 mil por kW instalado);
- Menor risco cambial – diferente do gás natural, por exemplo, que é cotado em dólar;
- Cumpre a desejabilidade de energia limpa;
- Elevado potencial empresarial brasileiro na sua construção.

Entre os fatores explicativos para o reduzido aproveitamento dessa fonte energética em face do potencial existente, os mais importantes são:

- Elevado índice de conflitos com órgãos governamentais;
- Maior volume de investimento inicial, exigindo maior prazo de maturação do projeto;
- Maior distância dos centros consumidores de energia, exigindo altos investimentos na expansão do transporte.

O que se pode concluir sobre a participação das hidroelétricas na matriz energética nacional é que esta fonte não evoluiu na mesma proporção que outras fontes renováveis como o biodiesel, bioetanol, biomassa etc. Os biocombustíveis, fonte de

Tabela 4
Evolução da matriz energética brasileira – 1970-2007

Fonte	1970	1980	1990	2000	2005	2006	2007
Não-renovável	41,6	54,4	50,9	59,0	55,5	55,0	54,2
Petróleo	37,7	48,3	40,7	45,5	38,7	37,8	37,4
Gás natural	0,3	1,0	3,1	5,4	9,4	9,6	9,3
Carvão mineral	3,6	5,1	6,8	7,1	6,3	6,0	6,0
Urânio	0	0	0,4	0,9	1,2	1,6	1,4
Renovável	58,4	45,6	49,1	41	44,5	45,0	45,8
Hidroeletricidade	5,1	9,6	14,1	15,7	14,8	14,8	14,9
Lenha/Carvão vegetal	47,6	27,1	20,1	12,1	13,0	12,7	12,0
Cana-de-açúcar	5,4	8,0	13,4	10,9	13,8	14,5	15,7
Outras	0,3	0,9	1,5	2,3	2,9	3,0	3,2

Fonte: MME, 2008.

energia renovável derivada de materiais agrícolas, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar etc., acaba ganhando espaço na realidade mundial, e o Brasil vem tentando obter vantagens nesse contexto.

Diversas são as ações governamentais que reforçam a intenção brasileira de aproveitar o seu potencial bioenergético. Adições obrigatórias e voluntárias do biodiesel ao óleo diesel, zoneamentos agrícolas, participações em fóruns e convenções internacionais são alguns exemplos. Independentemente de essa

participação do governo ter ou não ter contribuído para a expansão dos biocombustíveis na matriz energética, o fato é que, quando se discute o caso brasileiro e sua trajetória de inserção dos biocombustíveis na matriz energética nacional, percebe-se a magnitude das pressões externas contra essa lógica. Particularmente os setores de petróleo e de alimentos são os principais opositores. O primeiro considera a evolução dessa fonte energética como a principal ameaça à sua lucrativa existência, e o segundo teme – e já começa a sentir – a elevação dos seus custos de produção decorrente dos aumentos dos preços dos grãos.

O discurso internacional contra o biocombustível brasileiro é pautado nas seguintes considerações:

- Potencializa o desmatamento;
- Promove a redução da oferta de alimentos;
- Elevado índice de queimadas no cultivo da cana;
- Condições precárias de trabalho.

Contra esse discurso, as respostas das autoridades brasileiras ocorrem da seguinte forma:

- A expansão (especialmente da cana) se dá sobre áreas de pastagens e agrícolas pouco exploradas. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), 77% da expansão da cana entre 2002 e 2006 ocorreram sobre pastagens, 12% sobre a área de lavouras e os 11% restantes representaram a inclusão de novas áreas.

Adicionalmente, não se deve deixar de levar em consideração dois outros importantes argumentos a favor dos biocombustíveis que são sua capacidade de evitar emissões de CO₂, e, portanto, combater o aquecimento global, e estimular o crescimento de regiões mais pobres, contribuindo para minimizar as desigualdades

- Ainda segundo o Cepea, a maior tecnificação e intensificação da exploração agropecuária promoveu aumento em 18,38 milhões de cabeças de gado nesse período. Há subaproveitamento nas áreas de pastagens. Portanto, é possível e comprovado que se pode aumentar a produção agropecuária simultaneamente à produção de biocombustíveis.

prova que se pode aumentar a produção agropecuária simultaneamente à produção de biocombustíveis.

- O governo vem dialogando com os produtores visando inibir a prática das queimadas.
- O governo está intensificando a fiscalização e estimulando os produtores a

regularizar a mão de obra na lavoura.

Ainda com relação aos itens 1 e 2, e observando-se a Tabela 5, é possível verificar o potencial de produção adicional em alimentos e energia. O Brasil é hoje considerado o país com maior potencial de terras disponíveis para a produção agrícola. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o país conta com 330,8 milhões de hectares, seguido pela Rússia e Estados Unidos com 164,7 e 158,5 milhões de hectares, respectivamente.

Adicionalmente, não se deve deixar de levar em consideração dois outros importantes argumentos a favor dos biocombustíveis que são sua capacidade de evitar emissões de CO₂, e, portanto, combater o aquecimento global, e estimular o crescimento de regiões mais pobres, contribuindo para minimizar as desigualdades. Dos biocombustíveis em análise,

Tabela 5
Distribuição das terras brasileiras – 2008

Usos	Milhões/hectares	%
Pastagens e campos naturais	172	20,21
Lavouras temporárias	55	6,46
Lavouras permanentes	17	2,00
Florestas cultivadas	5	0,59
Unidades de conservação	176	20,68
Áreas indígenas	107	12,57
Áreas de assentamentos	77	9,05
Áreas devolutas	171	20,09
Áreas inexploradas e disponíveis	71	8,34

Fonte: IBGE, 2008.

destaca-se o etanol da cana, que encontra, no Brasil, o maior produtor e exportador do planeta. Segundo dados do Ministério das Minas e Energia, o uso do bioetanol significou, no período de 1970 a 2005, a não emissão de 644 milhões de toneladas de CO₂. Essa foi, sem dúvida, a fonte renovável que apresentou maior crescimento no Brasil, passando de uma participação de 10,9% na matriz nacional, em 2000, para 15,7%, em 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises e previsões levantadas neste artigo permitiram ilustrar uma série de possibilidades e incertezas relativas ao debate energético que estão intrinsecamente ligadas às questões políticas e ao desenvolvimento tecnológico, assim como aos níveis de preços e ao crescimento das economias mundiais.

No plano mundial, os combustíveis líquidos são a fonte de energia que cresce mais lentamente, enquanto as fontes renováveis e o carvão mineral são as que mais se elevam. Comparativamente, os custos do carvão são mais baixos que os custos dos combustíveis líquidos e o gás natural, o que permite que essa fonte ainda seja uma melhor escolha econômica. Dados os fatores como alta de preços dos combustíveis fósseis, elevação do consumo dos combustíveis, discussões quanto aos impactos ambientais e incertezas em relação às reservas energéticas disponíveis, tem-se a perspectiva de aumentos e incentivos para o consumo e produção das fontes de energia renováveis.

A partir dessas considerações, compreende-se mais fielmente a trajetória da inserção das fontes energéticas renováveis na matriz energética brasileira. Apesar do potencial natural brasileiro e do know-how das empresas nacionais, o aproveitamento hidrelétrico mantém sua participação praticamente inalterada, em razão, principalmente, do elevado custo inicial dos projetos e das barreiras impostas pelas autoridades ambientais.

A utilização da lenha/carvão vegetal, que teve sua maior representatividade até a década de 1970, vem, sistematicamente, cedendo espaço para outras alternativas, em especial os biocombustíveis. Apesar da resistência dos principais países desenvolvidos em admitir a importância dessa

fonte energética, o biodiesel, e principalmente o bioetanol, mantém sua trajetória ascendente de inserção na matriz energética brasileira.

Para concluir, cabe destacar que o Brasil mantém forte e histórica presença de fontes renováveis na sua matriz energética, em relação ao resto do mundo. O seu grau de evolução revela uma participação cada vez mais efetiva com o passar dos anos, principalmente em decorrência da disponibilidade natural e capacidade técnica para transformação de materiais biológicos em energia.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rex Nazaré. A evolução da matriz energética brasileira - alternativas para 2022. *Comunicação & Política*, v. 23, n. 3, set./dez. 2005

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Dados estatísticos*. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

CASTRO, Gleide. Sem nenhum problema de espaço, avanços na agroenergia. *Revista Valor Especial/Biocombustíveis*. 2008.

IBGE. *Dados estatísticos*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

EIA - Energy Information Administration, *International Energy Annual*. 2008. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). *Dados estatísticos*. São José dos Campos, 2008. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

VEIGA, Lauro Filho. A estratégia brasileira em defesa do etanol de cana. *Revista Valor Especial/Biocombustíveis*. 2008.

VEIRA, Maria Cândida. Sintonia entre ambiente e segurança alimentar. *Revista Valor Especial/Biocombustíveis*. 2008.

Agrocombustíveis: perspectivas futuras

Luiz Antônio dos Santos Dias^A

Robson Fernando Missio^B

Rita da Mata Ribeiro^C

Ricardo Galvão de Freitas^D

Pedro Fernandes dos Santos Dias^E

Resumo

O mundo experimentou um extraordinário avanço no século XX. Fogo, agricultura e máquina a vapor foram algumas das descobertas anteriores responsáveis por esse avanço. Naquele século, a população quadruplicou, impulsionada pela transformação de recursos naturais em grande escala e tendo como vetor de desenvolvimento o petróleo – combustível fóssil e finito fornecido irregularmente e a preços voláteis. Os combustíveis fósseis respondem por 80% das emissões de gases de efeito estufa causadores das mudanças climáticas globais. Os governos, pressionados pelas projeções caóticas de tais mudanças, buscam fontes energéticas alternativas como eólica, nuclear e biomassa (agroenergia). Cada país terá sua matriz energética com configuração particular, ainda que todas privilegiem as fontes limpas, renováveis e sustentáveis. Os agrocombustíveis, notadamente etanol e biodiesel, desempenharão papel de destaque.

Palavras-chave: Agrocombustíveis. Etanol. Biodiesel. Mudanças climáticas globais. Agroenergia.

Abstract

The world experienced an extraordinary advance in the 20th century. Fire, agriculture and the steam engine were some of the previous discoveries responsible for this advance. The population quadrupled in that century, driven by the large scale transformation of natural resources and with oil as the development vector: a fossil and finite fuel with irregular supplies and volatile prices. Fossil fuels are responsible for 80% of greenhouse gas emissions, causing global climatic changes. Governments, pressured by the chaotic projections of such changes, are looking for alternative energy sources such as eolic, nuclear and biomass (agro-energy). Each country will have its energy matrix with a special configuration, even if they all favour clean, renewable and sustainable sources. Agrofuels, especially ethanol and biodiesel, will play a distinctive role.

Keywords: Agrofuels. Ethanol. Biodiesel. Global climatic changes. Agro-energy.

INTRODUÇÃO

O século XX foi, certamente, o mais extraordinário da história da humanidade. Nele se assistiu à revolução dos meios de comunicação virtuais, como o surgimento do rádio, da televisão, do computador, da internet e do telefone pessoal. Os meios de transporte estreitaram o contato físico entre pessoas dos cinco continentes através de estradas, aviões, navios

e trens de alta velocidade. A qualidade e a expectativa de vida deram saltos com o avanço da medicina preventiva e curativa, por meio da informação, das vacinas e dos novos medicamentos. A produção de alimentos superou todas as expectativas e se mostrou suficiente para abastecer a população mundial. Convém ressaltar que embora a fome no planeta ainda seja um flagelo, ela decorre da questão política de má distribuição da produção e inacessibilidade das populações carentes aos alimentos, mais do que da escassez deles. De todo modo, com tantos aspectos favoráveis, a população sentiu-se encorajada a crescer e o fez de modo avassalador. Em 1900, a população mundial era de 1,6 bilhão de pessoas, 2,5 bilhões em 1950 e 6 bilhões em 2000. Atualmente está estimada em 6,7 bilhões de pessoas (USCB, 2008), com 13% delas vivendo na miséria.

^A Doutor e mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade de São Paulo (USP); professor de Agroenergia e Estatística da Universidade Federal de Viçosa (UFV). lasdias@ufv.br

^B Pós-doutorando em Fitotecnia e doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). rfmisso@yahoo.com.br

^C Mestranda em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), graduada em Agronomia e em Licenciatura em Biologia pela Universidade do Tocantins (Unitins). rita_damata@hotmail.com

^D Mestranda em Fitotecnia pela e graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). ricardogalvaogro@yahoo.com.br

^E Graduando de Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). pedro.producao@gmail.com

Mais progresso e mais pessoas geram demandas crescentes de recursos naturais e energéticos. Essa relação fica cíclica e a equação resultante não fecha, em face do caráter finito de tais recursos. A humanidade já deveria ter aprendido que não pode crescer em escala exponencial, toda vez que acredita deter o domínio dos meios de produção. A história registra que grandes civilizações como a Suméria, a Romana e a Maia, por exemplo, floresceram esbanjando recursos naturais e declinaram em virtude do esgotamento deles, vitimados por seu próprio sucesso (WRIGHT, 2007). Pelo visto, esta lição ainda não foi aprendida. Em suma, por mais extraordinário que tenha sido o século XX, ele é apenas o somatório de todo o arcabouço de conhecimentos e habilidades construído em séculos anteriores e que serão a seguir destacados como saltos revolucionários.

SALTOS REVOLUCIONÁRIOS

Grandes descobertas passadas permitiram a extraordinária revolução ocorrida no século XX, ainda que não haja consenso sobre quantas e quais foram essas descobertas. Aqui serão destacadas três, assumidas como da maior importância. O fogo, a primeira delas, foi descoberto há aproximadamente 500 mil anos e possibilitou a extensão do período luminoso. O fogo ampliou o dia para caça, pesca e coleta de frutos, trouxe maior conforto térmico durante o inverno e habilitou a espécie humana a comer carne assada. Além disso, permitiu aos indígenas a rápida eliminação da vegetação nativa para instalação de cultivos de subsistência.

O segundo grande salto revolucionário operado pela humanidade foi o surgimento da agricultura, há 13 mil anos (ALLARD, 1999). A agricultura alterou o regime de vida do homem, que passou de nômade a sedentário. Produzindo seu próprio alimento, o homem tornou-se independente da sazonalidade da caça, da pesca e das safras de frutas. Com a agricultura, o homem assumiu o controle sobre a produção de alimentos, se permitindo inclusive colheitas excedentes para estocagem e consumo de alimentos na entressafra. Em verdade, foi o domínio da agricultura que avalizou o crescimento vertiginoso da população do planeta.

A descoberta da máquina a vapor há 250 anos foi, certamente, o terceiro grande salto revolucionário. Esta

máquina viabilizou a revolução industrial inicialmente na Inglaterra e, posteriormente, no mundo todo. Dentre os benefícios proporcionados por ela estão a produção em escala de bens de toda ordem e a criação de um mercado consumidor com inclusão de populações carentes. Cabe registrar que a revolução industrial, originalmente urbana, se estendeu ao campo e patrocinou uma revolução nos meios de produção agrícola. Mais e melhores alimentos passaram a ser produzidos em áreas cada vez menores, com ganhos substanciais de produtividade. Países tidos como do terceiro mundo, a exemplo de Argentina e Brasil, souberam, como poucos, apropriar-se dos benefícios proporcionados pela combinação dos dois últimos saltos; desenvolveram e consolidaram uma agricultura eficiente, baseada na mecanização intensiva e na alta tecnologia. Em nenhum outro país a agricultura avançou tanto como no Brasil. Entre 1976 e 2007, as principais espécies produtoras de grãos, 14 ao todo, mais que dobraram a produtividade média (Figura 1). Nos últimos 30 anos, a área plantada com grãos no país cresceu 27%, enquanto a produtividade aumentou 124%. Este expressivo incremento de produtividade, fruto de muita tecnologia, ocorreu paralelamente ao incremento da produção de etanol no mesmo período, prova inequívoca de que a produção de agrocombustíveis não concorreu com a produção de alimentos. Aliás, a produção de tortas no processamento de biodiesel tende a aumentar a oferta de farelos para alimentação animal (aves, suínos e bovinos). Convém ressaltar, todavia, que a mecanização intensiva da agricultura brasileira se fez a partir de máquinas de alto consumo de derivados de petróleo, a chamada energia fóssil.

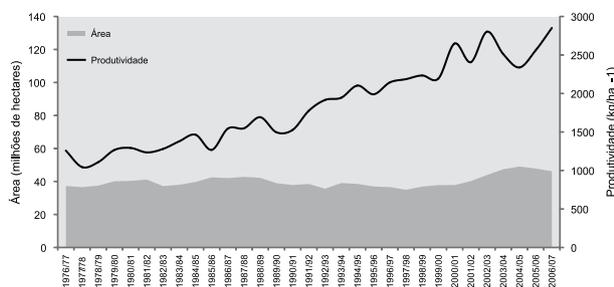


Figura 1
Área plantada e produtividade das principais culturas produtoras de grãos no Brasil

Fonte: Adaptado de Conab (2008).

PETROECONOMIA

O petróleo, descoberto no final do século XIX, provocou a substituição parcial do carvão e se tornou a principal fonte de energia do século XX. Consumido na forma de óleo diesel, gasolina, querosene e nafta, passou a ser o combustível de motores estacionários, automóveis, máquinas, navios e aviões. O petróleo também inaugurou um importante ramo da indústria moderna – a petroquímica –, com destaque para a produção dos plásticos.

Esse óleo fóssil fez a roda da economia girar, de tal modo a criar uma economia própria, aqui chamada petroeconomia. Segundo o ex-Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Roberto Rodrigues, os petroprodutos movimentam anualmente um mercado de 1,5 trilhão de dólares. Mas o petróleo trouxe outras mudanças. O mundo descobriu que era dependente da energia dele, que se tornou vital para países líderes. A energia tornou-se tema de segurança nacional, capaz de determinar quais países irão se desenvolver e quais irão estagnar. Entre os primeiros figuram aqueles que têm fontes próprias de energia e capacidade de explorá-las. Entre os últimos estão os países dependentes da importação de petróleo.

A despeito dos benefícios que trouxe, a petroeconomia apresenta muitas dificuldades desde o seu estabelecimento. Primeiramente, apenas alguns poucos países detêm reservas petrolíferas, notadamente os do oriente médio, da África oriental e do norte da América do Sul. Isso criou a figura do cartel do petróleo, sob comando da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e, por conseguinte, a vinculação de dependência energética do resto do mundo para com este cartel. Geopoliticamente, esses países estão em áreas de conflito permanente ou sob regimes políticos instáveis. Sob a ótica das mudanças climáticas, segundo Quadrelli e Peterson (2007), os combustíveis fósseis respondem por 80% das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa. Este cenário de dificuldades cria um clima de insegurança entre as nações importadoras de petróleo quanto ao

abastecimento. Por isso, países líderes e blocos inteiros deles mantêm fornecedores de petróleo atrelados a eles. Os Estados Unidos atuam assim com os países árabes, enquanto países europeus mantêm atrelados fornecedores como Rússia e Ucrânia. Esta estratégia de contar com fornecedor cativo reduz riscos, mas não impede uma eventual interrupção no fornecimento de petróleo. Logo, a melhor das estratégias para os países é construir uma matriz energética com fontes próprias e eficientes, e a energia de biomassa ou agroenergia oferece tal oportunidade.

AGROECONOMIA

Até o início do século XX a agricultura proporcionava alimentos, fibras têxteis e madeira. Agora, ela vem se destacando também como ofertante de energia de biomassa, também chamada agroenergia. A agroenergia abre uma nova janela de oportunidade para um setor gigante, mas que parecia nada mais ter a oferecer. Segundo Roberto Rodrigues, o consumo mundial de agroprodutos movimenta 750 bilhões de dólares. Este comércio é metade daquele dos petroprodutos. Suponhamos então um cenário de substituição de 10% dos petroprodutos por agroprodutos energéticos. Isso injetaria 150 bilhões de dólares no agronegócio mundial, ou seja, um incremento de 20%. Esse simples exercício de cenário expressa toda a potencialidade da agroenergia.

Mais que um grande potencial de mercado, a agroenergia oportuniza a todos os países produzirem sua própria fonte de energia. Trata-se, portanto, de um avanço significativo na democratização desse insumo. Com a agroenergia, o número de países produtores de petróleo salta da casa das dezenas para algo como duas centenas. Em tese, todos os países podem explorar a agroenergia em maior ou menor escala. O planeta dispõe de estimados 13 bilhões de hectares, sendo 1,5 bilhão ocupados com a produção de alimentos. Considerando os demais usos da terra agricultável, como para a produção de fibras, matérias-primas industriais, entre outros, e as aptidões edafoclimáticas disponíveis e requeridas, o planeta dispõe ainda de um bilhão de

hectares para a produção de biomassa para fins energéticos (IEA BIOENERGY, 2007). Essa área corresponde a 7% da superfície terrestre e menos de 20% do total em uso para produção agrícola (Figura 2).

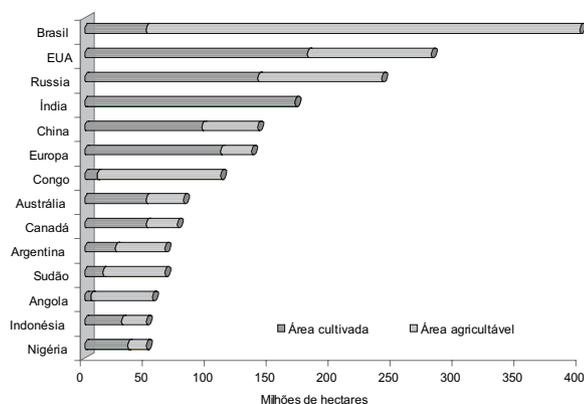


Figura 2
Áreas cultivadas e agricultáveis

Fonte: FAO (2006).

SEGURANÇA ENERGÉTICA

É notório que o petróleo tem sido a mola mestra da economia do século XX. Mas como vetor do desenvolvimento tem provocado crises cíclicas de preços e abastecimento, conhecidas como choques, os quais fragilizam os países importadores. Historicamente o barril de petróleo era cotado em torno de 20 dólares. Na primeira metade da década de 1970 ocorreu o primeiro choque, quando o preço do barril atingiu 45 dólares. O segundo choque ocorreu na segunda metade da mesma década e elevou o preço a 75 dólares. O terceiro ocorreu recentemente, quando o barril atingiu 144 dólares, em julho de 2008 (Figura 3). Essa excessiva volatilidade dos preços do petróleo, aliada a irregularidades no seu suprimento, tem preocupado os governos que buscam eliminar a incômoda dependência energética. Os países importadores sabem ainda que o petróleo é um combustível fóssil não renovável, finito e que tem data para encerrar a sua exploração econômica. Estima-se que, ao ritmo de consumo anual de 30 bilhões de barris, o petróleo só deve ser explorado por mais 40-50 anos.

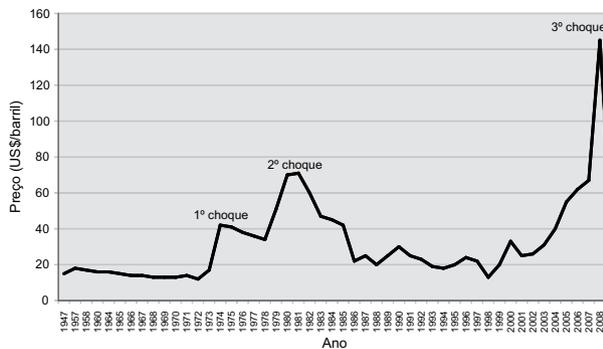


Figura 3
Evolução dos preços do barril de petróleo

Fonte: Adaptado de WTRG ECONOMICS (2008)

A segurança energética vem recebendo atenção especial de todos os países, em face das incertezas que envolvem o suprimento de petróleo e ainda dos desafios que se apresentam como o crescimento populacional, a demanda crescente de alimentos e de energia e as mudanças climáticas globais. Todos esses desafios tendem a se agravar no futuro, caso não sejam enfrentados no presente. Para 2030, mesmo com a crise financeira sem precedente desencadeada no quarto trimestre de 2008, estima-se que a população mundial será de 8,3 bilhões (USCB, 2008), para uma demanda de alimentos 70% maior e de energia da ordem de 17,6 btep (bilhões de toneladas equivalentes de petróleo) (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2007). As mudanças climáticas globais, por sua vez, exigem um esforço conjunto dos países no sentido de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, principalmente gás carbônico e metano. Um bom caminho para se enfrentar todos esses desafios tem sido investir em energias alternativas, como a eólica, a nuclear e da biomassa, tratada aqui como agroenergia. A energia eólica só é viável em regiões sujeitas a fortes ventos, como as litorâneas, por exemplo. Sem contar que é um tipo de energia que exige suplementação em condições de ausência de ventos. A energia nuclear, sabidamente limpa e controlável, enfrenta forte resistência da sociedade, que a conecta com a possibilidade da bomba atômica, do vazamento de radiatividade e com a falta de definição quanto à estocagem de lixo atômico.

Por seu turno, a agroenergia parece oferecer mais vantagens comparativas: é renovável, segura, limpa, socialmente aceitável e pode ser explorada por boa parte dos países do globo, em especial por aqueles da faixa intertropical (Figura 4). Compa-

rativamente, o Brasil é quem oferece as maiores oportunidades neste setor. Dias (2008) argumenta que o país é detentor da melhor tecnologia agrícola do mundo tropical e da maior área agricultável, algo como 350 milhões de hectares (ver também Figura 2), já aberta, permitindo assim a preservação das florestas nativas remanescentes. Além disso, as exigências para cultivo de plantas são perfeitamente atendidas pelas condições brasileiras, pois o país possui água e luz solar em abundância. Por último, argumenta que o Brasil tem grande oferta de mão de obra para alavancar a produção no campo, riqueza de espécies vegetais das quais se podem extrair bioetanol, biodiesel e bioquerosene, e tradição em geração de energia limpa. Todas essas condições reunidas já colocam o Brasil na liderança da produção mundial de agroenergia, notadamente de agrocombustíveis.



Figura 4
Região intertropical adequada à produção de agroenergia

A propósito das potencialidades da biomassa, o seu ciclo (Figura 5) deixa claro a sua natureza

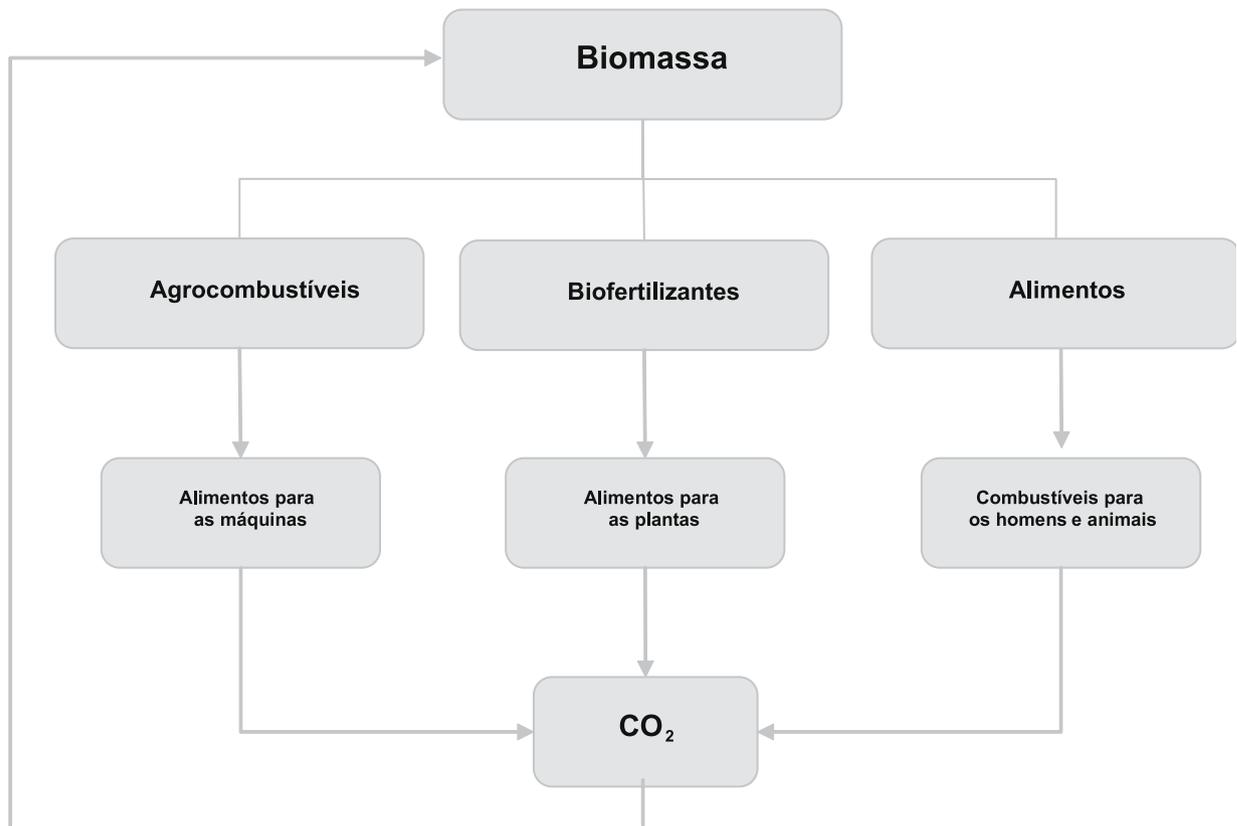


Figura 5
Ciclo da produção de biomassa

Fonte: Adaptado de Parente (2003).

recicladora e sustentável, uma vez que todo o gás carbônico (CO₂) produzido na queima dos agrocombustíveis é reabsorvido nos plantios subsequentes.

AGROCOMBUSTÍVEIS

Etanol

O Brasil compartilha a liderança mundial da produção de etanol com os Estados Unidos. Em 2006, foram 17,8 bilhões de litros de etanol brasileiro contra 18,6 bilhões de litros norte-americano, respondendo, conjuntamente, por cerca de 70% do mercado (GOLDENBERG; GUARDABASSI, 2009). Todavia, há grandes diferenças entre as produções de etanol dos dois países. O etanol norte-americano é feito de milho, talvez o mais importante alimento da dieta humana e animal. O etanol brasileiro é produzido de cana, uma gramínea que aportou aqui em 1500 com a chegada dos portugueses, e da qual se extrai também o açúcar. O etanol norte-americano, além de

competir com a produção mundial de alimentos, ainda é produzido de forma ineficiente, antieconômica e regado a forte subsídio. O etanol brasileiro é produzido com eficiência energética cinco vezes e meia maior e pela metade do custo do etanol norte-americano (Figura 6), em uma área 46% menor, no caso 29 mil km².

A produção de etanol de milho tem outras consequências. Além de reduzir a oferta daquele cereal, uma vez que os Estados Unidos são os maiores produtores mundiais, provocando alta nos preços da *commodity* no mercado internacional, a aventura do etanol norte-americano avança sobre a área de soja, novamente causando efeitos mercadológicos similares aos do milho. Em 2007, para agravar a situação, as novas áreas para cultivo do milho, tomadas da soja, passam a demandar adubos nitrogenados, causando alta nos preços dos adubos e, indiretamente, nos preços dos alimentos em geral.

A produção de etanol brasileiro de cana, por sua vez, experimenta um avanço tecnológico, ambiental e social sem precedentes. O cultivo de cana na atualidade é feito com emprego de alta tecnologia como: uso de clones de alta produtividade – acima de 80 toneladas de colmos por hectare –, os quais produzem 86 litros de etanol por tonelada de cana (correspondentes a 6,6 m³/ha); do emprego de controle biológico de pragas como a cigarrinha, com o uso do fungo *Metharrizium*; pela fertirrigação, com emprego da vinhaça; fertilização do solo com torta de filtro e pela colheita mecânica, onde uma colheitadeira realiza o trabalho de 80 homens e dispensa a queima da palhada. Na atualidade, as refinarias de etanol são, simultaneamente, usinas de etanol, açúcar e energia elétrica cogenerada da queima do bagaço em caldeiras. Cada tonelada de cana gera 240-280 kg de bagaço, com 40-50% de umidade, e potencial para gerar 70 kWh, sendo 30 kWh consumidos na fabricação de açúcar e etanol e 40 kWh excedentes, que são comercializados. O poder calorífico do bagaço e dos resíduos da colheita é semelhante (4.000-4.500 kcal/kg). Tais resíduos de colheita geram entre 10-20 toneladas de palha por hectare, com 60% de umidade, dependendo das condições climáticas, e que pode ser redu-

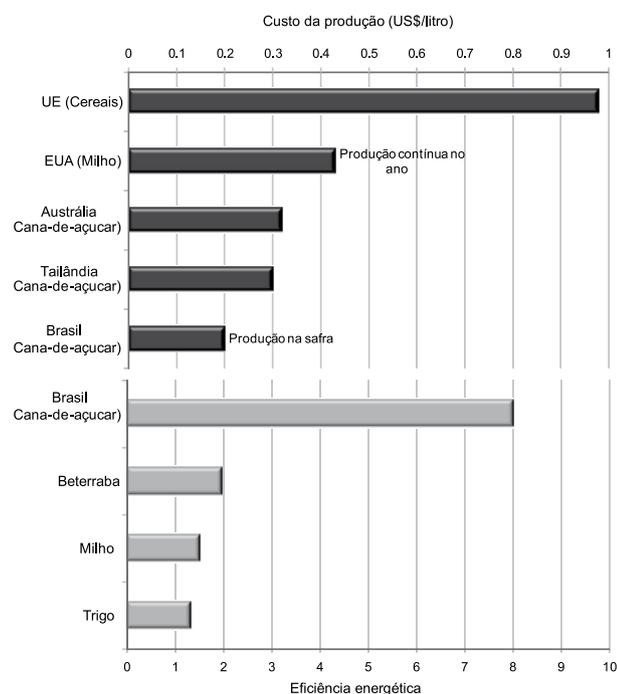


Figura 6
Dados de eficiência produtiva de etanol

Fonte: Adaptado de Simões (2006).

zida para 10-12%. Na área de renovação anual de 1/6 dos canaviais, as usinas cultivam agora amendoim, rico em óleo, ou feijão, rico em proteínas. As refinarias tratam agora as questões ambientais e sociais com extremo cuidado, de olho nas certificações internacionais que abrem novos mercados. Há uma revolução em andamento na produção de etanol no Brasil. O Brasil figura entre os países com maior participação de fontes renováveis em sua matriz energética (Figura 7).

Biodiesel

O biodiesel brasileiro é resultado do mais novo programa governamental de fomento e incentivo às energias alternativas. O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi lançado em 13 de janeiro de 2005 (Lei 11.097) e quatro anos depois já é um relativo sucesso. Inicialmente com adoção da meta de substituição de 2% do consumo de petrodiesel (biodiesel B2), o programa já avançou para B3 desde 10 de julho de 2008, e prevê a adoção obrigatória do B4 em julho de 2009 e do B5 em 2010, antecipando a meta prevista para 2013. Com a vigência do B3 o país economizou em 2008 quase 1 bilhão de dólares em importação de óleo diesel. Em 2008, a capacidade instalada de produção de biodiesel pelas refinarias brasileiras foi de 3,7 bilhões de litros, para uma produção efetiva de 1,7 bilhões de litros.

Infelizmente, cerca de 92% do biodiesel nacional ainda provém da soja, 5% da gordura animal e os outros 3% restantes do caroço de algodão, girassol, amendoim e somente 0,05% da mamona. Essa forte concentração em uma matéria-prima cria dificuldades momentâneas, dado que na cadeia de produção da soja predominam os grandes produtores e as grandes empresas. Como no etanol da cana, o agricultor familiar se encontra pouco inserido na cadeia de produção do biodiesel, em que pese o mecanismo do Selo Combustível Social. Tal mecanismo estimula as refinarias a adquirirem matéria-prima daquele tipo de agricultor, em percentuais mínimos que variam entre regiões, para habilitarem-se aos leilões de compra de biodiesel.

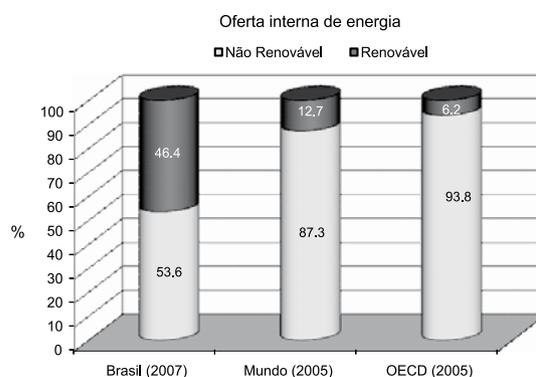


Figura 7
Produção percentual comparativa de energia renovável e não-renovável, pelo Brasil, mundo e OCDE

Fonte: Balanço Energético Nacional (2007; 2008).

RISCOS

Fatos recentes podem alterar o cenário de avanço no domínio das fontes energéticas alternativas. O primeiro deles são as recentes descobertas de grandes jazidas de petróleo do pré-sal no Brasil, estimadas em 75 bilhões de barris. Apesar de ser um fato tranquilizador para o país, a sua exploração ainda não é para o presente. Os custos de exploração desse tipo de jazida ainda são proibitivos e a tecnologia para explorá-la ainda é incipiente. Estima-se que sejam necessários recursos da ordem de 600 bilhões de dólares para a sua exploração. Ainda assim essas descobertas podem, se não paralisar, pelo menos postergar a busca e a consolidação de fontes energéticas alternativas como a agroenergia. Um segundo fato que constitui risco para a mudança para uma matriz energética mundial mais limpa e renovável é a queda expressiva dos preços do petróleo. O baixo preço do petróleo é naturalmente um incentivo para o aumento de seu consumo.

Outro fato que pode levar também ao refluxo na busca de energias alternativas é a recente e maior crise financeira da história. Ela é tão forte que nenhum especialista ou instituição se arrisca a dizer o seu tamanho e a sua duração. Com a consequente retração das economias mundiais provocada pela crise, os países ficam menos propensos a despendere esforços na área. Esse é

um risco considerável e plausível. Todavia, a questão energética de fontes alternativas limpas e renováveis, capazes de mitigar as mudanças ambientais globais, ganhou maturidade na sociedade a tal ponto que, dificilmente, país algum, por mais líder que seja, irá refluir seus planos de investimentos no setor. Esse parece ser um caminho sem volta, para o bem da humanidade.

OPORTUNIDADES

O programa de álcool brasileiro, chamado Proálcool, avançou o suficiente para garantir ao país a substituição de 25% da gasolina consumida pelos automóveis por etanol. Com o desenvolvimento e consolidação dos motores *flexfuel* em 2003, os consumidores brasileiros puderam optar por abastecer com um dos dois combustíveis, no caso, etanol ou gasolina, ou a mistura de ambos em quaisquer proporções. A produção nacional de automóveis em 2008 foi de 2,33 milhões de unidades, 88% deles equipados com motores *flexfuel*, atestando a confiança e a preferência dos consumidores por essa tecnologia. Ainda neste mesmo ano, o consumo de álcool superou, pela primeira vez na história, o de gasolina.

É preciso ressaltar, contudo, que este sucesso do Proálcool pode não se manter no futuro próximo, dado o maciço investimento dos países desenvolvidos em programas semelhantes, ajustados às suas realidades. Compete então ao governo brasileiro investir pesado em pesquisas para viabilizar o etanol de segunda geração, produzido por hidrólise lignocelulósica da palha e bagaço (2/3 da biomassa da cana) e/ou resíduos agroindustriais, de modo a manter-se na liderança mundial dos agrocombustíveis. Aperfeiçoar a co-geração de energia elétrica com caldeiras de maior eficiência energética é outra aposta nas pesquisas. Além disso, terá que cuidar melhor do seu parque tecnológico, desenvolver a alcoolquímica, zonear o cultivo de cana para impedir que ele avance sobre as florestas e o pantanal, e cuidar dos aspectos sociais de modo a não ser acusado de patrocinar um cultivo movido a mão de obra escrava.

[...] a questão energética de fontes alternativas limpas e renováveis, capazes de mitigar as mudanças ambientais globais, ganhou maturidade na sociedade a tal ponto que, dificilmente, país algum, por mais líder que seja, irá refluir seus planos de investimentos no setor

Externamente, o país tem que promover gestão junto aos países e organismos competentes para “comoditizar” o etanol, criando padrões e regras claras que permitam a consolidação do mercado internacional desse produto. Trata-se de um mercado de alto potencial, se devidamente regulado. O Japão, por exemplo, consome anualmente 60 bilhões de litros de gasolina e tem por meta substituir 5% por etanol. Em 2008, importou do Brasil quatro bilhões de litros de etanol. Estes números dão a dimensão desse mercado nascente. Cabe ainda ao Bra-

sil sensibilizar os Estados Unidos para eliminar ou reduzir seus subsídios ao etanol de milho e abrir seu mercado ao etanol brasileiro. Esta campanha deve se estender a outros países que adotam prática protecionista semelhante. O Brasil necessita ainda explorar o grande apelo do etanol no que tange às emissões de gás carbônico. De acordo com Goldemberg (2007), se a área canavieira brasileira atingisse 100 mil km² em 2022 (foi de 29 mil km² em 2006), resultaria em 79,5 bilhões de litros de etanol, que junto com a produção americana atenderia a demanda e reduziria anualmente as emissões de gás carbônico em 56 milhões de toneladas.

Embora o Brasil tenha sabido aproveitar as vantagens deste agrocombustível, muitas outras oportunidades relativas a ele não foram ainda exploradas. O programa brasileiro de produção de etanol foi totalmente apropriado por grandes empresas, com produção própria de cana ou adquirida de grandes fornecedores por força de contratos. Não sobrou espaço para os agricultores familiares. Se por um lado é natural que seja assim, dado o elevado nível tecnológico e de mecanização dos canaviais, por outro esta situação reflete uma miopia da política energética nacional. Tal política não contemplou outras espécies vegetais que podem viabilizar a produção de etanol por parte de agricultores familiares, a exemplo da batata doce e da mandioca, com as quais eles estão familiarizados. A batata doce, por exemplo, tem potencial de produção de 160 litros de etanol por tonelada de produção de tubérculos. Programas regionais ou locais de incentivo à produção

de etanol poderiam ser postos em prática, de modo a envolver os agricultores familiares em regime de cooperativas. Seria certamente um poderoso instrumento para redução das desigualdades econômicas regionais e da pobreza, e para a ampliação do emprego e renda.

O PNPB segue a trajetória de sucesso do Proálcool, com a vantagem de ter sido concebido para inclusão da agricultura familiar na sua cadeia de produção. O programa posicionou o Brasil como segundo maior produtor de biodiesel do mundo, precedido pela Alemanha. Mas é preciso adotar com o PNPB uma postura de otimismo com cautela. Ele não pode repetir os mesmos equívocos do Proálcool; a soja não pode ser a cana do biodiesel. Não que ela não seja importante. A soja é a oleaginosa-chave para o sucesso do PNPB, desde que sua contribuição seja mantida na faixa de 64-68%, e não 92%, como ocorre atualmente. Reduzir a contribuição da soja implica em ampliar a contribuição de outras matérias-primas que podem ser produzidas pela agricultura familiar, a exemplo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), macaúba (*Acrocomia aculeata*), além de outras espécies oleaginosas igualmente perenes que forem sendo validadas pelas pesquisas.

Assim como o etanol, o biodiesel necessita de padronização universal, de forma a viabilizar seu comércio internacional. Convém ressaltar que enquanto o biodiesel alemão é produzido exclusivamente da canola (*Brassica napus* L.), o brasileiro pode ser produzido por mais de uma dezena de espécies oleaginosas e respeitando as aptidões regionais. Assim, por exemplo, na região Norte do Brasil, o dendê (*Elaeis oleifera*) é a oleaginosa mais adequada. No Nordeste destacam-se o babaçu (*Orbignya phalerata*), a mamona (*Ricinus communis* L.) e o pinhão manso. No Sudeste, macaúba, pinhão manso, algodão (*Gossypium hirsutum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e girassol (*Helianthus annuus*) são, no momento, as mais adequadas. No Centro-Oeste os destaques são a soja, o algodão e o pinhão manso. Para o Sul as opções são a soja (*Glycine max*), o girassol, o algodão e o tungue (*Aleurites fordii*). Essa riqueza de matérias-primas é o grande diferencial do programa brasileiro de biodiesel e deve receber toda

Assim como o etanol, o biodiesel necessita de padronização universal, de forma a viabilizar seu comércio internacional

a atenção da política nacional de agrocombustíveis. Convém lembrar que o Brasil consome anualmente 35 bilhões de litros de óleo diesel, 9% dele importado. E que a cada 1% de substituição de diesel por biodiesel com participação da agricultura familiar são gerados 45 mil empregos diretos no campo e 135 mil na cidade (BRASIL, 2005).

A agroenergia, embora seja a solução energética para o momento, será, certamente, suplantada por outras fontes mais eficientes a serem viabilizadas em países desenvolvidos. Esta realidade coloca a agroenergia como uma alternativa transitória para, junto a outras fontes, substituir parcialmente a energia do petróleo. Os países desenvolvidos não vão importar indefinidamente álcool de países como Brasil ou Estados Unidos. Logo, qual é a real importância da agroenergia? Ela significa a transição para uma matriz energética mais limpa, renovável e a possibilidade de quaisquer países terem seus próprios programas agroenergéticos. Desse modo, mesmo que o comércio internacional de agrocombustíveis líquidos venha a se encolher no futuro próximo, os países produtores deles continuarão a explorá-los, produzindo sua própria energia alternativa. Certo mesmo é que cada país será livre para buscar suas fontes próprias de energia limpa e renovável. Para a questão energética há múltiplas soluções a encaminhar.

A agroenergia renova a agricultura e acena com um potencial fabuloso de geração de emprego e renda e de inclusão social. A agroenergia também contribui substancialmente para as cadeias de alimentos e de cosméticos, ao ampliar a oferta de tortas para a primeira e glicerina para a segunda. Ganha com ela também a saúde das pessoas e do planeta. Qual será então o futuro do setor energético? Dada a importância que a segurança energética assumiu no mundo atual, é possível prever um grande salto revolucionário pela frente. O quarto salto – a energia solar – está por vir e marcará o setor. Em que pese já utilizarmos a energia solar pela via indireta da biomassa verde desde os primórdios da agricultura, seu uso direto via células fotovoltaicas para suprir as necessidades humanas é questão de tempo. A Alemanha saiu na frente

na corrida para explorar esta energia, a qual será, provavelmente, a mais segura, limpa e renovável fonte de energia que a humanidade já conheceu. É aguardar para conferir.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W.. History of plant population genetics. *Annual Review of Genetics*, v. 33, p. 1-27, 1999.
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN - Resenha energética brasileira: exercício 2006. Brasília, MME, 2007, 14 p..
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN - Resenha energética brasileira: exercício 2007. Brasília, MME, 2008, 14 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano nacional de agroenergia 2006-2011*. Brasília: MAPA, 2005. 118 p.
- CONAB. [Brasília], 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2009.
- DIAS, L. A. S.. *Biocombustível: vilão ou mocinho do agronegócio?* Viçosa, MG: UFV, 2008. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/arquivoArtigo.php?contador=2>>. Acesso em: 22 mar. 2009.
- FAO; FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of United Nations. 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 2 dez. 2008.
- GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. *Science*, v. 315, p. 808, 2007.
- GOLDEMBERG, J.; GUARDABASSI, P. Are biofuels a feasible option? *Energy Policy*, v. 37, n. 1, p. 10-14, jan. 2009.
- IEA BIOENERGY, *Potential contribution of bioenergy to the world's future energy demand*. Paris: International Energy Agency, 2007.Task 40.
- QUADRELLI, R.; PETERSON, S. The energy–climate challenge: recent trends in CO₂ emissions from fuel combustion. *Energy Policy*, v. 35, n. 11, p.5938-5952, 2007.
- PARENTE, E. J. de S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Unigráfica, 2003. 66 p.
- SIMÕES, R. B. *New trends to the ethanol supply chain in Brazil*. 2006. (Msc thesis)- Universiteit Van Tilburg, Holanda, 2006.
- USCB - U.S. *Census Bureau*,. *Total midyear population for the world: 1950-2050*. 2008. Disponível em: <<http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpop.html>>. Acesso em: 22 mar. 2009.
- WRIGHT, R. *Uma breve história do progresso*. Rio de Janeiro: Record, 2007.238 p.
- WTRG ECONOMICS, 2008. Disponível em: <<http://www.wtrg.com/prices.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2009.

Agrocombustíveis, segurança e soberania alimentar: elementos do debate internacional e análise do caso brasileiro

Gimignano José dos Santos^A

Luana Ladu^B

Henrique Tomé da Costa Mata^C

Gilca Garcia de Oliveira^D

Guiomar Inez Germani^E

Vitor de Athayde Couto^F

Resumo

Nas últimas décadas, a indústria dos agrocombustíveis vem se desenvolvendo a partir da combinação de diversos fatores que têm levado ao aumento da demanda por produtos agrícolas, gerando, assim, impactos significativos no sistema global de oferta de alimentos, em especial na segurança e soberania alimentar. Nesse ambiente, a discussão sobre os agrocombustíveis, segurança e soberania alimentar vem à tona em âmbito nacional e internacional. No presente artigo identificam-se esses atores, apresentando-se os principais argumentos favoráveis e desfavoráveis à implantação da indústria dos agrocombustíveis. Com base nessa discussão, analisa-se o caso brasileiro.

Palavras-chave: Agrocombustíveis. Soberania alimentar. Segurança alimentar. Brasil.

Abstract

The agrofuel industry has been developing in recent decades from a combination of various factors. These have led to increased demand for agricultural products, therefore generating significant impact on the global food supply system and, especially, food security and sovereignty. The discussion on agrofuels, food security and sovereignty emerges in the national and international sphere within this environment. These actors are identified in this article, presenting the principal favourable and unfavourable arguments to introducing the agrofuel industry. The Brazilian case is analysed, based on this discussion.

Keywords: Agrofuels. Food sovereignty. Food security. Brazil.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a indústria dos agrocombustíveis desenvolveu-se rapidamente como consequência de uma combinação de diferentes elementos. Dentre esses elementos destacam-se o aumento do preço do petróleo, a busca por novas fontes de energias limpas e renováveis, e a intenção de aumentar a renda agrícola nos países em desenvolvimento.

Cogita-se que a combinação desses fatores tenha estimulado o aumento da demanda por produtos agrícolas, que por sua vez gerou certa instabilidade no sistema global de oferta de alimentos, com um consequente aumento dos preços das *commodities*.

Merece particular atenção outro determinante do aumento na demanda por alimentos: a mudança nas dietas das populações mundiais por causa do

^A Mestrando em Economia do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia (CME/UFBA); graduado bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). gimignanojsantos@gmail.com

^B Mestranda em Economia do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia (CME/UFBA); graduada em Economia pela Università Luigi Bocconi de Milano, Itália. luanaladu@yahoo.it

^C Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); professor do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia (CME/UFBA). hnrmeta@ufba.br

^D Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); graduada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); professora do Curso de Mestrado em Economia (CME-UFBA). ggo@ufba.br

^E Doutora em Geografia pela Universidad de Barcelona (UB); professora do Mestrado em Geografia da Universidade Federal da Bahia (UFBA). guiomar@ufba.br

^F Pós-doutor pelos Instituto de Altos Estudos Mediterrâneos (IAM), Montpellier, Universidade de Paris I e Universidade de Rouen; doutor em Estudos Rurais Integrados pela Universidade de Toulouse II (Le Mirail); professor titular da Universidade Federal da Bahia (UFBA), professor do Curso de Mestrado em Economia (CME-UFBA).

efeito renda crescente, sobretudo em países como China e Índia. Com o aumento da renda eleva-se também o consumo de carnes e derivados e produtos lácteos, exercendo assim, pressão crescente no mercado de bens agrícolas e nos preços dos grãos, principalmente daqueles usados como insumo na produção de ração animal. Com o aumento dos preços de *commodities* agrícolas torna-se evidente a concorrência por recursos econômicos e naturais entre aqueles destinados à produção de energia e de alimentos.

Para a produção agrícola são necessários insumos intermediários na forma de terra, trabalho, fertilizantes e venenos (agroquímicos). Essa produção é direcionada ao mercado consumidor por meio de um processo de distribuição fortemente representado pelo transporte modal rodoviário. Neste sentido, existe a necessidade de se contabilizar o balanço energético de uma produção que visa à redução do consumo de petróleo. As diferentes formas de uso de energia geram impactos ambientais, que estão no centro do debate internacional, estimulando, assim, a demanda pelo desenvolvimento de formas alternativas de energias limpas, destacando-se dentre elas os agrocombustíveis. É com base nessa dinâmica que se intensifica a adoção da indústria dos agrocombustíveis em nível global – apoiada muitas vezes por políticas nacionais de fomento.

As populações mais pobres são desproporcionalmente vulneráveis à alta dos preços dos alimentos, porque gastam grande parte da renda com o seu consumo. Então, os subsídios aos agrocombustíveis – que têm hipoteticamente por efeito a elevação dos preços dos alimentos – reduzem, dentro de certos limites, o consumo dos alimentos daqueles que são compradores líquidos. Por outro lado, a alta dos preços dos alimentos pode determinar ganho de excedente de renda para alguns produtores agrícolas nos países em desenvolvimento, no caso de serem produtores líquidos. É justamente neste conflito entre produtores e consumidores líquidos, ou seja, entre ganhadores e perdedores, que está centrado o debate internacional que se pretende analisar neste artigo, tentando-se explorar nuances de sustentabilidade ambiental, combate à pobreza, e segurança alimentar.

A RETÓRICA DO DEBATE INTERNACIONAL

Aqui se entende agrocombustíveis como aqueles combustíveis produzidos a partir da biomassa e não biocombustível, uma vez que *bio*, em grego, quer dizer *vida*:

[...] o termo biocombustível evoca a imagem de renovação e abundância – uma garantia limpa, verde e sustentável para o desenvolvimento de todos, inclusive de países em desenvolvimento [...] biocombustível dirige nossa atenção para longe de poderosos interesses econômicos que se beneficiarão com esta transição; evita discussões sobre os danosos impactos à soberania alimentar e nutricional; e obscurece o debate sobre a urgência de um modelo de desenvolvimento que efetivamente promova a igualdade entre os seres humanos e uma convivência harmoniosa com o planeta. (REDE BRASILEIRA PELA INTEGRACÃO DOS POVOS, 2008, p. 9).

O debate internacional sobre os agrocombustíveis, segurança e soberania alimentar envolve uma diversidade de instituições internacionais, principalmente centros de pesquisa e desenvolvimento, organizações sociais e universidades. De acordo com o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea),

[...] a segurança alimentar consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. (CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, 2008)

Segundo o Consea, “a consecução do direito humano à alimentação adequada e da segurança alimentar e nutricional requer o respeito à soberania, que confere aos países a primazia de suas decisões sobre a produção e o consumo de alimentos” (CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, 2008).

Para Fernandes (2008, p. 14), a segurança alimentar é vista como uma “política compensatória que garante parcialmente alimentos industrializados para

as populações pobres, mas não garante, à população faminta, o direito de produzir seu próprio alimento”, e esta garantia, materializada na posse da terra, estaria contida no conceito de soberania alimentar.

Antes de se analisar alguma dessas retóricas, aqui entendidas simplesmente como o arranjo argumentativo, quer informal, científico ou técnico, convém definir o conceito de segurança alimentar, uma recorrência muito frequente neste tipo de discussão. Na concepção da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO. NAÇÕES UNIDAS, 1996), segurança alimentar caracteriza um cenário em que todas as famílias têm acesso físico e econômico à alimentação adequada, sem riscos de desabastecimento. No debate trata-se de explicitar a relação entre a situação de soberania alimentar e o desenvolvimento da indústria dos agrocombustíveis, qualificando a relação como *trade-off*.

A pressão mundial que decorre das metas do Protocolo de Quioto (*Kyoto Protocol*) em relação à redução na quantidade das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) é considerada como uma das principais, senão a principal causa da orientação para a indústria dos agrocombustíveis. Esta orientação do debate considera que os agrocombustíveis não reduzem efetivamente o padrão de emissões dos GEE, quando se leva em conta o saldo final relativo do balanço energético total dos materiais.

Este tipo de enfoque crítico tem facultado os esforços em termos de pesquisas destinadas à quantificação do balanço energético de sistemas de produção dos agrocombustíveis, ou seja, o domínio da fração entre o conteúdo energético final do combustível e a energia usada durante toda a cadeia de sua produção e na distribuição.

No Quadro 1 apresenta-se o balanço energético dos principais produtos agrícolas utilizados na produção de combustíveis. Como se pode perceber, com base nesses dados, os combustíveis obtidos a partir dos alimentos têm um saldo energético maior do que a partir do petróleo. Nota-se ainda o alto balanço energético do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar. Esses argumentos em torno do problema do balanço energético reforçam muitas opiniões contrárias à indústria dos agrocombustíveis, como forma de energia renovável e limpa.

Outros elementos do debate dizem respeito aos efeitos da produção dos agrocombustíveis sobre a

Produtos agrícolas	Balanço energético
Canola	1,0 – 1,7
Mamona	1,3 – 2,9
Girassol	1,0 – 0,76
Soja	1,0 – 2,51
Dendê	1,0 – 3,5
Cana-de-açúcar	5,0 – 8,0
Petróleo	0,8 – 0,9

Quadro 1
Balanço energético de alguns alimentos usados na produção de biocombustíveis

Fonte: International Food Policy Research Institute, 2008 (a).

demanda mundial de alimentos. Deve-se notar que essas argumentações distinguem impactos sobre elevação dos preços dos alimentos e os efeitos sobre o uso indireto do solo que resulta da alocação e competição pelo fator terra entre a produção de alimentos e agrocombustíveis. A distinção é fundamental porque está ligada, por um lado, à demanda por alimentos, que depende dos preços, e, por outro, à produção de alimentos, que depende basicamente da disponibilidade de terras, e, portanto, do preço da terra usada para cultivo.

A competição pelo espaço gera um *trade-off* entre o uso do fator terra para produzir alimentos usados como matéria-prima destinada à produção dos agrocombustíveis e o seu uso destinado à produção de alimentos.

Finalmente, outro fator que pode determinar, dentro de certos limites, o aumento nos preços dos alimentos, é a especulação financeira em torno dos ativos ou derivativos agropecuários, geralmente designados como *commodities*. Com a expansão dos mercados a termo, esses derivativos passam a representar meios financeiros ou ativos pelos quais os agentes podem ter preferências em termos de composição de seus portfólios, em detrimento dos outros ativos clássicos, a exemplo da própria moeda. Uma grande preferência nesta direção pode estimular a demanda por esta nova forma de ativo e, assim, passar a ser fator de choque sobre os preços dos alimentos.

ABORDAGENS DOS ATORES PRINCIPAIS NO DEBATE

A análise sobre a posição das diversas organizações frente ao debate é pertinente, dada a relevância delas em termos da formação de opiniões

no quadro da comunidade internacional, podendo inclusive influenciar decisões políticas no âmbito das negociações bilaterais e multilaterais. Por isso, em linhas gerais, uma reflexão sobre o tema passa pela análise do comportamento desses agentes frente ao debate internacional.

Neste sentido, tem-se o Grupo de Planificação Internacional para a Soberania Alimentar, que se destaca frente ao debate internacional, pois tem manifestado uma posição de preocupação diante da expansão e

extensão de áreas plantadas sob o regime de *plantation* destinadas a sustentar a produção dos agrocombustíveis. O argumento do grupo identifica-se com a ideia de que, com a expansão desse regime de *plantation*, estimula-se, como consequência imediata, o aumento das emissões dos gases de efeito estufa, por causa da intensidade das operações do desflorestamento e do desmatamento de terras comuns (INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE, 2008a).

Essa preocupação mostra-se de fato precedente, principalmente quando se considera que a expansão da produção dos agrocombustíveis pode seguir uma trajetória de expansão da fronteira agrícola, o que implicaria, dentro de certos limites, a utilização de terras marginais e/ou a utilização de muitas unidades de reserva, no caso de se considerar a escassez de novas terras.

Outra instituição, a Federação Internacional dos Produtores Agrícola (IFAP), vem se posicionando de forma favorável à indústria dos agrocombustíveis. A posição da IFAP consiste na ideia de que a indústria dos agrocombustíveis constitui uma nova oportunidade para o desenvolvimento agrícola, principalmente para a agricultura familiar, que representa a melhor opção para reduzir as emissões dos gases de efeito estufa. Essa instituição considera que existem outros fatores responsáveis pelo aumento dos preços dos alimentos. A produção de agrocombustíveis torna-se, assim, um fator marginal das altas dos preços dos alimentos. De certa forma, isso vem sendo confirmado também pela proporção de terras agrícolas utilizadas para a produção de agrocombustíveis relativamente às outras finalidades de uso: 1% no Brasil, 1% na Europa e 4% nos EUA. Com essa distribuição de uso da terra, para

a IFAP, a bioenergia representa uma boa oportunidade para fortalecer a economia rural e diminuir a pobreza. Desse modo, a produção sustentável de agrocombustíveis, por parte de propriedades familiares, não constitui ameaça à segurança alimentar (INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE, 2008b).

Conforme entrevista de Paul Roberts, divulgada no portal Outra Política (2008), o especialista em energia apresenta forte crítica aos agrocombustíveis. Ele se baseia

no fato de que a energia e a alimentação são bens intimamente relacionados, que a crise de um desses bens levaria necessariamente à crise do outro. Roberts alega ainda que o preço dos combustíveis fósseis sempre afetou os preços dos produtos agrícolas através dos insumos fertilizantes, pesticidas, irrigação e transporte, necessários para a produção agrícola. Agora, a energia afeta também os preços dos produtos agrícolas pelo custo de oportunidade. Além disso, a indústria dos biocombustíveis seria uma alternativa de um sistema que se baseia numa fonte limitada, que é o petróleo, por outro sistema, também de fonte limitada, que é a terra.

Merece atenção particular a posição da FAO, que se preocupa, principalmente, com os efeitos da produção de agrocombustíveis no aumento dos preços dos alimentos e nos efeitos do uso indireto da terra, que, como acima descrito, constituem as hipóteses sobre causas da ameaça de segurança alimentar. Para mostrar que vários países têm sido vítimas dessa ameaça, a FAO (2006) propõe uma análise baseada em quatro categorias:

- a. Disponibilidade de alimentos, que depende da produção doméstica, da capacidade de importar, da existência de estoques e de programas de ajuda alimentar;
- b. Acesso aos alimentos, que depende do nível de pobreza, poder de compra das famílias, preços, transporte, infraestrutura e sistema de distribuição;
- c. Estabilidade da oferta, que pode ser afetada pelo clima, flutuações dos preços, desastres induzidos pela ação do homem e outros fatores políticos e econômicos; e, finalmente,

d. Utilização segura e saudável dos alimentos, que depende da qualidade destes produtos, acesso à água limpa, dentre outros.

Ainda segundo a análise da FAO (2006), o impacto da alta nos preços dos alimentos, em um determinado país, depende do seu grau de dependência de importações agrícolas e também de sua dependência do petróleo. Alguns países serão beneficiados e outros, no caso dos menos desenvolvidos¹, que vêm experimentando, nas últimas décadas, crescente déficit comercial², serão negativamente afetados.

Pelos dados da FAO. NAÇÕES UNIDAS (2008), o gasto global com importações de produtos alimentares em 2007 cresceu 29% em relação a 2006. A maior parte desse crescimento deve-se à elevação dos preços de *commodities* agrícolas, como cereais e óleos vegetais, que, por sua vez, forçaram o aumento dos preços das carnes e dos produtos láteos. Outra causa a determinar esse aumento significativo do gasto global com as importações de produtos alimentares foi o custo crescente dos fretes, em razão do aumento do preço do petróleo.

Os elementos considerados na análise da FAO foram as porcentagens de: importação do petróleo consumido por países; importação de cereais em relação ao consumo total e; população subnutrida. Os países que apresentam alto nível nos três fatores foram considerados como vulneráveis ao risco da alta dos preços sobre a segurança alimentar.

Em nível domiciliar, um elemento crítico é o acesso aos alimentos, que depende dos preços e da renda. Uma análise simplista levaria a pensar que quanto mais elevada a renda, maior o acesso aos alimentos e/ou melhor a qualidade das escolhas. Os efeitos exatos dos preços dos alimentos sobre a segurança alimentar apresentam certa complexidade analítica. Preços elevados devem levar os compradores líquidos

a uma situação pior, pela perda de seus excedentes líquidos, enquanto os produtores rurais ficam em situação melhor, pelo aumento de seus excedentes líquidos. Isso quer dizer que nem sempre a alta dos preços dos alimentos afeta a segurança alimentar. A direção dos impactos depende da maneira como os preços internacionais são captados no mercado interno e, principalmente, de quão elásticos são os diferentes efeitos renda e preços em consideração.

Os efeitos exatos dos preços dos alimentos sobre a segurança alimentar apresentam certa complexidade analítica

AGROCOMBUSTÍVEIS, SEGURANÇA E SOBERANIA ALIMENTAR NO BRASIL

Estudos realizados pela Comissão Econômica da Organização das Nações Unidas para a América Latina e Caribe (Cepal) e pela FAO, referentes à produção de agrocombustíveis como o etanol e o biodiesel, apontam que o setor energético tem uma influência direta sobre a segurança alimentar. Também se aponta que a indústria encontra nos países da América Latina e Caribe, especialmente no Brasil, condições favoráveis para o desenvolvimento.

O documento da FAO/Cepal intitulado *Oportunidades y Riesgos del uso de la bioenergía para la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe* analisa o impacto dos agrocombustíveis nas quatro dimensões da segurança alimentar, quais sejam: disponibilidade, acesso, estabilidade e utilização. No que concerne à disponibilidade, o estudo aponta que a região apresenta um superávit alimentício, aqui entendido como uma oferta de alimentos superior ao consumo em todos os países da América Latina, com exceção do Haiti e Bolívia. O estudo indica também a disponibilidade de terras para expansão da produção agrícola destinada à bioenergia, merecendo destaque para o Brasil, onde existem 90 milhões de hectares de terras disponíveis (SILVA; CARVALHO, 2002; FAO, 2006).

Com relação ao acesso dos produtores, o estudo assinala a necessidade de os programas de bioenergia priorizarem os pequenos produtores, de forma a alavancar a economia local, ao mesmo tempo em que se permite que esses produtores tenham mais acesso aos insumos necessários à produção.

¹ Classificação das Nações Unidas que leva em conta: a) baixa renda; b) recursos humanos; c) vulnerabilidade econômica.

² Definidos pelas Nações Unidas Low-Income Food-Deficit Countries (LIFDCs).

A estabilidade, por seu turno, refere-se ao impacto do preço do petróleo na segurança alimentar. Preços mais elevados, que implicam aumento nos custos de produção agrícola, refletindo na diminuição da oferta de insumos tradicionais, também estimulam o setor de agrocombustíveis e a conseqüente demanda por cultivos agrícolas destinados à bioenergia.

Enfatiza-se que a produção de bioenergia pode reduzir a disponibilidade de água para outras culturas e também para o consumo doméstico. O relatório alerta, ainda, que a produção de certos tipos de agrocombustíveis – como o etanol e biodiesel, obtidos da cana-de-açúcar e óleo de palmeiras, respectivamente – consomem mais água do que outros, produzidos a partir de milho e de mamona (PONTES QUINZENAL, 2007).

A indústria brasileira de etanol merece particular ênfase na análise do debate internacional pelo fato de que o etanol é o único agrocombustível produzido de maneira competitiva.

A Comissão Pastoral da Terra e a Rede Social de Justiça e Direitos Humanos (2007), referindo-se às conseqüências deletérias da indústria dos agrocombustíveis ao meio ambiente, argumentam que, no caso do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar, o cultivo e o processamento da cana poluem o solo e as fontes de água potável, já que usam intensamente tecnologias bioquímicas e produzem grandes quantidades de vinhaça como resíduo do processo produtivo.

Aliado a isso, para facilitar a colheita da cana são realizadas as queimadas que, segundo a Comissão Pastoral da Terra e a Rede Social de Justiça e Direitos Humanos (2007, p. 11):

[...] servem para facilitar o trabalho da colheita, além do fato que, quando se corta a cana queimada, a mão-de-obra é mais barata. Porém essa prática destrói grande parte dos microrganismos do solo, polui o ar e causa doenças respiratórias. O processamento da cana nas usinas também polui o ar através da queima do bagaço, que produz fuligem e fumaça. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais tem decretado estado de alerta na região dos canaviais em São Paulo (maior produtor de cana do país) porque as queimadas levaram a umidade relativa do ar a atingir níveis extremamente baixos, entre 13% e 15%.

Some-se a isso o fato de que o regime de *plantation* da cana-de-açúcar já domina algumas das melhores terras agricultáveis no Brasil. A expansão da monocultura tende a substituir ainda mais terras produtoras de alimentos em favor da produção de agroenergia, visando principalmente ao lucro. No Brasil, a produção de cana-de-açúcar tem dominado as áreas dos assentamentos de Reforma Agrária, de comunidades tradicionais e de outros setores do agro-negócio, como a pecuária (PAULILLO et al., 2007).

Nesse contexto, faz-se necessária uma breve distinção entre o etanol produzido no Brasil e nos Estados Unidos. Enquanto no Brasil o etanol é produzido da cultura da cana-de-açúcar, nos EUA ele tem sido produzido do milho, num procedimento menos eficiente em termos de balanço energético e econômico. Segundo dados da consultoria Agroconsult, o custo de produção de um litro de etanol no Brasil é de cerca de US\$0,33 enquanto nos Estados Unidos esse custo é de aproximadamente US\$0,60 (HOFFMANN, 2006; OLIVA; MIRANDA, 2008).

Hoffmann (2006) argumenta que, ao pressionar a oferta mundial de safras comestíveis, o aumento da produção de etanol terá como conseqüência imediata a elevação de preços tanto para os alimentos industrializados como para os alimentos básicos em todo o mundo.

Os agrocombustíveis terminam por amarrar os preços da comida e os do petróleo de uma maneira que pode perturbar, profundamente, o relacionamento entre os produtores e os consumidores de alimentos, e entre as nações, nos próximos anos, o que acarreta implicações potencialmente devastadoras tanto para a pobreza no mundo quanto para a segurança alimentar. (HOFFMANN, 2006, p. 2).

Em relação ao caso brasileiro, é habitual relacionar-se a insegurança alimentar com a pobreza, apesar do país apresentar um superávit na produção de alimentos. Conforme Hoffmann (2007, p. 3):

A quantidade de alimentos produzida [no Brasil] supera com folga as necessidades de sustento da população do país. Dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD) de 2004 mostram que 6,5% dos domicílios (com 7,7% das pessoas) sofrem de insegurança alimentar grave, fortemente associada ao baixíssimo valor do rendimento destas pessoas.

É importante ter em mente, como argumenta Morceli (2006), que o crescimento da indústria do etanol é uma forma de crescimento econômico com possível geração de novos empregos e renda. Segundo ele, seria improvável que os eventuais aumentos nos preços dos alimentos tenham efeitos que anulem ou superem os benefícios do crescimento econômico associado à indústria dos agrocombustíveis. Naturalmente, esse tipo de análise tem inúmeras limitações quando se discutem as dimensões da sustentabilidade de um programa de desenvolvimento desta natureza, pois se percebem tão-somente nuances da dimensão de análise econômica. Além disso, a qualidade dos empregados possivelmente gerados é questionável, haja vista as graves denúncias de trabalho escravo no cultivo de cana-de-açúcar e algodão, especificamente.

Gurgel (2008), baseado em estudos realizados por Hertel, Tyner e Birur (2008)³, sumariza os impactos das políticas de estímulo à produção de biocombustíveis sobre o uso da terra e cobertura vegetal, num horizonte de menos de dez anos, em diversos países, dentre eles o Brasil. Como resultado dos estudos, sugere-se que deverão ocorrer grandes alterações na paisagem agrícola e organizações de produção nos países e regiões, com importante diminuição das áreas de pastagens e de florestas plantadas. Fica ainda evidenciado que a produção de biocombustíveis em larga escala deve trazer desafios consideráveis em termos de mudanças no uso da terra e competição entre diferentes usos agrícolas do solo. De acordo com os autores, essas políticas levariam ao aumento de cerca de 18% na produção de biocombustíveis no Brasil. No país, a produção de oleaginosas e cana-de-açúcar cresceriam, respectivamente, 21% e 8% (GURGEL, 2008).

No Brasil, a área cultivada com cana-de-açúcar deveria crescer 4% e com sementes oleaginosas aumentaria 16%. A mudança na cobertura vegetal total, segundo esses autores, implicaria aumentos de 1% na área de culturas [...] de 2% no Brasil, enquanto as áreas de pastagens reduziriam [...] 6%. A área

de florestas plantadas também sofreria reduções [...] de cerca de 5% no Brasil. (GURGEL, 2008, p. 412).

Nota-se que as discussões a respeito da segurança alimentar na literatura corrente estão quase sempre relacionadas à questão e natureza da implantação da indústria dos agrocombustíveis; o problema da segurança alimentar parece, assim, ter surgido em simultaneidade com a emergência desse tipo de indústria. Se fosse assim, seria correto afirmar que a insegurança alimentar é um tema novo, o que seria uma incoerência. A preocupação com a segurança alimentar é antiga; só para citar um exemplo longínquo, pode-se resgatar a discussão acerca das vantagens e desvantagens da liberdade do comércio, já em 1776, quando Adam Smith formalizou os argumentos dos ganhos de comércio e propôs interromper o protecionismo à agricultura e buscar provisões onde os custos de produção fossem mais reduzidos⁴.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de breve revisão destinada a refletir sobre alguns elementos do dilema da emergência dos agrocombustíveis e da necessidade de se garantir a soberania alimentar, foi possível identificar posições argumentativas de alguns agentes na arena nacional e internacional, e foram feitas considerações sobre aspectos restritivos e favoráveis à indústria dos agrocombustíveis inseridos na perspectiva do debate sobre a política de segurança e soberania alimentar e meio ambiente.

A análise circunscrita neste artigo revelou os elementos restritivos associados aos agrocombustíveis como fator de impacto ao aumento da insegurança alimentar. O crescimento industrial já revela a necessidade dos esforços para a redução das emissões de gases de efeito estufa. A implementação da indústria dos agrocombustíveis nesta década pode ainda ser encarada como um momento transitório na busca de soluções energéticas.

O momento requer a formulação de estratégias sólidas com a participação dos diferentes agentes

³ Na realização desse estudo os autores lançaram mão de um modelo econômico de Equilíbrio Geral que leva em consideração as interações entre mercados de alimentos e de energia. A avaliação dos impactos é feita no horizonte de tempo compreendido entre 2006 e 2015. A área de estudo foi dividida em três regiões/países, a saber: EUA, União Europeia e Brasil. Como se pode notar, ao contrário do que é proposto no presente artigo, não é feita uma clara distinção entre os biocombustíveis e os agrocombustíveis.

⁴ Para maiores detalhes sobre a questão da segurança alimentar e o comércio exterior, pode-se consultar o trabalho de Silva e Carvalho (2002).

envolvidos, visando ao aproveitamento das potencialidades econômicas e ambientais da indústria dos agrocombustíveis, e, considerando uma política efetiva de uso da terra, a definição de áreas de produção e políticas agrícolas e ambientais de proteção à agricultura familiar.

Em suma, faz-se necessária a harmonização e convergência de políticas nacionais e internacionais de produção, desenvolvimento, distribuição e controle dos ganhos com agrocombustíveis, dentro dos limites ambientais e sociais e do comércio internacional, respeitando-se fundamentalmente a soberania de cada país.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Maria A. Políticas públicas e competitividade da agricultura. *Revista de Economia Política*, v. 21, n. 1 (81), p. 117-40, jan./mar. 2001.
- COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; REDE SOCIAL DE JUSTIÇA E DIREITOS HUMANOS (Orgs.). *Agroenergia: mitos e impactos na América Latina*. Cadernos de Formação, 2007. Disponível em: <http://www.acaoterra.org/spip/IMG/pdf/Cartilha_Agroenergia.pdf>. Acesso em: 15 set. 2008
- CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (Brasil). *Segurança alimentar e nutricional*. [Brasília], 2008. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/Consea/exec/index.cfm>>. Acesso em: 15 nov. 2008.
- CEPAL/FAO. *Oportunidades y Riesgos del Uso de la Bioenergía para la Seguridad Alimentaria em América Latina y el Caribe*. 2006. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/priori/segalim/pdf/bioenergia.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2008.
- FAO. NAÇÕES UNIDAS. *The state of food insecurity in the world*. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/Focus/E/home.l.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2008.
- _____. *The state of food and agriculture. Biofuels: prospects, risks and opportunities*. 2008. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/011/i0100e/i0100e00.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2008.
- FERNANDES, B. M. Soberania alimentar como território. In: WORKSHOP FOOD SOVEREIGNTY. 2008. Canadá. *Theory, Praxis and Power*. Anais... Canadá, St Andrews College, University of Saskatchewan, 2008.
- GURGEL, Ângelo Costa. Biocombustíveis: solução ou problema? In: COELHO, A. B.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. (Ed.). *Recursos naturais e crescimento econômico*. Viçosa, 2008. p. 407-434.
- HERTEL, T. W.; TYNER, W. E.; BIRUR, D. K. *Biofuels for all? Understanding the global impacts of multinational mandates*. GTAP working paper 51, Global Trade Analysis Project, West Lafayette, 2008. Disponível em: <<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3937.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2008.
- HOFFMANN, Rodolfo. *Segurança alimentar e a produção de etanol no Brasil*. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 13, p. 1-5, 2006.
- _____. Elasticidade-renda das despesas e do consumo de alimentos no Brasil em 2002-2003. In: SILVEIRA, F. G. et al. (Org.). *Gasto e consumo das famílias brasileiras contemporâneas*. Brasília: IPEA, 2007, v. 2, p. 463-483.
- INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE. *Biofuels and Food Security*. 2008a. Disponível em: <<http://www.ifpri.org/themes/bioenergy/bioenergybro.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- _____. *Biofuels, International Food Prices, and the Poor*. Joachim von Braun. 2008b. Disponível em: <<http://www.ifpri.org/pubs/testimony/VonBraun20080612.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- MORCELI, P. Futuro para o álcool brasileiro. *Revista de Política Agrícola*. Ano 15, n. 3, p. 19-27, jul./set. 2006.
- OLIVA, Felipe Cardoso; MIRANDA, Silva Helena Galvão de. Agrocombustíveis na OMC indefinição entre commodity ou bem ambiental. *Revista de Política Agrícola*. Ano 17, n. 1, p. 97-106, jan./mar. 2008.
- OUTRA POLÍTICA. *Biocombustíveis troca um problema por outro*. 2008. Disponível em: <<http://outrapolitica.wordpress.com/2008/06/26/biocombustiveis-trocaram-um-problema-por-outro-afirma-paul-roberts/>>. Acesso em: 11 nov. 2008.
- PAULILLO, L. F. O. et al. *O Biodiesel no Brasil: panorama, perspectiva e desafios*. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v. 37, n. 11, p. 28-40, 2007.
- PONTES QUINZENAL. ICTSD - Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, v. 2, n. 5. 21 maio 2007. Disponível em: <<http://ictsd.net/downloads/pontesquinzenal/pq2-5.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2008.
- REDE BRASILEIRA PELA INTEGRAÇÃO DOS POVOS - REBRIP. *Agrocombustíveis e a agricultura familiar e camponesa: subsídios ao debate*. Rio de Janeiro. FASE, 2008. 141 p.
- SILVA, César Roberto Leite da; CARVALHO, Maria Auxiliadora de. Efeitos distributivos da autcapacidade alimentar no Brasil. *Pesquisa e Debate*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 126-141, 2002.

Economia e preservação do meio ambiente no Brasil: a contribuição dos biocombustíveis

Juan Algorta Plá^A

Resumo

O artigo descreve os impactos da industrialização sobre a população e sobre o meio ambiente. Aborda-se a problemática da crescente utilização de energia como condição *sine-qua-non* para o processo de desenvolvimento industrial, assim como para a satisfação das necessidades básicas de todos os cidadãos. Os combustíveis fósseis (petróleo e carvão) constituíram a principal fonte de energia ao longo dos séculos XIX e XX. Analisa-se a estratégia do Brasil para contornar a crise do petróleo no início da década de 1970 e, novamente, ao final dessa década. Discute-se o impacto ambiental da utilização de combustíveis fósseis, a elevação da concentração do CO₂ atmosférico e sua consequência, o aquecimento global. Analisa-se a possível contribuição dos biocombustíveis para enfrentar o efeito estufa e discute-se algumas outras estratégias para o Brasil participar desse esforço universal.

Palavras-chave: Industrialização. Demografia. Impacto ambiental. Utilização da energia. Efeito estufa. Aquecimento global. Biocombustíveis.

Abstract

This article describes the impacts of industrialization on the population and environment. The problem of growing energy use is addressed as a sine qua non condition for the industrial development process, as well as satisfying the basic needs of all citizens. Fossil fuels (oil and charcoal) formed the principal energy source during the 19th and 20th centuries. Brazil's strategy to circumvent the oil crisis at the beginning of the 1970s and again at the end of this decade is analyzed. The environmental impact of using fossil fuels, increased concentration of atmospheric CO₂ and the consequence, global warming, are discussed. The possible contribution of biofuels to challenge the greenhouse effect is analyzed and other strategies for Brazil to take part in this universal effort are considered.

Keywords: *Industrialization. Demography. Environmental impact. Energy use. Greenhouse effect. Global warming. Biofuels.*

INTRODUÇÃO

As transformações vivenciadas pelo mundo no século XX levantaram expectativas de uma vida melhor para grandes massas de cidadãos. No Brasil não foi diferente e, a partir da Revolução Nacional de 1930, iniciou-se a caminhada da industrialização acelerada e do desenvolvimento econômico.

Ao longo do processo de industrialização, grandes grupos de população rural transferiram-se para as cidades, na proximidade das novas fábricas, onde esperavam encontrar oportunidades de trabalho assalariado. O objetivo era escapar das incerte-

zas da pequena agricultura, ao mesmo tempo em que se aproximavam dos centros de serviços, onde a interação social seria mais intensa e os serviços estariam mais facilmente ao alcance dos cidadãos. Por essa época as taxas de natalidade eram muito altas, mas as taxas de mortalidade também o eram, resultando de sua interação a estabilidade numérica da população.

O trabalho feminino assalariado nas cidades era necessário do ponto de vista das economias domésticas, que deviam pagar aluguel, além de ficar submetidas ao bombardeio da propaganda comercial consumista. Do ponto de vista do setor comercial, essa nova mentalidade era muito importante porque, além de aumentar a oferta de mão de

^A PhD pela Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); mestre pela Universidade de Wisconsin, EUA; graduado em engenheiro agrônomo pela Universidade da República (UR), Uruguai; professor adjunto da UFRGS.

obra, permitindo manter baixos os salários, ampliava a capacidade de compra das famílias.

A urbanização da população exigiu que os alimentos e as matérias-primas industriais fossem transportados desde as regiões de produção até as novas cidades industriais, enquanto as manufaturas deveriam percorrer o caminho inverso, das fábricas até os diversos centros de consumo. O consumidor urbano devia comprar todos os seus alimentos, por oposição ao morador de regiões rurais, que produzia, ele mesmo, grande parte dos bens consumidos. Como resultado da industrialização e da urbanização, o setor de transporte adquiriu uma importância estratégica de primeira magnitude.

O crescimento populacional foi reforçado ocasionalmente, pela imigração de trabalhadores estrangeiros. A indústria teve, assim, o benefício da oferta abundante de mão de obra, o que contribuiu para manter os salários em níveis moderados, possibilitando a manutenção dos custos em níveis baixos, como fundamento da competitividade industrial. Os lucros do capital permaneceram elevados, estimulando o investimento. Houve, no entanto, certo aumento da capacidade de compra dos consumidores, que ficou evidenciado pela progressiva elevação do PIB por habitante.

A rápida expansão do consumo interno gerou as condições para a expansão industrial, estimulando os novos investimentos. O setor bancário também jogou papel importante na expansão do consumo, através do financiamento dos consumidores, oferecendo diversos planos de crédito de consumo, assim contribuindo para reforçar os mecanismos que geravam a demanda.

A manutenção dos custos de produção em níveis baixos, associada com a abundância da mão de obra e com os salários baixos, era necessária para permitir a formação de expectativas favoráveis por parte dos empresários, assim estimulando-os para o investimento. A disponibilidade de energia a preços baixos era outra das condições para viabilizar o processo de industrialização. O Brasil, no entanto, não dispunha, por essa época, de uma produção

própria de petróleo na quantidade necessária para atender as necessidades da indústria de transformação e do setor de transportes, devendo importar os combustíveis derivados do petróleo.

Em síntese, a sociedade tinha mudado substancialmente em função da industrialização. O resultado foi uma população urbana, muito numerosa (de massas), com hábitos de consumo modernos e abertos ao comércio interno e internacional. O setor transporte tinha adquirido uma importância estratégica

no contexto da sociedade industrializada. A implantação de novos empreendimentos industriais permitia manter um nível de investimento alto e, assim, manter o nível de emprego. Os setores ligados aos serviços burocráticos, de comércio, de financiamento e seguros, adquiriram progressiva importância.

A INDUSTRIALIZAÇÃO NO BRASIL

Como consequência da Grande Depressão de 1930, os preços das matérias-primas e dos alimentos que o Brasil exportava aviltaram-se no mercado externo, o que dificultou a manutenção das correntes de importação e do equilíbrio do balanço de pagamentos. As atenções se voltaram para a produção de combustíveis de origem agrícola no Brasil, o que determinou que se começasse a adicionar álcool na gasolina.

A partir da Grande Depressão, o governo teve uma participação importante como incentivador da industrialização através das empresas estatais ou dos programas de financiamento dos investimentos privados. A aceleração das atividades produtivas refletia-se na intensificação da produção industrial, do comércio e do setor de transporte.

O Brasil foi um dos primeiros países a se recuperar dos efeitos da Grande Depressão, em função das políticas fiscais e monetárias expansivas utilizadas. Destaca-se a estratégia da industrialização como forma de contornar a escassez de produtos manufaturados importados. Dentre essas políticas destaca-se a compra das enormes safras de café,

que o Estado adquiria com a finalidade de estabilizar o preço que os cafeicultores recebiam. Essas safras não encontravam mercado e, em parte, deveriam ser destruídas. As compras de álcool para misturar com a gasolina tiveram uma justificativa semelhante.

Na década de 1930, começou-se a aplicar uma estratégia de produzir internamente diversos artigos manufaturados que vinham sendo importados. Foi o processo de industrialização por substituição de importações, que deveria ser mantido por várias décadas, determinando a transformação da estrutura social, econômica e política do Brasil.

IMPACTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO SOBRE O TAMANHO E A ESTRUTURA DA POPULAÇÃO

Ao dar início o processo de industrialização, a população começou a abandonar o meio rural e a transferir-se, em grandes quantidades, para as cidades. A causa dessa migração interna era, por um lado, a falta de oportunidades de emprego no meio rural, em função da mecanização das tarefas de produção, e, por outro, a atração das oportunidades de emprego no novo setor industrial.

A cidade oferecia, junto à segurança do regime de salário, acesso a melhores moradias, serviços de assistência à saúde, oportunidades de educação para a juventude e de interação social, assim como os benefícios da previdência social para os maiores. A melhora nos serviços sanitários, especialmente a infraestrutura de esgoto, a rede de água encanada e os programas de vacinação significaram um progresso considerável nas expectativas de vida. As taxas de mortalidade sofreram queda após queda ao longo de várias décadas.

Como a população manteve suas antigas taxas de natalidade elevadas, começou a haver uma expansão demográfica muito acelerada, que se manteve entre as décadas de 1930 e de 1970 (explosão demográfica). A partir da década de 1960 começou, no entanto, o recuo das taxas de natalidade, causado principalmente pelos novos hábitos da população urbanizada, que apresentava elevada incidência do trabalho feminino fora do lar. Os casais começavam a controlar a natalidade, já que a disciplina do trabalho assalariado colidia com a atenção exigida pelas novas gerações. Assim, começou a ser frequente encontrar famílias com um ou dois filhos.

Na década de 1990, estava-se completando a transição demográfica, em que a população tende para a estabilização depois de uma fase de rápida expansão (BRITO, 2007). Interessa ressaltar que este processo de transição demográfica está associado ao processo de industrialização. Trata-se de um processo muito vagaroso, em que as variáveis se ajustam ao longo de muitos anos. A partir da década de 1990, a população continuou sua expansão, porém a taxas menores, apontando para uma futura estabilização.

Durante a transição demográfica, a população não só expandiu como mudou a estrutura etária: a proporção de crianças caiu sensivelmente. A redução da mortalidade infantil, atribuível às causas acima referidas, permitia que expectativa de vida dos recém-nascidos aumentasse. A pirâmide populacional estreitou sua base, ao mesmo tempo em que alargava os estratos mais elevados. A urbanização significou uma diversificação e uma ampliação da demanda de bens de consumo de todos os tipos.

A oferta de bens de consumo foi permanentemente adaptada, em sua diversidade, para acompanhar a demanda agregada, assim evitando a inflação de preços, o que nem sempre foi conseguido. A demanda esteve determinada pelo número de cidadãos e pela capacidade de compra do cidadão médio. Cada vez que a demanda aumentava e a oferta buscava adequar-se, aumentava também a demanda de energia. Os setores de transporte e de processamento industrial constituíram os principais responsáveis pela demanda por combustíveis, bem à frente da demanda doméstica de energia.

A atividade industrial passou a gerar rejeitos e resíduos em proporção aproximada aos volumes produzidos. Alguns desses rejeitos começaram a interferir com a eficiência das atividades produtivas ou com o bem-estar das populações, oportunizando situações inconvenientes para a manutenção do nível de bem-estar social (degradação ambiental).

Tabela 1
População Brasil – 1940/1980

(em milhares de pessoas)

Ano	População
1940	41236
1950	51944
1960	70070
1970	93139
1980	119003

Fonte: LACERDA et al. *Economia Brasileira*. Saraiva, 2005.

Alguns casos dramáticos dessa degradação ambiental são mencionados por Baer, 1995:

- a poluição da água na Baía de Guanabara;
- a poluição do ar em São Paulo;
- a tragédia do Vale do Cubatão;
- o caso da celulose e do papel em Porto Alegre;
- a poluição em Camaçari (petroquímica) e em Carajás (mineração).

Para os próximos anos espera-se que a população brasileira continue sua expansão, com estabilização prevista só a partir de 2040.

Ano	População
1980	118563
1990	146593
2000	171280
2008	189613
2020	207143
2030	216410
2040	219075
2050	215287

Fonte: IBGE.

A questão que se coloca é a de como fazer para garantir o nível de bem-estar dessa população tão numerosa sem sobrecarregar o meio ambiente, causando consequências irreparáveis de degradação ambiental.

Parece evidente que o país deve adotar políticas, pelo menos de opinião pública, de controle da natalidade, na tentativa de estabilizar, o quanto antes, o tamanho da população.

INDUSTRIALIZAÇÃO E MEIO AMBIENTE

As atividades de produção, com muita frequência, são causa de graves efeitos sobre o meio ambiente (efeitos antrópicos). Esses efeitos podem ser minimizados, porém eles não podem ser totalmente evitados. Em geral, os efeitos antrópicos se consideram associados ao número de cidadãos e ao poder de consumo de cada um deles (renda real por

habitante), e ao tipo de tecnologia que a sociedade está habituada a utilizar.

O impacto ambiental do desenvolvimento fica bem representado pelo modelo de Ehrlich, em que I (impacto) é igual ao produto PRT, em que P é a população, R é a renda da população e T é a tecnologia.

De um lado, as atividades de produção utilizam recursos naturais que, muitas vezes, não são renováveis. De outro lado, essas atividades geram rejeitos, às vezes sólidos, às vezes líquidos e outras vezes gasosos, que se acumulam por períodos variáveis até sua eventual degradação. Em alguns casos, os rejeitos podem ter um período de vida muito longo, até sua natural degradação e absorção pelo meio, o que causa a acumulação de quantidades enormes (ex.: pneus velhos).

A degradação ambiental causada por atividades de produção contribui para elevar progressivamente os custos, podendo chegar a inviabilizar o prosseguimento dessas atividades. No entanto, existe consenso em que, se praticadas dentro das normas técnicas e respeitando as disposições vigentes, as atividades de produção ocasionam efeitos ambientais que podem ser administrados.

A atitude mais razoável é a de buscar a minimização dos efeitos indesejados, o que pode ser alcançado através da utilização de tecnologias adequadas. A preservação dos recursos naturais acarreta custos adicionais, porém esses gastos são necessários para manter a produtividade dos recursos.

DISPONIBILIDADE DE ENERGIA COMO CONDIÇÃO PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO

A disponibilidade de energia, abundante e barata, é uma condição para manter os programas de desenvolvimento industrial. Os setores que mais demandam energia são os setores de manufatura e de transporte. Os usuários domiciliares também contribuíram para aumentar a demanda global de energia, principalmente para iluminação, ar condicionado térmico das moradias, conservação de alimentos e para transporte pessoal.

A agricultura moderna, por utilizar quantidades maciças de fertilizantes e de água para irrigação, é outro setor muito demandante de energia. Já a

agricultura familiar, realizada com base no emprego intensivo de mão de obra, é menos produtiva em termos de rendimento agrícola, mas é muito mais eficiente do ponto de vista energético.

A crise dos combustíveis no início dos anos 1970, com a elevação dos preços do petróleo e seus derivados, teve um impacto desestabilizador sobre os programas de desenvolvimento industrial. A necessidade de continuar importando os combustíveis encarecidos causou dificuldades para o equilíbrio do balanço de pagamentos. A vida nas cidades tinha ficado cada vez mais dependente do consumo de energia, com o que se apresentava a necessidade de importar cada vez maiores volumes de petróleo.

A elevação dos preços dos combustíveis desestabilizou os programas de desenvolvimento, causando desemprego, inflação e déficit no balanço de pagamentos. A correlação entre desenvolvimento econômico e uso de energia é positiva, ainda que não seja rígida, já que existe variabilidade na eficiência com que a energia é utilizada.

Observamos na tabela a seguir que se espera uma reestruturação da demanda setorial de energia no Brasil até o ano 2030: a indústria perderia alguns pontos percentuais, enquanto o setor de serviços ganharia algumas posições.

Setor	Ano			
	2005	2010	2020	2030
Agricultura	8,4	8,9	8,8	8,8
Indústria	40	40,2	38,5	36,7
Serviços	51,6	50,9	52,7	54,5

Fonte: Matriz Energética Nacional/PNE-2030.

FORMAÇÃO DOS PREÇOS DOS COMBUSTÍVEIS

O mecanismo dos preços permite que os volumes produzidos, de qualquer manufatura, sejam exatamente os volumes que os consumidores finais podem consumir. Uma demanda final insatisfeita pressiona os preços para cima, o que estimula a produção de volumes maiores, eventualmente conduzindo à igualação da oferta com a demanda e à estabilidade dos preços.

No entanto, os fatores especulativos, que obedecem às expectativas dos agentes econômicos, têm uma gravitação importante no caso dos derivados do petróleo, como também de outras matérias-primas, especialmente no curto prazo.

Assim, os produtores industriais ou agrícolas não necessitam consultar diretamente os consumidores, nem combinar entre si quanto devem produzir de cada produto. Essa coordenação se estabelece através do mecanismo dos preços, em forma automática, como ajustes progressivos, em um processo de tentativa e erro. A determinação do preço de equilíbrio leva algum tempo, durante o qual as condições podem variar, especialmente por flutuações na demanda, já que a oferta, por depender dos custos de produção, apresenta maior estabilidade.

No entanto, na prática existem fatores especulativos que mascaram o comportamento teórico da oferta e da demanda. Os intermediários aumentam seus estoques de produtos toda vez que esperam que o preço venha a subir no futuro. É a expectativa de obter uma taxa de benefício maior que a taxa de juros vigente, o que motiva as aquisições especulativas.

A disponibilidade de créditos de consumo facilita as aquisições, favorecendo a expansão da demanda efetiva. Por outra parte, a informação que os agentes possuem está longe de ser perfeita, sendo que eles devem, de qualquer forma, tomar decisões econômicas de produção ou de comercialização. Nesse contexto altamente volátil, das expectativas de lucro, acaba-se determinando o volume que finalmente será produzido.

Em relação aos combustíveis fósseis, observamos que os mercados estão longe de ser perfeitos, sendo que na formação do preço há predominância das barganhas entre oligopólios. Durante muitos anos, entre 1900 e 1973, os preços do petróleo foram mantidos artificialmente baixos pela pressão das companhias transnacionais, o que desestimulou o desenvolvimento de combustíveis alternativos.

Esse comportamento era possível porque a oferta era controlada por governos autoritários, que se curvavam às exigências dos compradores estrangeiros. Por outra parte, esses governos adotavam as decisões em forma isolada. A oferta, nessas condições, não tinha nenhuma relação com os custos de produção.

Em 1970, os produtores conseguiram se organizar em um cartel e passaram a barganhar com as companhias petrolíferas para obter melhores preços. No fim da Guerra dos Seis Dias, os produtores de petróleo, via Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), encontraram a oportunidade que procuravam de controlar a produção para elevar os preços do petróleo. A forte elevação dos preços determinou que os importadores de petróleo aplicassem algumas estratégias de bom senso, como buscar uma utilização mais eficiente dos combustíveis, ou incentivar a prospecção de novas fontes de abastecimento, assim como pesquisar novas formas de obter a energia necessária para estimular as atividades industriais.

Frente às elevações nos preços do petróleo, o Brasil decidiu desenvolver a produção de combustíveis de origem agrícola, para o que contava com longa experiência na produção de álcool, além de vantagens naturais importantes, que permitiram produzir combustíveis em forma cada vez mais competitiva, à medida que os preços do petróleo aumentavam.

Os mercados de petróleo e derivados apresentam elevada instabilidade de preços, o que resulta muito inconveniente para os usuários, que deveriam realizar permanentes ajustamentos nos seus programas e estratégias de desenvolvimento. Por serem insumos básicos de muitos processos, a flutuação dos preços dos combustíveis prejudica a vida econômica dos países. No Brasil, a Petrobras absorve essas flutuações de curto prazo e só repassa os aumentos de preços para os consumidores quando considera que houve uma mudança de patamar.

A lei 9.478/97 abriu o mercado de combustíveis à concorrência internacional, do que resultou a convergência dos preços internos e internacionais dos derivados do petróleo (BRASIL, 2008).

A CRISE DOS PREÇOS DO PETRÓLEO

Por volta de 1970, o mundo entrou numa nova fase de desenvolvimento: a energia, antes barata, passou a ser escassa e cara. O estopim dessa

mudança foi a restrição das atividades de extração do óleo cru que acompanhou a Guerra dos Seis dias e a organização do cartel da OPEP, evento que ficou conhecido como Primeiro Choque do Petróleo. Os países que se encontravam conduzindo processos de industrialização sofreram o abalo da elevação dos custos e deveriam adaptar suas economias para as novas condições de preços da energia.

A estratégia adotada pelo Brasil frente às dificuldades com o abastecimento de combustíveis teve diversos componentes: por um lado, buscou-se racionalizar o uso dos combustíveis derivados do petróleo, que nos anos 1970 ainda eram importados em uma proporção relevante. Dentre as medidas de racionalização do uso, figurou a proibição de venda de combustíveis nos finais de semana, com o que se pretendia desencorajar as longas viagens por motivos de passeio. Os fabricantes de carros deviam respeitar limites máximos para a capacidade dos tanques de combustível dos seus modelos, o que correspondia a uma orientação inspirada no racionamento ao consumo.

Outra orientação estratégica foi a de incentivar a busca de combustíveis alternativos, que pudessem reduzir a dependência do petróleo importado. Vários projetos de geração de eletricidade a partir da força dos rios, que tinham permanecido em estudo desde muitos anos, encontraram condições para sua execução nessa oportunidade.

Alguns desses projetos apresentaram dimensões monumentais, como a usina de Itaipu, que é uma das maiores do mundo. Essa estratégia levou o Brasil a ser um dos países com maior participação da energia hidrelétrica no total de energia utilizado.

Outros componentes da estratégia para contornar a crise incluíram intensificação da busca de petróleo e o desenvolvimento de novos combustíveis com base em produtos agrícolas. Essas iniciativas foram bem sucedidas e, no longo prazo, trouxeram benefícios importantes.

A partir do tradicional cultivo da cana-de-açúcar, foi desenvolvido o programa de produção de etanol (Proálcool), que buscava substituir a gasolina automotiva e que, com o tempo, chegou a ser o maior programa de biocombustíveis na escala mundial.

Por volta de 1970, o mundo entrou numa nova fase de desenvolvimento: a energia, antes barata, passou a ser escassa e cara

Também foi tentada a substituição de outros combustíveis, como o diesel, através de um programa específico (Proóleo), que tinha como objetivo aproveitar diversos óleos vegetais, alguns deles muito abundantes no Brasil. No entanto, não foi fácil encontrar substitutos adequados para o óleo diesel. Esta iniciativa encontrou dificuldades técnicas e econômicas que exigiriam ainda maiores pesquisas e investimentos.

Paralelamente, houve esforços dirigidos para o aproveitamento de resíduos orgânicos de diversas naturezas na produção de biogás através da fermentação anaeróbica. No entanto, a produção de biogás encontrou dificuldades oriundas tanto da falta de tecnologias adequadas como da inexistência de cadeias de produção e de comercialização específicas. A energia nuclear também mereceu atenção, conduzindo a um acordo do Brasil com a Alemanha para a construção da primeira usina de Angra dos Reis.

IMPACTOS AMBIENTAIS DO DESENVOLVIMENTO

Foi só na década de 1980 que começou a difundir-se, em nível mundial, a consciência dos problemas ambientais associados à industrialização. Não existe a possibilidade de produzir manufaturas sem causar impactos ambientais de diversos tipos (efeitos antrópicos), mas tais impactos podem ficar ocultos por longos anos, especialmente nos casos em que os níveis da atividade causadora permanecem baixos.

A acumulação de resíduos dos processos industriais, ou dos próprios produtos manufaturados no final de sua vida útil, pode causar inconvenientes para o prosseguimento das atividades de produção, especialmente se os rejeitos sucateados se acumulam até descaracterizar o meio ambiente. Alternativamente ao sucateamento, encontramos diversas tentativas de aproveitamento desses rejeitos como insumos de outras atividades produtivas.

Os resíduos industriais gasosos vinham sendo lançados na atmosfera, sem preocupações pelos

diversos efeitos prejudiciais que eles poderiam causar, até que eles adquiriram um nível tal que já não mais podiam passar despercebidos. O relatório de avaliação do IPCC de 2001 indicava que havia elevada probabilidade de que diversos distúrbios climáticos estivessem relacionados com o elevado nível de emissões de gases.

Foi só na década de 1980 que começou a difundir-se, em nível mundial, a consciência dos problemas ambientais associados à industrialização

CONTROLE DO EFEITO ESTUFA

Em condições normais, a energia que chega do Sol é parcialmente aproveitada na Terra, existindo um excedente que, normalmente, é irradiado de volta para o espaço. A energia solar é essencial para a manutenção da vida na Terra, já que permite a realização da fotossíntese, processo bioquímico de construção de tecidos vegetais a partir do CO_2 e da água, que acontece nas folhas das plantas. Nesse processo, a luz solar é captada pelo pigmento verde clorofila, permitindo a reação química entre o CO_2 e a água para a formação de diferentes moléculas orgânicas.

No entanto, a energia que chega à Terra não é aproveitada na sua totalidade, surgindo um excedente que deve ser irradiado de volta para o espaço. No caso em que a irradiação dos excedentes não se produza com a suficiente rapidez, acontece elevação da temperatura na superfície (efeito estufa). A proporção dos diversos gases na atmosfera determina a facilidade com que a irradiação acontece. Os gases que dificultam a irradiação dos excessos de energia, assim contribuindo para o aquecimento global, são: o CO_2 , ou gás carbônico; o CH_4 , ou gás metano; o N_2O , ou óxido nitroso; o SO_2 , ou óxido de enxofre; e os CFC's, ou clorofluorcarbonetos; e os HCFC, ou hidroclorofluorcarbonetos, segundo o Plano Nacional de Combate às Mudanças Climáticas (PNMC), lançado em setembro de 2008 no Brasil.

A acumulação de CO_2 é considerada como a principal causa do aquecimento global, já que ele é o mais abundante desses gases, visto que se origina na respiração de todos os seres vivos

e em todos os processos de combustão que a humanidade conduz. As quantidades de CO₂ lançadas anualmente na atmosfera são enormes.

O CO₂ faz parte da atmosfera desde o início do mundo. A fotossíntese é um dos mecanismos naturais para a retirada do CO₂ da atmosfera. Outros processos naturais que também retiram CO₂ atmosférico são as atividades das algas microscópicas e a erosão química das rochas.

A partir da Revolução Industrial, tem havido um processo de elevação da concentração do CO₂ na atmosfera devido às atividades do homem. Em função dessa elevação, têm-se registrado elevações na temperatura média da Terra, conhecidas como aquecimento global. Nos últimos anos, esse processo tem-se intensificado em função da expansão do consumo humano: um maior número de pessoas consumindo, cada uma, em média, quantidades maiores de bens causam a expansão da demanda global.

No Brasil, a principal fonte de emissões de CO₂ são as queimadas florestais, responsáveis por 75% das emissões anuais de CO₂. O restante, 25%, é atribuível à geração de eletricidade em usinas térmicas, à produção de cimento e às atividades da indústria siderúrgica. O setor de transporte utiliza combustíveis fósseis e é responsável por parcela relevante das emissões de CO₂.

As queimadas florestais têm por objetivo abrir áreas para as atividades do agronegócio. A proibição de praticar novas queimadas vem sendo sistematicamente desrespeitada. A eliminação da floresta é duplamente prejudicial, já que libera grandes quantidades de CO₂ e, ao mesmo tempo, elimina a cobertura vegetal que poderia contribuir para depurar o ar do excesso de CO₂. Outra função importante da floresta era a de proteger o solo da erosão pela água da chuva e pelo vento, ao mesmo tempo em que melhorava a infiltração da água da chuva.

AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento global produz diversos efeitos negativos, dentre os quais mencionamos a maior

incidência de períodos de seca, com temperaturas muito elevadas, causando a perda de colheitas, assim como a eclosão de incêndios florestais. No entanto, a mais conhecida manifestação do aquecimento global é o derretimento de geleiras nas proximidades dos polos terrestres, com a elevação do nível do mar ameaçando inundar as terras ribeirinhas.

Paradoxalmente, o aquecimento global intensifica as quedas da temperatura no inverno.

As flutuações muito bruscas da temperatura são causa de tormentas com ventos muito fortes, que provocam destruição e inundações.

A instabilidade climática inclui, nos verões, a incidência de períodos de seca. O ar mais quente é causa de uma evaporação muito rápida da água do solo, fazendo com que as culturas alimentares sofram queda do rendimento pela desidratação. A Embrapa tem estimado que as principais culturas comerciais no Brasil poderão sofrer sérios prejuízos com as secas, algumas delas chegando à inviabilização nas suas áreas tradicionais.

A manutenção de um difícil equilíbrio entre a atividade industrial e o controle do efeito estufa exige a utilização de combustíveis alternativos aos derivados do petróleo e do carvão. Papel central nesse esforço corresponderia, neste momento, aos biocombustíveis, lado a lado com as fontes conhecidas de “energia limpa” (hidroeletricidade e energia eólica).

O aquecimento global estaria conduzindo ao derretimento das geleiras, que ameaça elevar em até 14 m o nível dos oceanos. Outros efeitos negativos do derretimento das geleiras estão associados à liberação de grandes volumes de metano, que reforça o efeito estufa, assim como a capacidade de refletir a luz do sol que o gelo possui e da qual ficaríamos privados.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E BIOCOMBUSTÍVEIS

O processo de industrialização causa prejuízos ambientais de diversos tipos, que não podem ser completamente evitados, mas que devem ser

A manutenção de um difícil equilíbrio entre a atividade industrial e o controle do efeito estufa exige a utilização de combustíveis alternativos aos derivados do petróleo e do carvão

mantidos em níveis tão baixos quanto possíveis, com o objetivo de preservar as qualidades do meio ambiente. O Brasil possui vantagens para uma produção ambientalmente amigável. No entanto, essas vantagens nem sempre têm sido aproveitadas.

A produção de biocombustíveis, especialmente do etanol, foi a mola mestra da estratégia escolhida pelo Brasil, em função de suas vantagens naturais para a cultura da cana-de-açúcar. Os elevados rendimentos agrícolas dessa cultura estão na base da alta eficiência e dos custos unitários baixos.

As previsões do governo do Brasil antevêm uma reestruturação da matriz energética no sentido de uma maior produção de energia, baseada na expansão dos biocombustíveis e com menor utilização de combustíveis fósseis. Os produtores de açúcar, através da União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica), vem projetando um aumento da produção de cana-de-açúcar até 2020/21, em que a cana cortada poderá atingir um bilhão de toneladas, o que corresponde à previsão do MME para 2030.

Os acréscimos na produção de cana deverão destinar-se tanto ao açúcar como ao álcool, para o mercado interno ou para a exportação, o que dependerá da evolução dos preços relativos.

Os combustíveis de origem fóssil (petróleo, carvão e gás natural) deverão ser cada vez mais substituídos por outros combustíveis que produzam um efeito estufa menor, já que a utilização dos combustíveis fósseis constitui uma importante fonte do CO₂ acrescentado anualmente à atmosfera. O setor de transporte é responsável por parcela significativa do CO₂, junto a alguns setores industriais que fazem contribuições importantes.

Há diversas propostas de métodos para capturar o CO₂ da atmosfera ou retirando-o das chaminés das usinas, mas até o presente, eles permanecem apenas como ideias interessantes. Visto que o CO₂ é muito estável, ele permanece na atmosfera por longos períodos, acumulando-se de um ano para outro. A matriz energética nacional deveria ser cada vez mais limpa, acrescentando menos CO₂.

A utilização de combustíveis de origem agrícola deverá permitir que uma parte das necessidades de transporte seja atendida de forma mais responsável, sem causar acréscimos ao CO₂ atmosférico. Efetivamente, quando se realiza a produção das matérias-primas agrícolas que darão origem aos combustíveis, há uma fixação de importantes quantidades de CO₂ (fotossíntese), o que funciona como um depurador da atmosfera.

Na fase de utilização dos biocombustíveis (combustão), há uma restituição parcial do CO₂ que tinha sido fixado na fase agrícola. A restituição é apenas parcial, já que há algumas frações do CO₂ fixado que não são incluídas nos combustíveis: são as frações de carbono incorporadas nas raízes, caules e folhas. Esses órgãos dos vegetais são necessários para produzir as matérias-primas dos biocombustíveis, mas eles não são retirados do campo em que a cultura for plantada.

É importante ressaltar que a produção de biocombustíveis no Brasil não é concorrente com a produção de alimentos, já que os biocombustíveis podem ser obtidos sem ter que reduzir a produção de alimentos por falta de terra. Uma área relativamente reduzida seria suficiente para produzir os biocombustíveis necessários, sempre que os rendimentos por hectare sejam mantidos em nível alto.

O etanol de milho é bastante ineficiente, já que ele contém energia utilizável em volume apenas 30% acima dos insumos utilizados para sua

Tabela 4
Estimativas da Produção e da Área Plantada com Cana-de-Açúcar entre 2007 e 2020

	2006/07	2010/11	2015/16	2020/21
Produção de cana (em milhões de t)	430	601	829	1038
Área cultivada (milhões de ha)	6,3	8,5	11,4	13,9
Açúcar (milhões de t)	30,2	34,6	41,3	45
Consumo interno	9,9	10,5	11,4	12,1
Excedente para exportação	20,3	24,1	29,9	32,9
Álcool (em bilhões de litros)	17,9	29,7	46,9	65,3
Consumo interno	14,2	23,2	34,6	49,6
Excedente para exportação	3,7	6,5	12,3	15,7
Bioeletricidade (MW médio)	1400	3300	11500	14400
Participação na matriz elétrica (%)	3	6	15	15

Fonte: ÚNICA (2007, apud RODRIGUES; MENDONÇA DE BARROS; CARVALHO, 2008).

produção, considerando as fases agrícola e industrial. Já o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar contém oito vezes mais energia que os insumos utilizados. O etanol de celulose poderá fornecer até 36 vezes a energia contida nos insumos. A eficiência do processo de produção de biocombustíveis pode ser observada através do quociente entre a energia contida (EC) no combustível e a energia nos insumos (EI) ou através da redução dos gases do efeito estufa (GEE).

Tabela 5
Relação da energia contida no biocombustível (EC) para a energia nos insumos (EI) e redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE)

Tipo de combustível	Relação	Relação
	EC/EI	GEE
Etanol de milho (EUA)	1,3	0,79
Etanol de cana (Brasil)	8	0,44
Biodiesel de colza (Europa)	2,5	0,32
Etanol de celulose	2 a 36	0,09

Fonte: Bourne, Joel. Sueños Verdes. National Geographic Magazine (em español) oct. 2007.

É assim que nos EUA vem-se trabalhando no desenvolvimento da produção de álcool a partir da cana-de-açúcar, nas áreas em que o clima o permite. Outra tendência na pesquisa nos EUA é a de desenvolver tecnologia para a hidrólise da celulose, o que em uma segunda fase permitiria produzir álcool por fermentação, com base em materiais celulósicos diversos.

BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL

O etanol foi o primeiro biocombustível a entrar em produção comercial. Durante a Grande Depressão de 1930, começou-se a adicionar álcool na gasolina com o objetivo de reduzir as importações. Nos anos seguintes observava-se no Brasil um interesse latente pela possibilidade de utilizar diversos produtos agrícolas como combustíveis, mas os preços do petróleo e seus derivados permaneceram muito baixos e desestimularam diversas tentativas de substituição.

Foi só em 1973 e 1974, como consequência do embargo do petróleo pelo recém-criado cartel da OPEP, que o preço do petróleo teve um forte aumento (Primeiro Choque do Petróleo). O Brasil adotou

várias medidas tendentes a contornar a escassez de combustíveis, dentre as quais se destacam a decisão de promover a produção de etanol (Proalcool) para ser utilizado como combustível automotivo em forma pura, além de continuar com a mistura com a gasolina. O poder antidetonante do etanol possibilitava que ele substituísse o chumbo tetraetila na gasolina comercial, participando em proporção de até 25%.

A utilização do etanol como combustível foi inicialmente viabilizada pela concessão de subsídios para a produção. No final da década de 1970, havia uma proporção importante de carros movidos a álcool. Em 1979 e 1980 houve novas elevações nos preços do petróleo (Segundo Choque do Petróleo), as que conferiam maior competitividade à produção do etanol, consolidando o Proalcool. A indústria automobilística prestou seu apoio ao desenvolver motores adaptados, com materiais resistentes à corrosão, para utilizar o etanol em forma pura.

Em meados da década de 1980, a maioria dos carros novos vendidos no Brasil utilizava etanol puro (álcool hidratado), enquanto o etanol destinado à mistura com a gasolina (álcool anidro) era aproveitado em sua maioria pelos carros mais antigos. O álcool anidro é obtido a partir do álcool hidratado, submetido a um processo específico de eliminação total da água.

Os custos de produção do álcool foram reduzidos à medida que o setor de produção ganhava experiência com a tecnologia e as cadeias de abastecimento e de distribuição iam se organizando (economias de aprendizagem). O programa necessitou dos subsídios do governo apenas nos primeiros anos para ser economicamente viável. No entanto, já no final da década de 1980, a produção de etanol tinha suficiente eficiência, pelo aproveitamento das economias de aprendizagem, para poder prescindir dos subsídios.

Por esses anos (final da década de 1980) houve uma queda do preço do petróleo e de seus derivados, tirando parte do brilho da produção de álcool para combustível. Por sua vez, o açúcar aumentou de preço no mercado internacional, induzindo a uma maior produção de açúcar, o que desviava a cana da produção de álcool. A falta de álcool nos postos causou dificuldades aos cidadãos que haviam comprado carros a álcool, o que reorientou a demanda de carros novos em favor dos carros a gasolina.

O álcool tinha perdido competitividade pela queda do preço do petróleo e pela elevação do preço do açúcar. A venda de carros a álcool caiu para níveis muito baixos a partir de 2001. O Proálcool passou por períodos difíceis e parecia destinado ao fracasso. A reversão dessa tendência veio pela mudança tecnológica representada pelos carros bicombustível, cuja venda iniciou em 2003.

O motor *flex-fuel* representa uma mudança tecnológica que permite utilizar indistintamente etanol ou gasolina, afastando assim os temores de problemas no abastecimento. O usuário poderia escolher, no momento de abastecer, qual dos dois combustíveis preferia: a escolha seria pelo álcool sempre que o preço deste fosse 70% menor que o preço da gasolina. As vendas de carros *flex* foram um sucesso e já em 2005 eles representaram parcela relevante do total de vendas.

A competitividade do etanol brasileiro pode ser atribuída à eficiência da produção da matéria-prima. O elevado rendimento agrícola permite manter os custos baixos. O Brasil ajustou uma tecnologia adequada para a produção de cana em cada região, atingindo, em média, mais de 70 t por hectare, o que permite obter mais de 6.000 l de álcool. Por outra parte, os subprodutos surgidos durante a produção de álcool, apresentam alto interesse econômico, contribuindo para compensar os custos operativos.

Em particular, o bagaço da cana-de-açúcar é utilizado para queimar nas caldeiras da usina, o que permite que esta seja autossuficiente em energia para atender as necessidades do processamento da cana. No processo surge ainda um excedente de energia, que transformado em eletricidade pode ser vendido para as companhias distribuidoras (co-geração). Os resíduos da destilação podem ser utilizados, ainda, como adubo nas lavouras ou como alimento para animais em engorda.

Outro subproduto interessante é a folha da cana, que pode ser aproveitada sempre que não se utilize o sistema de queima do canavial antes do corte. A queima pode ser evitada com a colheita mecanizada. Ou seja, a mecanização

permitiria aproveitar a folha da cana: uma parte permaneceria no campo para garantir a cobertura do solo, enquanto outra parte poderia ser destinada à hidrólise com vistas à fermentação e à subsequente produção de álcool.

A competitividade do etanol brasileiro pode ser atribuída à eficiência da produção da matéria-prima. O elevado rendimento agrícola permite manter os custos baixos

O etanol brasileiro apresenta, assim, elevada competitividade e vem sendo exportado para os EUA, Europa, Japão, China e Índia. O comércio internacional de álcool deve enfrentar, no entanto, os protecionismos,

na forma de fortes taxas de importação, dos EUA (US\$ 0,14 por litro) ou da União Europeia (US\$ 0,24 por litro).

Outras matérias-primas para a produção de etanol, como o milho (utilizado nos EUA) ou a beterraba (utilizada na Europa), apresentam custos de produção bem mais elevados. Diferente é o caso do sorgo sacarífero, que ainda não está sendo utilizado como matéria-prima para o etanol, mas que desperta grande interesse para o futuro pelo seu elevado rendimento agrícola, assim como pela possibilidade de ser cultivado em áreas impróprias para a cana. Outras matérias-primas potenciais são a mandioca e a batata doce, que por sua natureza amilácea são potenciais produtoras de álcool.

O biodiesel é outro combustível obtido com base em matérias-primas de origem agrícola que teve seu desenvolvimento estimulado pelos choques do petróleo. O biodiesel é um substituto para o óleo diesel de petróleo, obtido com base em óleos vegetais ou do sebo de animais abatidos em frigoríficos. As substâncias gordurosas entram em combinação com álcoois como o etanol (transesterificação) e geram ésteres com características físicas e comportamento equivalentes aos do óleo diesel.

Os óleos vegetais aparecem, muitas vezes, como subprodutos de outros processos produtivos, como é o caso da produção do suplemento protéico, utilizado nas rações, a partir do grão de soja. A produção de biodiesel no Brasil apresentou inicialmente algumas dificuldades, especialmente em relação à organização das cadeias de produção e de distribuição. Espera-se que, como no caso do

etanol, o custo de produção venha a cair à medida que maior experiência seja acumulada, melhorando a competitividade.

Tabela 6
Área ocupada e produção de cana-de-açúcar no Brasil (projeções para 2030) – 2008/2030

Ano	Área	Produção
	(Mha)	(Mt)
2008	5,6	-----
2010	6,7	518
2020	10,6	849
2030	13,9	1140

Fonte: MME/EPE.

Ao comparar a extensão das terras da fronteira agrícola (90 Mha) com a área necessária para a produção de cana (13,9 Mha em 2030), observamos que a produção de culturas energéticas não reduziria significativamente a disponibilidade de terra para outras culturas.

Tabela 7
Projeções de produção de cana-de-açúcar no Brasil por grandes regiões

Região	Ano			
	(milhares de t/ano)			
	2010	2015	2020	2030
Brasil	518369	714975	849166	1141208
N	554	1076	1279	1718
NE	72206	113782	135137	181613
SE	349145	451749	536536	721060
SE	34996	48348	57422	77171
CO	61468	100020	118793	159647

Fonte: MME/PNE-2030.

Tabela 8
Oferta interna de energia – 2005/2030

	Ano			
	(em milhares de tep)			
	2005	2010	2020	2030
Energia não renovável	121349	159009	216007	297786
Petróleo e derivados	84553	97025	119136	155907
Gás natural	20526	37335	56693	86531
Carvão mineral e derivados	13721	20014	30202	38404
Urânio e derivados	2549	4635	9976	16944
Energia renovável	97314	119999	182430	259347
Hidráulica e eletricidade	32379	37800	54551	75067
Lenha e carvão vegetal	28468	28151	28069	30693
Cana-de-açúcar e derivados	30147	39330	69475	103026
Outras fontes primárias	6320	14718	30335	50561
Total	218663	279008	398437	557133

Fonte: Brasil, MME, Matriz Energética/2030/PNE-2030.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Em relação ao aquecimento global, será necessário um grande esforço coordenado do Brasil com outros países emissores, e para isto é necessário terminar com as queimadas na Amazônia, que representam 75% das emissões.

As previsões do Ministério de Minas e Energia são de que a oferta interna de energia seja expandida e diversificada até o ano 2030, ou seja, que novas fontes de energia, menos poluentes, deverão acrescentar-se às já tradicionais (BRASIL, 2008).

As previsões da indústria automobilística concordam com as do MME, tendo as montadoras manifestado sua disposição e sua capacidade para atender a demanda por veículos que utilizem combustíveis alternativos.

As expectativas em relação com cada biocombustível são:

- Etanol: continuará sendo o principal biocombustível brasileiro, mas passará por uma evolução técnica importante, incluindo a mecanização da colheita da cana, que já está bastante consolidada em algumas regiões. A mecanização da colheita permitiria evitar as queimadas, que são ambientalmente muito criticáveis, permitindo um manejo racional das folhas da cana, aproveitando uma parte como adubo orgânico e o restante como matéria-prima para a produção de álcool através da hidrólise da celulose, cuja liberação para utilização comercial é esperada para os próximos anos. A hidrólise da celulose permitirá utilizar uma gama muito grande de resíduos

vegetais como substrato do processo de fermentação, assim aumentando as possibilidades de produção de etanol. Com a utilização das folhas da cana, espera-se que a produção de álcool por hectare venha praticamente a duplicar.

- Biodiesel: espera-se também uma forte expansão de sua produção, com base na utilização de diversas matérias-primas. Junto aos óleos já testados, de soja, palma e algodão, ou do sebo bovino, poderão surgir novas matérias-primas de interesse, como o óleo de pinhão manso.
- H-Bio: este combustível, obtido pela Petrobras pela adição de óleo vegetal hidrogenado ao petróleo cru, antes do refino, permite obter um combustível de qualidade comparável à do diesel. A Petrobras possui três plantas de refino em condições de produzir o H-Bio e pretende habilitar, nos próximos anos, outras refinarias para desenvolver esse processo.

BIOCOMBUSTÍVEIS X ALIMENTOS

O Brasil apresenta atualmente uma proporção relativamente menor de sua área territorial sob exploração agrícola. Grandes extensões permanecem ociosas, sem ser exploradas de forma econômica e sem constituir áreas de preservação ambiental ou de florestas naturais. Uma parte dessas terras pode ser dedicada à produção de biocombustíveis, sem afetar a produção de alimentos ou de matérias-primas.

A explicação da existência de terras férteis e não cultivadas é a precariedade das vias de comunicação em algumas regiões de produção. Apenas nos últimos anos, foram construídas muitas estradas asfaltadas, ferrovias e hidrovias que permitem transportar, com segurança, insumos e produtos agrícolas oriundos de áreas novas.

As áreas que seriam necessárias para produzir as matérias-primas dos biocombustíveis representam uma proporção pequena do total das terras disponíveis para a agricultura. Portanto, a produção de biocombustíveis, que no caso da cana ocuparia 13,9 milhões de hectares, deveria ser compatível com a expansão da produção de alimentos e outros produtos agrícolas, já que a fronteira agrícola é de 90 milhões de hectares.

Tabela 9
Ocupação dos solos – Brasil

Tipo de uso ou ocupação	Mio ha	%
Floresta Amazônica, Áreas Prot. ¹	405	47,6
Áreas urbanas, vias, rios	20	2,4
Área disponível para prod. agrop.	366	43
Pastagens	210	24,7
Culturas temp. e permanentes	61	7,2
Florestas cultivadas	5	0,6
Fronteira agrícola	90	10,6
Outros usos	60	7,1
Total	851	100

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

¹ Mata Atlântica, Pantanal Mato-Grossense, terras indígenas, áreas de proteção formalmente constituídas.

Reafirmando a política conservacionista do Estado, a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) vem aplicando uma estratégia de moratória na comercialização da soja oriunda das áreas desflorestadas do bioma Amazônia.

ASPECTOS AGRONÔMICOS DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

As técnicas agrícolas de produção condicionam o rendimento das culturas e sua manutenção no longo prazo, determinando, assim, a possibilidade de manter os custos totais em níveis baixos. Nesse sentido, parece importante ressaltar, inicialmente, que cada cultura só encontra condições ótimas dentro de uma região específica, ou seja, que o zoneamento agrônomico deverá ser respeitado se o objetivo for o de atingir níveis elevados de eficiência e competitividade.

No entanto, o zoneamento não é rígido, já que o desenvolvimento de novos cultivares, ou de novas práticas culturais, pode possibilitar a expansão para regiões novas. A utilização de certos insumos, como fertilizantes ou agroquímicos, pode permitir a expansão das culturas para novas regiões.

Outro princípio básico da produção agrícola é que as monoculturas devem ser evitadas, já que elas elevam o risco da produção, principalmente pela incidência de pragas e doenças. No seu lugar devem ser praticadas rotações de culturas, ou seja, sequências plurianuais, planejadas com o intuito de atingir altos rendimentos por hectare, de forma sustentada.

Os sistemas de produção adotados devem levar em consideração as interações entre as atividades produtivas, agrícolas e industriais, com o objetivo de reduzir os custos totais de produção e aproveitar as eventuais complementaridades presentes. As instalações de beneficiamento devem manter níveis elevados de ocupação para operar eficientemente.

De acordo com as metas propostas no PNE 2030, a matriz energética deverá oferecer uma quantidade maior de energia, com uma maior diversificação: os biocombustíveis deverão apresentar uma ponderação maior que a atual no ano de 2030.

O consumo final de energia (em milhões de toneladas equivalentes de petróleo) passará de 106 Mtep em 2005, para 483 Mtep em 2030. A produção doméstica de petróleo deverá aumentar até 2.800 milhares de barris por dia em 2010, estabilizando nesse patamar até 2030 (EPE). No período 2000 a 2030, a produção deverá superar o consumo. Entre 2010 e 2030 deverão entrar em funcionamento sete novas refinarias da Petrobras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aquecimento global é um problema extremamente sério que vem se manifestando desde vários anos atrás. Já em 1990, foram detectadas manifestações do problema e propostas algumas soluções (FLAVIN, 1990), as quais, no entanto, não foram aplicadas.

Os programas de biocombustíveis no Brasil têm por objetivo a substituição parcial dos combustíveis fósseis, assim contribuindo para minimizar a produção de gases do efeito estufa. Esses programas devem, ao mesmo tempo, permitir o desenvolvimento econômico e favorecer a independência energética do país, contribuindo para a receita de divisas e para melhorar a renda dos agricultores, sem prejudicar a oferta de alimentos.

1. A concorrência com a produção de alimentos não constitui um problema, porque o Brasil possui vastas extensões de terras férteis,

ainda sem aproveitamento agrícola. A produção de alimentos e outras matérias-primas pode ser aumentada simultaneamente com a produção de biocombustíveis.

[...] os biocombustíveis poderão fazer uma grande contribuição para a manutenção de condições ambientais favoráveis, retirando um maior volume de CO₂ da atmosfera que aquele liberado no momento da combustão

2. A relação de preços entre o barril de petróleo e o álcool ou os óleos vegetais determina a vantagem de produzir biocombustíveis. Os biocombustíveis ficam mais vantajosos à medida que o petróleo aumenta seu preço relativo.

3. O balanço de CO₂ dos biocombustíveis é favorável ao controle do efeito estufa, sempre que a produção seja conduzida dentro de níveis elevados de eficiência. O CO₂ fixado pela fotossíntese na fase de produção agrícola permite aos vegetais construir seus diversos órgãos, sendo que apenas alguns desses tecidos participam da síntese dos biocombustíveis, enquanto as restantes partes do corpo dos vegetais ficam nas terras de agricultura para serem incorporadas ao solo. Assim, os biocombustíveis poderão fazer uma grande contribuição para a manutenção de condições ambientais favoráveis, retirando um maior volume de CO₂ da atmosfera que aquele liberado no momento da combustão.

4. Os biocombustíveis podem ser produzidos com eficiência ainda em escala reduzida, o que facilita a produção para uso local, aproveitando as matérias-primas disponíveis, poupando nos fretes do combustível. A produção dos biocombustíveis dá origem a uma renda agrícola adicional, fortalecendo a receita da pequena agricultura.

5. Os biocombustíveis deverão contribuir para o equilíbrio do balanço de pagamentos, já que podem ser exportados, ou, caso eles sejam aproveitados internamente, substituiriam os derivados do petróleo, reduzindo as importações.

6. Os biocombustíveis deverão contribuir para a diversificação da matriz energética brasileira, melhorando a estabilidade do abastecimento de energia.

7. A sustentabilidade da produção econômica dos biocombustíveis depende da manutenção da eficiência produtiva a longo prazo e da preservação da melhora da fertilidade do solo agrícola, exigindo técnicas agrônômicas eficientes e adaptadas às condições regionais.
8. A organização das cadeias de produção e de comercialização dos biocombustíveis deverá contemplar o aproveitamento dos subprodutos, com o objetivo de melhorar a vantagem econômica da produção.
9. A expansão da população deverá ser controlada e mantida a taxas baixas, incluindo a condução de programas de controle da natalidade, para evitar que a elevação da renda associada ao programa de biocombustíveis venha a estimular uma maior expansão da população, evitando assim um maior impacto ambiental. É necessário tentar a antecipação da estabilização demográfica no Brasil, prevista pelo IBGE para 2040.
10. O programa de controle do desmatamento por queimadas deve ser reforçado, assim como os programas de reflorestamento, já que as florestas jovens, em crescimento, são os mais eficientes agentes de fixação do CO₂ (fotossíntese).

REFERÊNCIAS

- BOURNE, Joel. Sueños Verdes. *National Geographic* (em español), oct. 2007.
- BRASIL. Decreto nº. 6.263, de 21 de novembro de 2007. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudanças do Clima, e dá outras providências. *Lex: coletânea de legislação e jurisprudência*. São Paulo, ano 71, nov. 2007.
- BRASIL. Programa Nacional de Energia para 2030. EPE, MME, 2008.
- BRITO, Fausto. *A transição demográfica no Brasil: as possibilidades e desafios para a economia e a sociedade*. [Belo Horizonte: UFMG / CEDEPLAR, 2007. (Texto para discussão, n. 318).
- EHRlich e EHRlich. *A explosão demográfica*. Salvat, 1993.
- FLAVIN, Christopher. Desacelerando o Aquecimento Global. In: BROWN, Lester. *Salve o Planeta*. Worldwatch Institute. Ed. Globo, 1990.
- IBGE. *Projeção da População Brasileira para 1-VII de 2050* (revisão 2008).
- LOVELOCK, James. *La venganza de la Tierra*. Buenos Aires: Ed. Planeta., 2007.
- MIELNIK, Otávio, Competição e Transformações. *Conjuntura Econômica*, FGV, dez. 2008.
- RODRIGUES, R., MENDONÇA DE BARROS, A.; CARVALHO, L. Carro Flexível Aquece o Álcool. *Conjuntura Econômica*, FGV, dez. 2008.

Consumo e fatores ambientais: um estudo a partir do biodiesel

Francis José Pereira^A
Mônica de Moura Pires^B

Resumo

Este trabalho identifica e traça o comportamento do consumidor de biodiesel, de forma que essas informações possam auxiliar na elaboração de políticas públicas para o setor. Entre junho e outubro de 2007, foram entrevistados 850 caminhoneiros que trafegavam na rodovia BR 116 no trecho que corta a cidade de Vitória da Conquista, na Bahia. De acordo com os entrevistados, a questão ambiental não influencia na decisão de consumo do biodiesel. Além disso, a maioria dos entrevistados desconhecia o que era biodiesel, apesar de abastecer seu veículo com esse combustível. Os resultados obtidos demonstram que são relevantes as ações educativas junto à população, a fim de salientar mais fortemente os aspectos ambiental e social que envolvem a produção de biodiesel, criando uma demanda mais sustentável. Tais medidas consolidam um mercado e estimulam um novo padrão de consumo no país.

Palavras-chave: Biocombustível. Comportamento do consumidor. Demanda. Comercialização.

Abstract

This work identifies and outlines biodiesel consumers' behaviour so that this information is able to help in preparing public policies for the sector. 850 lorry drivers that used the BR-116 highway on the section that cuts through the town of Vitória da Conquista in Bahia were interviewed between June and October 2007. According to those interviewed, the environmental question did not influence their decision to use biodiesel. Apart from this, the majority of those interviewed did not know what biodiesel was, despite using this fuel in their vehicles. The results obtained show that educational actions together with the population are appropriate, in order to give a greater emphasis to environmental and social aspects involving biodiesel production and so creating a more sustainable demand. Such measures consolidate the market and stimulate a new consumer standard in the country.

Keywords: Biofuel. Consumer behaviour. Demand. Marketing.

INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, que significou um marco importante para o desenvolvimento da humanidade, inicia-se um dos períodos mais relevantes do aumento da poluição da atmosfera produzida pelo homem. Os gases oriundos dos processos produtivos, como a queima do carvão mineral, que era naquela época a principal fonte de energia para as máquinas, contribuíram para que na segunda metade do século XX a qualidade

do ar afetasse a vida das pessoas, principalmente nas grandes cidades. Esse contexto contribuiu para a realização de diferentes eventos cuja proposta principal era discutir a poluição ambiental e sua influência no cotidiano das pessoas.

Mais recentemente, a publicação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) trouxe à discussão questões relacionadas à preservação do meio ambiente, que ao longo da última década vem sendo fortemente debatida pela comunidade mundial. Mais uma vez o uso dos recursos naturais como forma de garantir a sobrevivência das gerações futuras é o tema mais relevante dessas discussões. A cada relatório oficial divulgado nos meios de comunicação, travam-se novas discussões na sociedade civil, em instituições públicas, privadas e organizações não governamentais. No entanto,

^A Doutorando em Planificación Territorial y Gestión Ambiental pela Universidade de Barcelona (UB), Espanha; mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (Prodema), mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); professor auxiliar do Departamento de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). consultoriaapontoplus@yahoo.com.br

^B Doutora e mestre em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); professora titular do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). mpirez@uesc.br

poucas são as transformações observadas no mundo real ou mesmo na adoção de políticas públicas que resultem efetivamente em mudanças relevantes para os problemas ambientais observados.

Dentro das temáticas que procuram produzir novos paradigmas em relação ao desenvolvimento sustentável, ganha destaque na comunidade científica mundial aquelas em torno da redução da emissão dos gases provocadores do efeito estufa (GEE) na atmosfera. Nestes debates em torno dos GEE destaca-se, principalmente,

a interferência antrópica no clima. Segundo Cano (1998), a fonte de todos os bens é a natureza; é dela que o homem obtém todos os bens naturais e dela provém as fontes primárias de energia. Para este autor há três grupos de recursos da natureza utilizados pelo homem: o primeiro referente ao solo e subsolo, que fornecem ao homem os vegetais e os minerais; o segundo diz respeito aos recursos hidrológicos, fornecedores de água e energia, alimentos, matérias-primas e vias de transporte; e o último, o clima, que na sua visão propicia e condiciona a cultura de determinadas espécies vegetais e animais.

Ao longo do desenvolvimento da humanidade houve uma busca permanente dos grupos sociais em obter produtos que atendessem às suas necessidades básicas de sobrevivência. Com o avanço das civilizações, as suas necessidades passam a contemplar outras categorias de necessidades, tornando-se cada vez mais ilimitadas. Assim, os desejos do homem contemporâneo se ampliam para além do alimento, como roupa, abrigo, transporte, saúde, educação, lazer etc., como forma de manutenção na sociedade, bem como de pertencimento a determinado grupo social. Nesse sentido, a busca permanente pela satisfação das necessidades faz com que o homem desenvolva mecanismos e processos produtivos para que possa responder a essas demandas.

Pari passu a esse processo evolutivo foram desenvolvidos processos administrativos, ainda que de forma rudimentar, que contribuiriam de forma

relevante para a consolidação da industrialização. Segundo Maximiano (apud CARVALHO; ANDRADE, 2000), o ato de administrar é uma prática que existe desde os primeiros agrupamentos humanos, e a moderna teoria geral da administração representa

Nesse processo de industrialização e estímulo ao consumo, a ação do homem na natureza implicou em alterações relevantes no meio ambiente e, atualmente, tal inferência e intervenção passou a colocar em risco a sua própria existência no planeta

a formulação desses conceitos que surgiram e vêm se aprimorando há muito tempo. Salienta ainda que, até então, a maioria dos administradores operou com tentativas e erros, sobretudo pela falta de uma teoria formal da administração, sendo que as primeiras tentativas de sistematização

e formalização aconteceram basicamente ao final do século XIX, início do século XX.

Com as novas tecnologias e os processos administrativos direcionados para a substituição do empirismo nos processos, começa a aumentar a eficiência da produção. Cada vez mais insumos eram transformados em produtos para atender às necessidades do mercado. Quanto mais mercadorias eram produzidas, mais se acirrava a competição entre empresas e mais se procurava estimular o consumo; conseqüentemente, mais recursos naturais eram demandados. Na sequência desse processo, uma das ferramentas fundamentais adotadas pela administração foi o *marketing*¹, com objetivo de sistematizar e direcionar as ações mercadológicas das firmas.

Assim, apenas produzir não garantia o consumo, uma vez que os consumidores passaram a ter possibilidades de escolha face à concorrência no mercado. O que antes era realizado para atender as necessidades essenciais dos indivíduos passa a ser objeto de estímulo ao consumo, evidenciando-se os primeiros sinais da sociedade consumista estimulada principalmente pelas estratégias de *marketing*. Nesse processo de industrialização e estímulo ao consumo, a ação do homem na natureza implicou em alterações relevantes no meio ambiente e, atualmente, tal inferência e intervenção passou a colocar em risco a sua própria existência no planeta.

¹ Considera-se que o conceito de *marketing* surgiu na década de 1950, quando a industrialização acirrou a competição entre as empresas, impondo novos desafios pela disputa dos mercados.

Diante dessa “exigência do mercado” ocorre o aumento da emissão dos GEE em razão do aumento da queima de combustíveis fósseis e de biomassa utilizados nos processos produtivos e ou de consumo. Um exemplo desse tipo de influência antrópica é a indústria automobilística, que contribui para emissão de CO₂ na atmosfera, tanto no seu processo produtivo quanto na utilização dos seus produtos pelos consumidores. Atualmente, o Brasil conta

com uma frota de 42,3 milhões de veículos (dados do Departamento Nacional Trânsito – Denatran para o ano de 2006), divididos entre automóvel, bonde, caminhão, caminhão trator, caminhonete, camioneta, chassi plataforma, ciclomotor, micro-ônibus, motocicleta, motoneta, ônibus, quadriciclo, reboque, semirreboque, *sidecar*, trator de esteira, trator de rodas, triciclos e utilitários. O país está entre os dez maiores produtores mundiais de veículos, e segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), esse setor possui expressiva participação no Produto Interno Bruto (PIB) Industrial do Brasil.

O desempenho de mercado da indústria automobilística contribui fortemente com a emissão dos GEE em todo o mundo, seja no seu processo produtivo ou pela utilização dos produtos oriundos das suas atividades. Por outro lado, a atenção dos pesquisadores volta-se para a busca de fontes alternativas de energia que possam contribuir para a redução desses gases na atmosfera. Dentre essas fontes, o biodiesel desponta neste novo cenário econômico e, no caso brasileiro, também é visto como um produto que contribuirá para o desenvolvimento do país.

Nos últimos anos, as questões ambientais passaram a ser o ponto fundamental no enfoque de alternativas energéticas menos poluentes, pois a mudança de paradigma de produção e consumo provoca também efeitos importantes sobre a geração de emprego e renda para a população, bem como seus impactos sobre a cadeia alimentar. Para Hinrichs e Kleinach (2003), os benefícios ambientais decorrentes do processo de produção do biodiesel estimulam direta e indiretamente a geração de emprego e renda, especialmente pela possibilidade de

inserção de regiões pouco desenvolvidas do país.

O governo brasileiro, desde a década de 1920, através do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), vem desenvolvendo estudos para avaliar a viabilidade da utilização de óleos vegetais como combustível. Apesar da suspensão das pesquisas e da falta de incentivo governamental, que atrasaram a produção e uso dessa fonte de energia, em dezembro de 2004, com o Programa Nacional de Pro-

dução e Uso de Biodiesel (PNPB) se retomam as discussões e colocam-se novamente em foco a produção e a comercialização do biodiesel no país. Assim, a partir desse programa, retomam-se as discussões iniciadas na década de 1960, incorporando além dos aspectos econômicos, os de cunho social e ambiental, ampliando assim a abrangência da produção de biocombustíveis.

Nesse sentido, este trabalho propõe ampliar a discussão sobre a temática biodiesel, evidenciando, principalmente, os aspectos relacionados a questões ambientais e de consumo que podem afetar a consolidação do PNPB a partir de pesquisa de campo junto aos caminhoneiros, que são os principais consumidores de biodiesel.

METODOLOGIA

Considerando-se que o diesel é um dos combustíveis mais consumidos no Brasil, seja para o escoamento da produção, seja para a oferta de serviços de transporte de pessoas, definiu-se como público-alvo deste estudo o consumidor de diesel que utiliza o veículo caminhão nas suas diferentes variações. Assim, o universo desta pesquisa é formado por todos os caminhoneiros, sejam autônomos, terceirizados ou empregados de empresas transportadoras de mercadorias. A área de estudo localiza-se na cidade de Vitória da Conquista, sudoeste da Bahia, no trecho que a corta a rodovia BR 116. A escolha desse trecho deveu-se à grande circulação de caminhões de diferentes regiões do país.

Segundo Lopes (2003), a área urbana da cidade está entre dois grandes eixos rodoviários. No sentido norte-sul, a BR 116 (Rio-Bahia)

Nos últimos anos, as questões ambientais passaram a ser o ponto fundamental no enfoque de alternativas energéticas menos poluentes

permite o acesso tanto ao Centro-Sul como ao Norte e Nordeste. No sentido leste-oeste, a BA 415 (sentido Itabuna) permite o acesso ao litoral, e a BA 262 (sentido Brumado) permite acesso ao oeste do estado e é a principal rota de entrada da região Centro-Oeste do país. Dentro desse eixo rodoviário, a BR 116 funciona como centro de direcionamento das rotas de carga. É nela que se concentram os principais postos de “paradas” e apoio aos caminhoneiros.

Na escolha do local de coleta dos dados, utilizou-se como critério a infraestrutura disponível oferecida aos caminhoneiros pelos postos de combustível localizados à margem da BR. Após esse procedimento, selecionaram-se dois estabelecimentos. O primeiro, denominado Pé da Serra, além da estrutura de abastecimento e serviços complementares tem instalado na sua área uma unidade do Sest/Senat, que oferece serviços médicos e odontológicos, além de recreação. O outro, conhecido como Posto São Jorge, é um dos preferidos dos caminhoneiros por sua estrutura de apoio como segurança, serviço bancário, banheiros, restaurante, farmácia, cabeleireiro, mecânica, borracharia e controle de acesso. Nesse posto cerca de 400 caminhões realizam paradas diariamente, sendo que boa parte dos caminhoneiros, também por motivo de segurança, pernoitam neste local. Em função do grande fluxo de veículos nesse posto, decidiu-se realizar ali a maioria das entrevistas. Ademais, circulam caminhoneiros oriundos de diferentes cidades do Brasil, e a estrutura disponibilizada permitiu ao entrevistador realizar as entrevistas de forma mais segura.

Para o levantamento de dados secundários utilizou-se o método exploratório e para a pesquisa de campo utilizou-se a pesquisa descritiva. Como técnica de coleta de dados foi utilizada a entrevista pessoal por acessibilidade. Após analisar o perfil da amostra, optou-se pela entrevista estruturada. Foi elaborado um questionário com perguntas abertas e fechadas, a fim de que os dados pudessem representar mais adequadamente o objeto de análise, conforme descrito em Gil (1994). O tempo médio de cada entrevista foi de 10 minutos e as entrevistas foram feitas no período de junho a outubro de 2007. Os dados

coletados foram tabulados em planilha de *excel* e submetidos a análises da estatística descritiva. O programa utilizado para processamento dos dados foi o SPSS versão 11.5 *for Windows*.

O tamanho da amostra foi de 850 entrevistados, erro amostral de 2,7% e nível de confiança de 90%. Utilizou-se a técnica de amostragem aleatória simples sem reposição, a fim de que cada indivíduo fosse entrevistado uma única vez. O dimensionamento da amostra se deu utilizando a expressão do conceito de população infinita (COSTA NETO, 2000), dado que se desconhecia a quantidade de caminhoneiros que circulava na área delimitada neste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao gênero dos entrevistados, verificou-se que todos são do sexo masculino, o que demonstra que a profissão de motorista de caminhão é quase exclusivamente exercida por indivíduos do sexo masculino. Desse total, 77,8% são casados, 18,4% solteiros, 0,5% viúvos e o restante, 3,4%, responderam a outras classificações, como “juntado”, divorciado, “amasiado” e “largado”. Pelo fato de a maioria ser de casados, em algumas ocasiões, observou-se a presença da esposa e, até mesmo, dos filhos nas viagens, transformando a boléia² em uma extensão da própria casa. Percebeu-se, também, que em algumas situações as esposas dos motoristas autônomos assumiam a responsabilidade de controlar as finanças, chegando a influenciar nos gastos com diesel e em outras despesas com o caminhão. No entanto, não representaram uma quantidade relevante do universo pesquisado.

Dos entrevistados, 19,2% estão na faixa etária de 31 a 35 anos e 17,6%, entre 36 e 40 anos. Esses percentuais mostram que, na faixa de idade de 31 a 40 anos, o percentual atinge 36,8%, evidenciando a importância dessa faixa etária na adoção de estratégias mercadológicas em torno do biodiesel. As demais referências de idade foram: 4,4% de 18 a 25 anos; 15,3% de 26 a 30 anos; 11,8% de 41 a 45 anos; 12,1% de 46 a 50 anos; 11,2% de 51 a 55 anos; 7,2%

² Termo que identifica a cabina do motorista.

de 56 a 60 anos; e 1,2% dos entrevistados com idade superior a 60 anos. No que diz respeito ao nível de instrução, 74% têm o ensino fundamental e 24,8%, o ensino médio; os demais são analfabeto (0,4%), não respondeu (0,1%) e superior 0,7%.

Pelo fato de atingir praticamente todos os pontos do território brasileiro, as empresas ou profissionais autônomos investem em veículos com capacidade de percorrer longas distâncias e assim atender a demanda por esse tipo de serviço. A maioria dos entrevistados é do Sul e Sudeste do Brasil, especialmente de Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo (Gráfico 1).

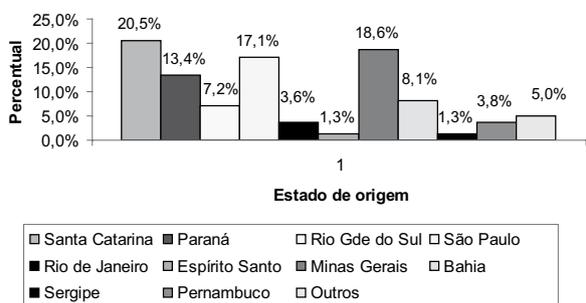


Gráfico 1
Estado de origem dos caminhoneiros
Vitória da Conquista – Bahia – 2007

Fonte: Pesquisa de campo.

De acordo com 98% dos entrevistados, a atual situação das estradas contribui diretamente para um consumo maior de diesel, pois há muitos buracos ou irregularidades na pista. Além disso, a infraestrutura inadequada em diversos trechos das rodovias brasileiras afeta o desempenho do veículo. Essas condições provocam aumento no custo do frete para escoamento da produção em localidades que apresentam esses fatores.

Assim, as médias mensais de consumo de diesel dos veículos dos entrevistados são maiores nas faixas entre 3 e 5 mil litros (23,5%) e de 5 a 7 mil litros (28,1%) (Gráfico 2). De acordo com os pesquisados, o consumo poderia ser diminuído se houvesse melhor infraestrutura das estradas. Ademais, maior consumo de combustíveis não-renováveis provocam maiores índices de poluição ambiental. A partir dessa questão verificam-se também outros fatores que são relevantes para

a análise: a condição dos veículos, a forma de se dirigir, o peso da carga, as distâncias percorridas pelos veículos e a relação com o consumo de diesel. Essas questões são fundamentais para as discussões de políticas ambientais, uma vez que também impactam a emissão de CO₂ na atmosfera.

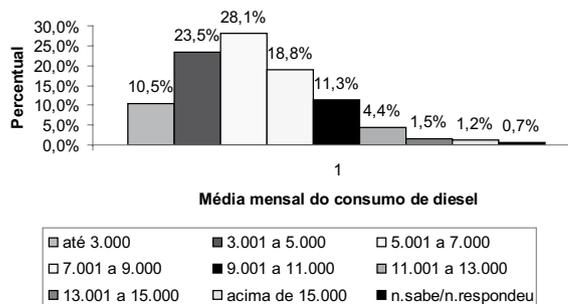


Gráfico 2
Média mensal de consumo de diesel dos entrevistados – Vitória da Conquista Bahia – 2007

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Dentro do segmento de transporte de cargas existem profissionais autônomos, terceirizados e empregados de empresas transportadoras ou produtoras de bens e serviços. Na amostra, o que predomina são os indivíduos com vínculo empregatício, com 64,4% das respostas, seguido por 35% de autônomos, e o restante (0,6%), terceirizado.

Durante as entrevistas, a maioria, principalmente os autônomos, disse que procura controlar o consumo do veículo a fim de garantir sua rentabilidade. Por outro lado, acrescentaram que é muito importante conhecer a “média do diesel”³, pois no caso de empresas, os desempenhos do motorista e do caminhão interferem no seu reconhecimento junto ao empregador. Ou seja, o motorista que consegue uma “média do diesel” dentro dos padrões estabelecidos pela empresa recebe uma recompensa na forma de incentivos.

Verifica-se, assim, que a questão ambiental não é fator relevante para a tomada de decisão de consumo desses indivíduos. Desempenho e economia são

³ Termo empregado pelos motoristas que diz respeito ao consumo de diesel por quilômetro rodado.

prioridades, seja em função do incentivo recebido, seja pela economia nas despesas, especialmente para os autônomos. Dessa forma, políticas ambientais junto a empresas transportadoras se tornam relevantes face aos fatores descritos.

Procurando-se identificar o nível de conhecimento dos entrevistados quanto ao biodiesel, observou-se que 26,8% dos caminhoneiros não sabem o que é esse combustível, 18,7% responderam que é óleo de mamona, 8,8% que é de origem vegetal, 8,2% que polui menos e as demais respostas, 37,5%, apresentaram definições diversas. A partir desses dados, percebe-se a falta de informação a respeito de um produto consumido por eles. É importante salientar que, em certa medida, as respostas refletem a divulgação que foi feita a respeito da mamona na mídia como matéria-prima na produção de biodiesel.

Em relação à poluição do meio ambiente com base na utilização do diesel como combustível, 78% dos entrevistados acreditam que o diesel provoca algum tipo de poluição, 17,6% responderam não provocar, 4,3% informaram que não sabem e 0,1% não responderam à questão. Percebe-se que os entrevistados demonstram desconhecimento a respeito do assunto. Mesmo assim responderam acreditar que provoca danos ao meio ambiente, mas não sabem relacionar que tipo de dano seu uso poderia provocar ao veículo.

Ficar na estrada, seja pela qualidade inferior do diesel, seja pela falta de manutenção do motor, é sinônimo de prejuízo para o caminhoneiro. Com base nessa informação procurou-se compreender e identificar quais ações os motoristas adotavam a fim de reduzir a poluição ambiental decorrente do uso do diesel. De acordo com as respostas, verifica-se que independente da condição do motorista, autônomo ou de empresa, 95,6% responderam que realizam manutenção periódica do veículo. No entanto, 2,9% justificaram esse procedimento como forma de reduzir a emissão de poluentes do diesel e 1,5% para diminuir os impactos ambientais. Agregando-se esses dois percentuais (4,4%) pode-se observar que as questões ambientais não

são fundamentais para a realização dessa atividade (Tabela 1). A maioria, 33,1%, indicou motivos associados ao funcionamento do veículo (fumaça do motor e segurança). Ter o motor “fumaçando” indica que o combustível pode ter sido adulterado (de “bandeira ruim”⁴) e, portanto, a preocupação principal é com a eficiência do motor e não com questões de ordem ambiental.

Observa-se então que o caminhoneiro ou a empresa de transporte tem como preocupação central a lucratividade do negócio e, em segundo plano, a consciência ambiental. Os caminhoneiros, autônomos ou terceirizados, também não priorizam as questões ambientais, muito provavelmente pelos custos envolvidos e pela dificuldade de acesso à informação, uma vez que a divulgação midiática de questões que envolvem o meio ambiente nem sempre emprega uma linguagem de fácil compreensão. Ademais, como salientado, o nível de instrução dos entrevistados, em termos de tempo na escola, é de oito anos, o que também acaba influenciando e muitas vezes limitando o acesso a informações. No Brasil, somente com a promulgação da Constituição Federal de 1998 é que o meio ambiente apareceu pela primeira vez como um direito fundamental da pessoa humana.

Observa-se então que o caminhoneiro ou a empresa de transporte tem como preocupação central a lucratividade do negócio e, em segundo plano, a consciência ambiental

Tabela 1
Relação de motivos relatados pelos caminhoneiros para realizarem revisão no motor do veículo Vitória da Conquista – Bahia – 2007

Relação de motivos	% de resposta
Fumaça do motor e segurança	33,1
Aumentar a vida útil do motor	18,7
Reduzir o desgaste do veículo	15,5
Economizar combustível	13,2
Melhorar o desempenho do motor	11,2
Não faz manutenção	3,9
Reduzir a emissão de poluentes do diesel	2,9
Diminuir os impactos ambientais	1,5
Total	100,0

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

⁴ Termo utilizado entre os caminhoneiros para identificar as marcas de combustíveis não confiáveis, pois adulteram o diesel com outros produtos químicos.

Verificou-se que apenas 4,4%, entre todos os níveis de instrução dos motoristas, indicaram que fazem revisão do motor em função de preocupação com questões ambientais (Tabela 2). No entanto, os fatores de maior influência na tomada dessa decisão são, basicamente, a melhoria do desempenho, a redução do desgaste do motor, a economia de combustível e o aumento da vida útil do motor.

Todos os itens relatados pelos entrevistados estão relacionados diretamente às despesas dos caminhoneiros ou das empresas de transporte. Como os fatores ambientais analisados não são determinantes para a manutenção preventiva no motor, verifica-se

assim a importância da educação ambiental na conscientização de medidas que amenizem a poluição ambiental. Somando-se as respostas daqueles que têm o nível de instrução fundamental com os de nível médio e superior, 9,8% indicam o fator preservação ambiental como principal motivo para uso do biodiesel. As demais respostas estão associadas ao desempenho do veículo e redução dos custos com os deslocamentos, haja vista que o fator preço é um dos que mais influencia na decisão de uso do biodiesel, na escolha do consumidor.

De acordo com a Tabela 3, preservar o meio ambiente não é motivo principal para o uso de biodiesel.

Tabela 2
Relação entre nível de instrução dos caminhoneiros e motivos para realizar revisão no motor do veículo
Vitória da Conquista – Bahia – 2007

Fatores	Nível de instrução				
	Analfabeto	Fundamental (até 8ª série)	Médio	Superior	Não sabe
Reduzir a emissão de poluentes do diesel	0,0%	1,5%	1,4%	0,0%	0,0%
Reduzir o desgaste do motor	0,0%	11,6%	3,9%	0,0%	0,0%
Diminuir os impactos ambientais	0,0%	1,4%	0,1%	0,0%	0,0%
Melhorar o desempenho do motor	0,0%	9,2%	1,9%	0,1%	0,0%
Economia de combustível	0,1%	8,8%	4,2%	0,0%	0,0%
Aumentar a vida útil do motor	0,1%	13,4%	5,2%	0,0%	0,0%
Outros fatores	0,1%	24,5%	7,8%	0,6%	0,1%
Não sabe	0,0%	3,5%	0,4%	0,0%	0,0%
Total	0,3%	74,0%	24,9%	0,7%	0,1%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Tabela 3
Relação entre nível de instrução dos entrevistados e motivo para utilizar biodiesel
Vitória da Conquista – Bahia – 2007

Fatores	Nível de instrução				
	Analfabeto	Fundamental (até 8ª série)	Médio	Superior	Não sabe
Desempenho	0,0%	3,3%	1,3%	0,0%	0,0%
Economia	0,0%	2,2%	1,1%	0,0%	0,0%
Preço	0,1%	23,6%	9,4%	0,1%	0,1%
Influência de amigos	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%
Propaganda	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
Preservar o meio ambiente	0,0%	5,4%	4,0%	0,4%	0,0%
Disponibilidade do produto	0,1%	2,5%	0,9%	0,0%	0,0%
Obrigatoriedade	0,0%	2,1%	0,7%	0,0%	0,0%
Decisão da empresa	0,0%	2,9%	0,9%	0,0%	0,0%
Outro	0,0%	6,2%	1,8%	0,0%	0,0%
Sem resposta	0,1%	25,1%	4,4%	0,2%	0,0%
Total	0,3%	74,0%	24,9%	0,7%	0,1%

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

A maioria das respostas refere-se a desempenho e economia, evidenciando assim o grande desafio que é a elaboração de políticas públicas que permitam àquele que está diretamente afetado poder compreender e se sentir participe desse processo de transformação na dinâmica de produção e consumo. Nesse contexto, é relevante que as questões ambientais sejam incluídas sob a forma de educação ambiental até mesmo obrigatória nas instituições de ensino do Brasil, pois as ações em torno da preservação ambiental dependem, principalmente, da conscientização da população.

CONCLUSÕES

O biodiesel como fonte de energia renovável poderá contribuir e muito para a preservação ambiental. Mas para atingir esse objetivo é necessário considerar as diferentes variáveis que afetam o seu consumo, especialmente conhecendo aquele que irá adquirir o produto.

Os resultados mostram que a questão ambiental não influencia os consumidores na decisão do consumo e a escolha, ou falta dela, centra-se no preço ou na obrigatoriedade do consumo que ocorreu a partir de janeiro de 2008.

Entende-se, portanto, que é fundamental um estudo a respeito dos consumidores-alvo de biodiesel a fim de que se adotem medidas de política que beneficiem o uso de tal combustível. É preciso investir na educação ambiental para que as futuras gerações saibam de fato quais são os benefícios do uso de energias renováveis, tornando mais eficaz os resultados de programas dessa natureza.

Por outro lado, os indicativos de comportamento, as análises e as discussões realizadas neste trabalho poderão despertar novas pesquisas em torno desta questão. As abordagens sobre o desenvolvimento econômico, o consumo de energia, o meio ambiente, as estratégias de *marketing* e o comportamento dos consumidores têm em comum o caráter multidisciplinar e, portanto, não se esgotam neste estudo. Acredita-se que o PNPB está alcançando seus objetivos de forma lenta, pois o atingimento das metas inicialmente traçadas depende sobremaneira de diferentes áreas do conhecimento que tornem possível viabilizar o biodiesel mais rapidamente. Nesse sentido, pesquisas dessa

natureza são relevantes, pois procuram compreender o comportamento do consumidor a fim de definir estratégias de *marketing* mais eficientes, direcionadas não apenas a estimular o consumo, mas a tornar o indivíduo mais consciente dos aspectos ambientais que envolvem a produção e consumo dos bens.

REFERÊNCIAS

- ANFAVEA. Indústria Automobilística Brasileira - 50 anos. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/50anos/indice.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2007.
- CANO, W. *Introdução à economia: uma abordagem crítica*. São Paulo: Fundação Editora UNESP, 1998.
- CARVALHO, F. de M.; ANDRADE, J. G. de. *Fundamentos de administração*. Lavras: UFLA/FAEP, 2000. 72 p.
- COSTA NETO, P. L. de O. *Estatística*. São Paulo: Edgar Blucher, 2000.
- DIAS, R. *Marketing ambiental: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios*. São Paulo: Atlas, 2007.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- HINRICHS, R. A.; KLEINACH, M. *Energia e meio ambiente*. 3. ed. São Paulo: Pioneira Thomsons Learnig, 2003.
- LOPES, R. P. M. *Universidade pública e desenvolvimento local: uma abordagem a partir dos gastos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia*. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2003.

Prospecção tecnológica do biodiesel no estado da Bahia: panorama atual e perspectivas na geração e apropriação de conhecimento

Cristina M. Quintella^{A*}

Pedro R. C. Neto^{B**}

Rosenira S. da Cruz^C

José Adolfo de Almeida Neto^D

Sabrina F. Miyazaki^{E***}

Marilú P. Castro^F

Resumo

Revisão contextualizada das ações, resultados e potencial no estado da Bahia em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) da cadeia produtiva do biodiesel, uma avaliação de início de curso das ações de biodiesel na Bahia em termos de financiamento de projetos, geração de conhecimento e apropriação desse conhecimento. Através de prospecção científica e tecnológica com patentes, e dos dados da Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), os resultados foram avaliados em termos de evolução anual e de atuação em temas específicos como matéria-prima, reação/produção, processos, especificação e qualidade, coprodutos, meio ambiente e emissões, entre outros. São identificados gargalos científicos e tecnológicos na cadeia produtiva do biodiesel na Bahia e suas respectivas oportunidades, assim como potencialidades que ainda podem ser exploradas.

Palavras-chave: Produção de biocombustíveis. Óleos. Gorduras residuais. Artigos patentes. Projetos financiados.

Abstract

A contextualized revision of actions, results and potential in the State of Bahia in biodiesel productive chain Research, Development and Innovation (P&D&I) and evaluation of the beginning of the course of biodiesel activities in Bahia, in terms of financing projects, producing knowledge and its appropriation. Through scientific and technological prospection with patents and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) Lattes Platform data, the results were evaluated in terms of annual evolution and performance in specific themes such as raw material, reaction/production, processes, specification and quality, co-products, the environment and emissions, etc. Scientific and technological bottlenecks are identified in the biodiesel productive chain in Bahia and its respective opportunities, as well as potentials that can also be explored.

Keywords: Biofuel production. Oils. Residual fats. Patent articles. Financed projects.

^A DPhil em Ciências Moleculares; doutora em Ciências Moleculares pela University of Sussex-UK; professora e coordenadora do Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). conit@nit.ufba.br

^B Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR); pesquisador visitante do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (UFBA); professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). pedroneto@utfpr.edu.br

^C Doutora em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); mestre em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); professora titular e pesquisadora do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). roserpa@uesc.br

^D Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade de Kassel; mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); professor e pesquisador do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). jalmeida@uesc.br

^E Graduanda em Química e Iniciação Tecnológica e Industrial do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (UFBA). samiyazaki@gmail.com

^F Especialista em Administração; graduada em Secretariado Executivo; cogestora de projetos de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Energia e Ambiente na Universidade Federal da Bahia (UFBA). mariucastr@ufba.br

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de biodiesel de 1ª geração (HAMELINCK;FAAIJ, 2006; DEMIRBAS, 2007) pode ser vista compreendendo diversos aspectos

* Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa.

** Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo seu licenciamento e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) pelo apoio como Professor Visitante.

*** Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa ITI.

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO BIODIESEL NO ESTADO DA BAHIA:
PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS NA GERAÇÃO E APROPRIAÇÃO DE CONHECIMENTO**

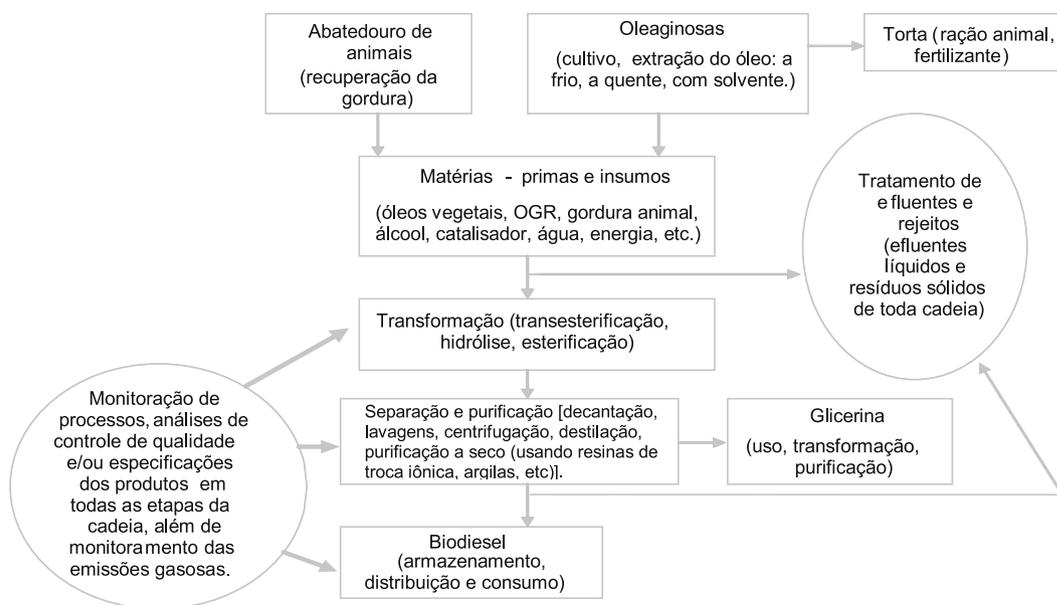


Figura 1
Aspectos da cadeia produtiva do biodiesel

(Figura 1), desde a produção agrícola e extração de óleos vegetais e/ou o aproveitamento de resíduos agroindustriais para as matérias-primas e insumos, passando pela adequação da reação de esterificação e transesterificação, separação de glicerina, processos de produção e purificação, controle de qualidade, transporte, armazenamento e estocagem, purificação e utilização dos coprodutos, uso e emissões, além de impacto ao meio ambiente decorrente do uso do biodiesel, seus coprodutos e efluentes de processos. Cada um destes aspectos é indispensável para a viabilização do biodiesel, seja econômica, seja tecnológica, de modo a garantir a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

O uso de biodiesel causa melhorias ao meio ambiente e nas condições climáticas pela redução das emissões reguladas e pela utilização de CO₂ pela matéria-prima, além de ter efeitos sinérgicos de biodegradação de diesel por cometabolismo (PRADHAN et al., 2008). No aspecto social, pode impactar favoravelmente no desenvolvimento rural associado à produção de matéria-prima (QUINTELLA; GUIMARÃES; MUSSE, 2009). Permite ainda que os consumidores produzam sua própria energia, tendo independência de fornecedores, o que é especialmente desejável em locais remotos e/ou com baixo índice de industrialização.

Nota-se ainda que, para que o biodiesel seja classificado como fonte renovável de energia, é essencial considerar não só o balanço de energia da sua produção, mas também as proporções de energia alocadas aos seus coprodutos e ao seu reaproveitamento (PRADHAN et al., 2008).

A inserção do biodiesel na matriz energética tem sido uma meta de vários países e blocos comerciais (GAROFALO, 2002; RANGANATHAN et al, 2008), com ações e estratégias de longo-termo. No entanto, para que a cadeia de biodiesel gere Produto Interno Bruto (PIB) e melhore o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), é necessário que o Brasil não esteja dependente da importação de ciência, tecnologia e inovação (C&T&I), o que requer atuação em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Assim, uma Política de Estado alicerçada em C&T&I, envolvendo aspectos econômico-financeiros, incentivos fiscais e vantagens econômicas, aspectos legais como normas e especificações, é fator indispensável para o sucesso deste combustível.

A obrigatoriedade de inserção na matriz energética imposta pelo governo federal faz com que ações estaduais passem a ser reconhecidas como de interesse nacional. Neste contexto, o Programa Baiano de Biodiesel e a Rede Baiana de Biocombustíveis (REDE BAIANA DE BIOCOMBUSTÍVEIS, 2009) têm atuado de modo concertado com o governo federal e com os

outros estados do Brasil, através de iniciativas como a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (BIODIESEL, 2009), tendo tido papel relevante no que tange à estruturação de esforço estadual, proposta de matérias-primas e insumos, atração e apoio a investimentos de produção de biodiesel, além de apoio das diversas ações de cunho científico, tecnológico e social através de suas secretarias de Estado. As ações da Bahia têm extrapolado o âmbito nacional, como no caso da interação com a Itália através da interação com a *Regione Lombardia* e a *Università Degli Studi Dell'Insubria* (WERNECK, 2007).

No entanto, essas ações devem se traduzir em resultados práticos que garantam o aumento do PIB do estado e a melhoria do IDH da população. Aqui passam a ser indispensáveis as ações de apoio a C&T&I, seja por publicação dos resultados de P&D alcançados, seja pela apropriação do conhecimento gerado através de propriedade industrial como patentes. O objetivo deste trabalho é situar o esforço do estado da Bahia em P&D&I da cadeia produtiva do biodiesel e fazer uma avaliação de início de curso das ações de biodiesel na Bahia em termos de financiamento de projetos, geração de conhecimento e apropriação desse conhecimento, identificando gargalos científicos e tecnológicos na cadeia produtiva do biodiesel na Bahia e suas respectivas oportunidades, assim como potencialidades que ainda podem ser exploradas. Para isso, foi realizada uma prospecção científica e tecnológica no estado da Bahia, através de bancos de grupos de pesquisa do CNPq, artigos, patentes e currículos da Plataforma Lattes do CNPq, sendo os resultados avaliados em termos de evolução anual e de atuação em temas específicos.

A P&D&I DA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL

A prospecção tecnológica (MAYERHOFF, 2008) tem contribuído como fundamentação nos processos de tomada de decisão referentes à P&D&I e na geração de políticas de longo-termo, estratégias e planos. Utiliza essencialmente artigos e patentes que não apenas são o depósito do conhecimento especializado como, no caso das patentes, alicerçam legalmente a economia.

Em artigos, o conhecimento passa a ser de domínio público e qualquer um o pode utilizar para comercializar e produzir. Sob a forma de patentes, o conhecimento pode contribuir efetivamente para o PIB e o IDH, especialmente nos casos em que o financiamento de P&D&I utiliza recursos públicos de um país, permitindo que os resultados revertam para esse mesmo país durante os anos iniciais. Assim, é em geral recomendável que seja primeiro depositada a patente e, após essa data, seja então submetido o artigo.

No panorama internacional, os artigos da Web of Science com a palavra <biodiesel> no título ou no resumo começaram a ser publicados em 1992, existindo hoje mais de 2.400 artigos indexados (ISIKNOWLEDGE, 2009). Este tema não parece ser restrito apenas a algumas revistas indexadas específicas, existindo cerca de 20 revistas com publicação mais intensa no tema. As revistas com mais de 100 artigos são a *Energy and Fuels*, a *Fuel* e a *Journal of the American Oil Chemists' Society*.

Trabalhos anteriores (QUINTELLA, 2009; JESUS, 2008) mostraram que as evoluções anuais de artigos e patentes em biodiesel são exponenciais com padrão de tecnologia emergente, sendo uma área ainda competitiva em termos de pesquisa científica e da apropriação do conhecimento (QUINTELLA et al., 2009).

As bases de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI) e do *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) apresentam menor número de patentes devido a conterem apenas os depósitos nos escritórios brasileiro e norte-americano, respectivamente. Das bases que importam regularmente os dados de diversas outras bases e/ou *homepages*, a do *European Patent Office* (EPO) tem menos repetições, melhor cobertura (EUROPEAN PATENT OFFICE, 2008) e permite avaliar por códigos ECLA, as bases Scopus (SCOPUS, 2009) e *Derwent Innovations Index* (Derwent) (DERWENT, 2009) apresentam diversas repetições e escopo limitado, respectivamente. A atuação dos países em C&T&I pode ser avaliada por suas publicações e por sua apropriação de tecnologia através de

patentes. Cerca de 18% das patentes de biodiesel são de titularidade dos Estados Unidos da América do Norte (EUA) (QUINTELLA et al., 2009), o que é inferior ao percentual global dos EUA, mostrando que, apesar deste país ter liderança numérica neste início de desenvolvimento tecnológico do biodiesel, é possível que outros países possam vir a repartir essa liderança, como ocorreu anteriormente com o Japão (MIYAZAKI, 2008; SOUZA, 2008; CURVELO; COUTINHO, 2008) em chá verde, erva doce e biosurfactantes, com a Espanha (SANTOS; PEREIRA, 2008) em extratos vegetais aplicados a cosméticos, e com o Reino Unido (VINICIO; SUZARTE, 2008; CERQUEIRA; RODRIGUES, 2008) em óleo de algodão para a área de saúde e fluorescência de petróleo. O Brasil, em 2006 (JESUS, 2008), estava na oitava posição em artigos e na terceira posição em patentes, parecendo evidenciar a preocupação maior de proteger o conhecimento antes de sua divulgação sob a forma de artigos. No entanto, em 2008 (QUINTELLA et al., 2009), o Brasil encontra-se em terceiro lugar tanto em artigos como em patentes. Este fato é preocupante, pois pode indicar que as políticas brasileiras estão incentivando mais publicação de artigos do que

apropriação por patentes neste tema, podendo levar à divulgação indiscriminada da C&T&I desenvolvida no Brasil. Isto pode ser um reflexo das agências de fomento brasileiras (CNPq, Capes, Finep, FAPs como a Fapesb, etc.) não considerarem ainda depósitos de patentes de um modo similar aos artigos em suas avaliações de produtividade, qualidade e mérito. Os oito países que mais publicam em biodiesel apresentam evolução anual com crescimento exponencial (Figura 2 A), no entanto a sua apropriação dos resultados de P&D por patentes (Figura 2 B) varia bastante. De fato, o crescimento exponencial de depósitos de patentes é observado claramente apenas para os EUA, sendo variável para os outros países.

A razão entre o número de patentes e o número de artigos (Figura 2 C) permite separar os países que mais apropriam seus resultados de P&D dos que os divulgam intensamente, sem apropriar. Observa-se comportamento regular apenas para o EUA, o que pode ser explicado por sua cultura mais estabelecida de apropriação do conhecimento, mantendo em cerca de 50% a razão anual de patentes em relação a artigos. A Coreia do Sul

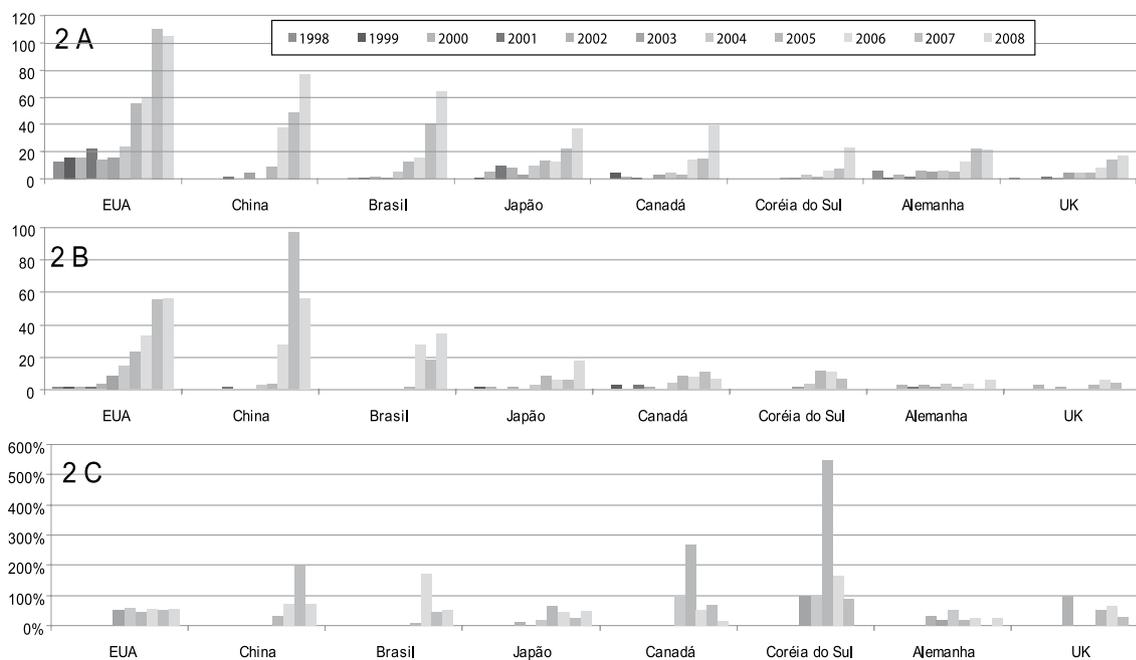


Figura 2
Evolução anual, para os oito países que mais detêm conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico, de:
(A) número de artigos
(B) número de patentes
(C) percentual de patentes em relação a artigos

e o Canadá se destacam por estarem mais preocupados em apropriar tecnologia do que em publicar. A China apresenta um pico percentual de depósitos de patentes em relação a artigos em 2007 e o Brasil pico similar em 2006.

No Brasil, o INPI tem recebido solicitações de depósitos através do *Patent Cooperation Treaty* (PCT) na *World Intellectual Property Organization* (WIPO), que permite que as patentes possam ser reconhecidas também em outros países. Apesar disso, as cerca de 60 patentes brasileiras ainda apresentam um índice muito baixo de internacionalização com baixo número de patentes com PCT, inferior a 1,7%. Isto é preocupante, pois indica que ou o Brasil não tenciona exportar sua tecnologia, ou que a cultura de depósito de patentes é extremamente incipiente. Isto torna a proteção vulnerável, pois apenas o território brasileiro fica restringido para produção e comercialização das patentes desenvolvidas pelo Brasil, podendo a tecnologia ser utilizada em qualquer outro país como domínio público, i.e., sem que seja considerada tecnologia pertencente ao Brasil.

Considerando que no Brasil cerca de 80% dos recursos humanos geradores de desenvolvimento tecnológico se encontram nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) (BRITO, 2003) e que a cadeia produtiva do biodiesel requer grande aporte de P&D para que seja viável técnica e economicamente, foram utilizados dados e indicadores que fazem parte da cultura, da rotina e dos processos decisórios referentes às ICTs.

O escopo da estratégia de pesquisa visou garantir que fossem localizados os pesquisadores atuando na cadeia produtiva do biodiesel no estado da Bahia, os seus projetos, publicações e produtos tecnológicos. Para isso foram consultados os grupos de pesquisa do CNPq radicados no estado da Bahia com a palavra <biodiesel>. Foi também consultada a base de currículos Lattes, utilizando a palavra <biodiesel> em título ou palavra-chave da produção, tendo sido incluídos os currículos de profissionais atuando em 2008 no estado da Bahia, com doutorado e com o escore indicador da frequência relativa dos termos de busca desde 100% até 60%. A produção bibliográfica considerou apenas artigos em revistas indexadas e anais que compreendem trabalhos completos ou resumos estendidos em anais de eventos. A produção tecnológica considerou os produtos, processos e softwares.

Foram identificados 36 grupos de pesquisa (Tabela 1) radicados em onze ICTs. Existem 161 linhas de pesquisa, com a média de 4,5 por grupo, no entanto um dos grupos se destaca por ter 12 linhas de pesquisa.

Os grupos estão distribuídos em várias áreas do conhecimento, evidenciando que, no estado da Bahia, biodiesel é, de fato, um tema altamente interdisciplinar. Os grupos atuam principalmente em: Química (11); Engenharia Química (4); Agronomia (3); Ecologia (2); Engenharia Elétrica (1); Administração (1); Bioquímica (1); Ciência e Tecnologia de Alimentos (1); Comunicação (1); Economia (1); Engenharia Agrícola (1); Engenharia Biomédica

Tabela 1
Indicadores diretos dos grupos de pesquisa por instituição: números de grupos, linhas de pesquisa, pesquisadores, estudantes e técnicos

Instituição	Grupos	Linhas de pesquisa	Pesquisadores	Estudantes	Técnicos
Cefet/BA	2	6	14	2	0
EBDA	2	15	27	17	10
FTC	3	17	21	38	4
Senai/DR/BA	2	5	12	5	13
UEFS	4	19	21	18	0
UESB	1	4	12	2	0
UESC	1	7	8	9	2
UFBA	16	70	170	210	32
UFRB	2	7	22	30	3
Uneb	1	5	11	10	4
Unifacs	2	8	15	21	9

(1); Engenharia Civil (1); Engenharia Mecânica (1); Engenharia Sanitária (1); Farmácia (1); Nutrição (1); Planejamento Urbano e Regional (1); Zootecnia (1); Arquitetura e Urbanismo (1).

Os recursos humanos consistem em 306 pesquisadores, 360 estudantes e 77 técnicos. Dos pesquisadores cadastrados nos grupos de pesquisa, 71% são doutores, 19% são mestres, 4% são especialistas e 6% são graduados. A média de pesquisadores por grupo é de 9,2, sendo que varia entre 2 e 34.

A média de estudantes por grupo é de 10, no entanto alguns grupos parecem não ter cadastrado todos os seus estudantes. A média de técnicos por grupo é de 2,1, mas a sua distribuição é deveras irregular, sendo que alguns grupos não apresentam técnicos cadastrados e um deles tem 13 integrantes.

Pode-se observar que quem financiou mais projetos foi o Estado da Bahia (Figura 3 A), respondendo por 29% dos recursos aplicados no estado, sendo que a Fapesb foi responsável por 93% do fomento estadual. Depois vêm duas agências do governo federal, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com 18% dos projetos, e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), com 12%. As empresas participaram do financiamento de 10% dos projetos em cooperação com ICTs. Os projetos que não disponibilizam informações sobre financiador (nd) representam 22% e são declarados nos currículos

desde 1979. Em geral estes projetos estão sendo executados independentemente de fomento e, se houver uma atenção especial, parte deles pode vir a ser apoiada, aumentando os recursos alocados à P&D&I de biodiesel no estado da Bahia.

Nesse período teve também início a abertura de editais específicos para biodiesel pelas agências de fomento, entre outros. Cerca de 39% dos grupos de pesquisa não têm ainda projetos em biodiesel coordenados por seus pesquisadores

O financiamento de projetos pelas três fontes de fomento mais expressivas (Figura 3 B) começou efetivamente em 2002, tendo se tornado sistemático em 2004/2005. Este período coincide com um momento político favorável, quando o Brasil e o

estado da Bahia adotaram a estratégia de viabilizar técnica e economicamente o biodiesel, levando à implantação do Programa de Biodiesel (ProBiodiesel) da Bahia e das Redes Baiana de Biocombustíveis e Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (CRUZ et al., 2006). Nesse período teve também início a abertura de editais específicos para biodiesel pelas agências de fomento, entre outros. Cerca de 39% dos grupos de pesquisa não têm ainda projetos em biodiesel coordenados por seus pesquisadores. Apenas cerca de 50% dos pesquisadores coordenam os projetos, no entanto o percentual de doutores é de 71%, notando-se que existe ainda capacidade ociosa para coordenação de novos projetos no estado da Bahia. A evolução anual da produção científica e tecnológica (Figura 4) não acompanha ainda o número de projetos financiados. Isto é de se esperar, pois o financiamento sistemático de projetos só começou recentemente, em 2004.

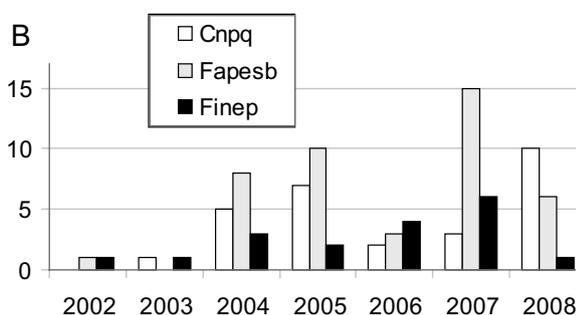
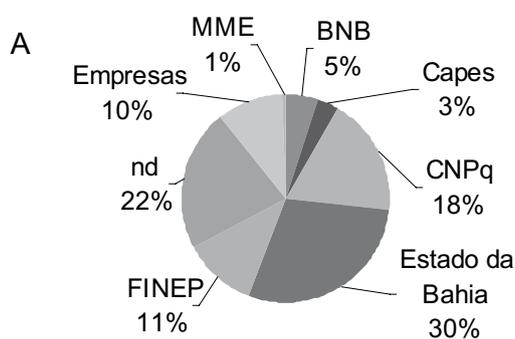
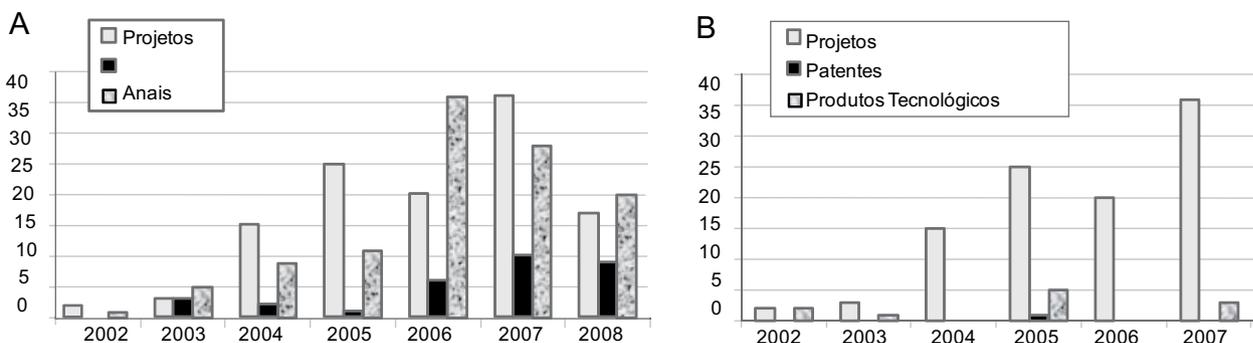


Figura 3
(A) Projetos financiados por fonte de fomento
(B) Evolução anual do número de projetos financiados pelo Cnpq, Fapesb e Finep

**Figura 4****(A) Evolução anual de número de projetos e da produção científica****(B) Evolução anual de número de projetos e da produção tecnológica**

Dados referentes ao período de janeiro de 2002 a dezembro de 2008 (exceto patentes em período de sigilo e não declaradas nos currículos dos inventores)

Pode-se observar que as publicações em anais crescem até 2006 e depois caem. Entretanto, as publicações em artigos crescem em 2007 e se estabilizam em 2008. Este aumento do número de anais, antes do número de artigos, é esperado, pois os anais são usualmente o início das divulgações de P&D, sendo seguidas por construções mais elaboradas e complexas de P&D que são veiculadas como artigos. No entanto, o número de publicações ainda é pequeno em relação ao número de projetos financiados e ao número de pesquisadores atuantes em biodiesel, esperando-se um crescimento significativo em futuro próximo.

A evolução anual de produtos tecnológicos (Figura 4 B) mostra número reduzido e sem ter ainda um padrão definido. Alguns dos produtos tecnológicos consistem em construção de plantas piloto de produção de biodiesel e seus aprimoramentos, no entanto nenhum destes foi apropriado sob a forma de patentes, desenho industrial ou software. Observam-se apenas três patentes: (1) patente encontrada nas bases de dados de patentes e que se refere à utilização do coproduto glicerina bruta (GB) em etapas da cadeia produtiva de petróleo e gás (QUINTELLA et al., 2005, 2009f; BORGES et al., 2005); (2) patente encontrada no currículo Lattes do inventor e que se refere ao processo de purificação da glicerina loura, oriunda da transesterificação do biodiesel (RODRIGUES; MACHADO; FERRO, 2009); e (3) patente encontrada no currículo Lattes do inventor e que se refere ao método para monitorar qualidade em processos de obtenção de combustíveis e dispositivo

sensor para sua operação (QUINTELLA et al., 2009). Considerando o esforço existente em financiamento de projetos nos últimos quatro anos e que 85% dos projetos são financiados com recursos públicos, espera-se em futuro próximo o depósito de patentes de origem brasileira para apropriar a tecnologia desenvolvida no estado da Bahia.

Em termos de etapas da cadeia produtiva do biodiesel (Figura 5), tem havido maior número de projetos em processo e produção (processo, produção, purificação, transesterificação, catálise e biocatálise). Um aspecto que também já está sendo contemplado são os estudos observando de modo integrado e transdisciplinar a cadeia produtiva de biodiesel, incluindo estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Observa-se, porém, que os programas estaduais e federais priorizaram inicialmente a tecnologia de produção de biodiesel, em detrimento de incentivos e pesquisas nas áreas relacionadas à produção agrícola da matéria-prima (QUINTELLA et al., 2009). Isto se reflete na dominância da soja como matéria-prima para a produção de biodiesel e na escassez e custos elevados de outras matérias-primas que possuam um desempenho ambiental e social mais adequado às diretrizes do Programa de Biodiesel. Em projetos já se observa preocupação com emissões e meio ambiente, assim como coprodutos (glicerina bruta, farelo e torta) e seu uso variado, incluindo o de aditivo. No entanto, o número de projetos financiados em coprodutos (4%), uso (5%), e emissões e meio ambiente (7%) ainda é pouco significativo, sendo menor do que 16% do total dos projetos.

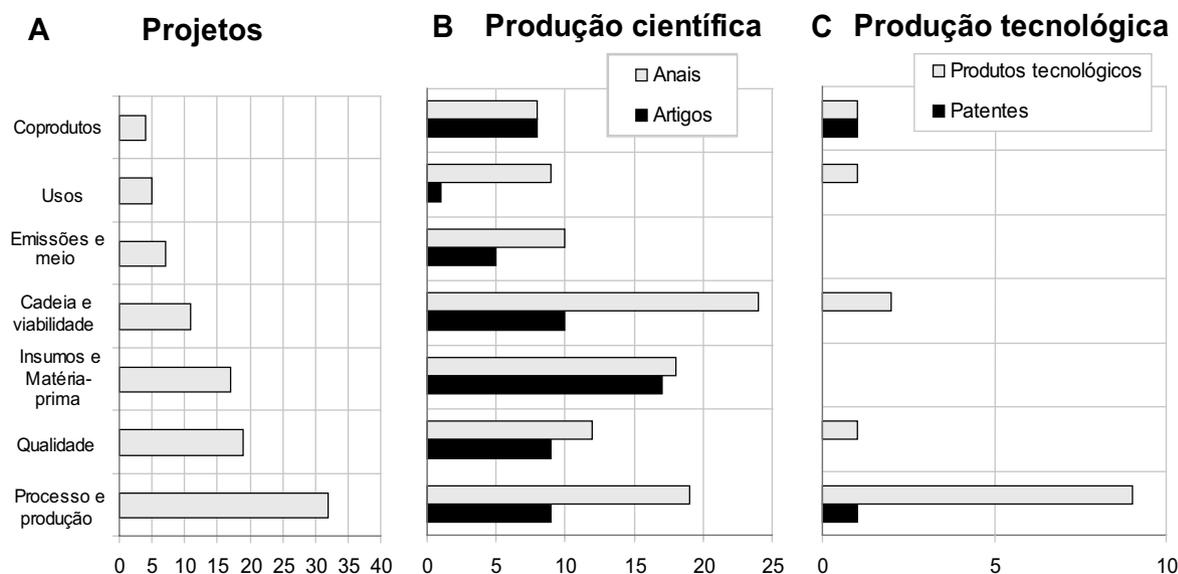


Figura 5

Temas da cadeia produtiva do biodiesel:

(A) projetos

(B) produção científica

(C) produção tecnológica

Dados referentes ao período de janeiro de 2002 a dezembro de 2008 (exceto patentes em período de sigilo e não declaradas nos currículos dos inventores)

A produção bibliográfica de anais (Figura 5 B) se mostra maior para cadeia produtiva e viabilidade, processos e produção, insumos e matérias-primas, seguidas de qualidade, além de emissões e meio ambiente, uso e coprodutos. Neste primeiro período até 2008, a produção de artigos acompanha de perto o número de projetos apenas em insumos e matérias-primas (OLIVEIRA; ROSOLEM; TRIGUEIRO, 2004; OLIVEIRA et al., 2006), qualidade (ARAUJO et al., 2008; GUARIEIRO et al., 2008) e coprodutos (RIBEIRO et al., 2007; SOUZA et al., 2007; ARAUJO et al., 2008, sendo esperado aumento da produção em outros temas no próximo período, como processos e produção (HAMAD et al., 2008; MORIN et al., 2007; GERIS et al., 2007), e cadeia produtiva e viabilidade (TORRES et al., 2006; CRUZ et al, LEIRAS; HAMACHER; SCAVARDA, 2006). Na produção tecnológica se destacam processos e produção, o que pode ser atribuído a esta etapa inicial do estado da Bahia estar muito centrada em instalar processos de produção reprodutíveis e confiáveis. No entanto, são apenas nove produtos e, considerando que o número de produtos tecnológicos é ínfimo ainda, pode não ser representativo. Observa-se ainda que

só existem no momento três patentes depositadas oriundas do estado da Bahia, esperando-se aumento expressivo em futuro próximo.

O pequeno número de produtos tecnológicos confirma a observação anterior da necessidade dos coordenadores e agências de fomento estarem atentos à necessidade de apropriação através de patentes, *softwares*, desenho industrial etc.

De fato, o estado da Bahia reflete esta preocupação com tecnologia e inovação, tendo implementado ações que são não só pioneiras, mas coerentes e continuadas, desde 2005, para financiar e estimular os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) (PORTAL DE INOVAÇÃO DA REDE NIT-NE, 2009) e o treinamento dos recursos humanos para atuar nos NITs, como elaboração de textos de patentes, negociação e transferência de tecnologia, e gestão. Neste período foi criada a Repittec, foram lançados diversos editais, tendo o último focado Sistemas de Inovação Locais. Na Fapesb, esta preocupação se torna ainda mais expressiva ao ser criada em 2007 a Diretoria de Inovação e, em 2008, a Câmara de Inovação.

Em março de 2008 foi ao ar o Portal da Inovação da Rede NIT-NE, com financiamento Finep,

CNPq e Fapesb, que além de alimentar também o Portal da Inovação do MCT, permite divulgar ofertas e demandas de produtos de três tipos: (a) serviços e P&D&I; (b) formação de recursos humanos; e (c) propriedade intelectual. Além disto, tem embutido um sistema de gestão que incluiu estatísticas, previsão de datas e de gastos de propriedade intelectual e um sistema de gestão de contratos de transferência de tecnologia. Este Portal está disponível para os setores acadêmico, empresarial e governamental e é de acesso restrito para cada organização cadastrada (PORTAL DE INOVAÇÃO DA REDE NIT-NE, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta primeira fase de desenvolvimento de P&D&I em biodiesel, que concluiu seu quinto ano, foi focalizado mais o processo de produção de biodiesel por transesterificação, seus insumos e a qualidade. Deve-se agora não só manter estes financiamentos priorizando pesquisas na rota etílica, mas também começar a estimular o desenvolvimento de P&D&I em biocombustíveis de segunda geração, como por exemplo, através da rota lignocelulósica, que permite o uso de resíduos e a obtenção de maiores rendimentos energéticos por área cultivada. Deve-se ainda aumentar o escopo das ações no estado da Bahia no que tange a maior incentivo para atuar na produção agrícola e extração de óleos vegetais, o que permitirá o aproveitamento integral dos coprodutos da cadeia do biodiesel, intensificando as pesquisas sobre custos e disponibilidades, contribuindo assim para uma maior inclusão social e geração de emprego e renda. Ademais, é imprescindível atuar intensamente nos aspectos ambientais associados à produção e ao uso do biodiesel, de seus coprodutos e dos resíduos de processo, considerando uma abordagem sistêmica de ciclo de vida. Para a viabilização econômica é necessário o reaproveitamento de coprodutos (efluentes e subprodutos), deste modo contribuindo para viabilizar econômica e ambientalmente a produção de biodiesel e garantindo que ele seja, de fato, 100% renovável.

Finalmente, novas tecnologias, como a rota etílica, têm que ser desenvolvidas e as existentes requerem melhoria de qualidade e eficiência e da relação custo/benefício.

Torna-se necessário investir em processos e técnicas de controle de qualidade em tempo real, não destrutivos e não intrusivos, e desenvolver ferramentas de controle e ajuste dos processos. Deve-se ainda ter abordagens com diferentes prioridades para os dois polos de realidades socioeconômico-ambientais da Bahia que necessitam ser atendidas: as pequenas comunidades rurais remotas e as regiões com um nível mínimo de industrialização. Para áreas remotas é necessária a capacitação mais intensa para produção em pequenas comunidades, aliada ao envio remoto de dados diagnósticos e/ou de decisão em acompanhamento de processo e qualidade de produto. Adicionalmente, é necessário incentivar a associação e o cooperativismo entre pequenos produtores, desenvolvendo processos de otimização dos esforços típicos de agricultura familiar como extração a frio de óleos, insumos disponíveis na região que atendam as condições edafoclimáticas, desenvolvimento de processos de reaproveitamento na própria comunidade dos coprodutos e efluentes. Neste caso, a especificação do biodiesel, sendo para uso próprio, não necessita atender obrigatoriamente as normas comerciais. Já em regiões mais industrializadas, passa a ser crucial o monitoramento e o controle da qualidade do produto e a relação custo-benefício.

É grande o número de pesquisadores atuantes em biodiesel, no entanto cerca de 20% dos doutores não coordenam projetos de pesquisa. Deve-se incentivar e capacitar, se necessário, estes pesquisadores para que novas ações e novas abordagens conduzam a mais resultados de projetos que possam ser apropriados.

O número de técnicos que atuam nos grupos de pesquisa é ainda reduzido, especialmente se lembrarmos que esta é uma área que requer maior aporte de profissionais capacitados para atividades técnicas que garantam a reprodutibilidade de medidas, processos etc.

Os projetos que não tem financiamento declarado consistem em cerca de um quinto. Este alto percentual merece especial atenção, devendo ser triados com cuidado, separando aqueles que não são expressivos dos outros que possuem de fato um potencial ainda não realizado em termos de financiamento.

Para que se aproveite intensamente o financiamento destes projetos, a ação dos inventores deve ser olhada com grande atenção pelo estado, fazendo parte dos critérios de avaliação de produtividade, qualidade e mérito, para incorporar a cultura de apropriação de resultados de P&D&I sob a forma de patentes. É necessário também incorporar estratégias de investimento em recursos humanos e financeiros para depósitos de patentes internacionais tipo PCT. Devem ainda ser mais estimuladas ações para fortalecer a interação com empresas, aumentando o potencial da utilização da tecnologia desenvolvida e da geração da inovação, intensificando esta rota de transferência do conhecimento para a sociedade. Deste modo, a inovação gera mais PIB e melhora o IDH, além de contribuir para o Brasil concretizar o seu potencial de liderança tecnológica em biodiesel.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Andre R. T. S. et al. Flow methodology for methanol determination in biodiesel exploiting membrane-based extraction. *Analytica Chimica Acta, USA*, v. 613, issue 2, p. 177-183, 2008.
- BIODIESEL. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 8 jan. 2009.
- BORGES, S. M. S. Recuperação secundária de óleo pesado e completação de reservatórios de campos maduros utilizando o subproduto (glicerina bruta) da produção do biodiesel. Petrobras, 2005. Prêmio Petrobras de Tecnologia (categoria Recuperação).
- BRITO Cruz, C. H.; A Universidade, a Empresa e a Pesquisa. In: SEMINÁRIO BRASIL EM DESENVOLVIMENTO, 2003, Rio de Janeiro. Trabalho apresentado. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~brito/artigos/univ-emprpesq-rev102003b.pdf>>. Acesso em: jan. 2009.
- CERQUEIRA, G.; RODRIGUES, P. Fluorescência de Petróleo *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n.1, p. 38, 2008.
- CURVELO, A.; COUTINHO, D. Biosurfactantes. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n.1, p. 30, 2008.
- CRUZ, R. S. da. et al. Biodiesel: uma nova realidade energética no Brasil. *Bahia Análise & Dados: energias alternativas*, Salvador, v. 16, n.1, p. 97-106, jun. 2006.
- DEMIRBAS, A.; Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy Policy, USA*. v. 4661, p 35, 2007.
- _____. Progress and recent trends in biofuels. *Progress in Energy and Combustion Science, USA*, issue 1, v. 33, p. 1, 2007.
- DERWENT. 2009. Disponível em: <<http://www.thomsonreuters.com/products/services/scientific/DerwentInnovationsIndex>>. Acesso em: jan. 2009.
- EUROPEAN PATENT OFFICE - EPO. 2008. Disponível em: <<http://www.epo.org/patents/patentinformation/raw-data/useful-tables.html>>. Acesso em: jan. 2008.
- GAROFALO, R. Biodiesel - a European Overview. *OCL-Oleagineux Corps Gras Lipides*, França.v. 9, n. 5, p.99, 2002.
- GERIS, Regina et al. Biodiesel de soja: reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 5, p.1369-1373, 2007.
- GUARIEIRO, L. L. et al. Metodologia analítica para quantificar o teor de biodiesel na mistura biodiesel: diesel utilizando espectroscopia na região do infravermelho. *Química Nova*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 421-426, 2008.
- HAMAD, B. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol over heterogeneous heteropolyacids. *Catalysis Communications, USA*, v. 10, issue 1, p. 92-97, 2008.
- HAMELINCK, C. N.; FAAIJ, A. P. C. Outlook for advanced biofuels. *Energy Policy, USA*, v. 34, n. 17, p. 3268-3283, 2006.
- ISIKNOWLEDGE. 2009. Disponível em: <<http://apps.isiknowledge.com>>. Acesso em: 8 jan. 2009.
- JESUS C. A. C. Blendas do biodiesel: Lacuna científica e tecnológica. 2008. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
- LEIRAS, Adriana; HAMACHER, Silvio; SCAVARDA, Luiz Felipe; *Bahia Análise & Dados: energias alternativas*. Salvador, v. 16, n. 1, p. 119-131, jun. 2006.
- MAYERHOFF, Z. D. V. L. Uma Análise sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n.1, p. 7, 2008.
- MIYAZAKI, S. F. Utilização do Chá Verde em Cosméticos. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n.1, p. 10, 2008.
- MORIN, P. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol I. Catalysis with homogeneous Keggin heteropolyacids. *Applied Catalysis A-General, USA*, v. 330, p. 69-76, 2007.
- OLIVEIRA de R. H.; ROSOLEM C.A; TRIGUEIRO R. M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Brasil, v. 28, n. 3, p. 439-445, maio/jun. 2004.
- OLIVEIRA, de R. H. et. al. Boron Deficiency Inhibits Petiole and Peduncle Cell Development and Reduces Growth of Cotton. *Journal of Plant Nutrition*, v. 29, issue 11, p. 2035-2048, nov. 2006.
- PORTAL DA INOVAÇÃO DA REDE NIT-NE. 2009. Disponível em: <<http://www.portaldainovacao.ufba.br>>. Acesso em: mar. 2009.
- PRADHAN, A. et. al. The Energy Balance of Soybean Oil Biodiesel Production: A Review of Past Studies. *Transactions of the Asae, USA*, v. 51, n. 1, p. 185-194. 2008.
- QUINTELLA, C. M. et al. Recuperação secundária ou produção de petróleo, com uso de glicerina bruta ou glicerol coproduto da produção de biodiesel, em injeção e extração ou lavagem . BR n. PI 0506358-2, 2005.
- QUINTELLA C. M. et al. EOR with brute glycerin (GB), sub-product of the biodiesel production, as a method to increase

by two-fold the recovery factor and contribute to the cost effectiveness of renewable fuel. *SPE Journal*, USA, 2009a. (Submetido, ainda não publicado).

_____. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 793-808, 2009b.

QUINTELLA, C. M.; CASTRO, Marilu P. Glicerina Bruta (GB) oriunda da produção de biodiesel: transformando este subproduto em co-produto com alto valor agregado e baixo custo preparativo, uma oportunidade de negócio. *Bahia Análise & Dados: biocombustíveis*. Salvador, v. 18, n. 4, jan./mar. 2009.

QUINTELLA, C. M.; GUIMARÃES, A. K.; MUSSE, S. Ana Paula. *Método para Monitorar Qualidade em Processos de Obtenção de Combustíveis e Dispositivo Sensor para sua Operação*. BR, 2009. PATENTE tipo PI Nacional em fase de sigilo

RANGANATHAN, S. V. et al. An overview of enzymatic production of biodiesel. *Bioresour Technol.*, USA, v. 99, Issue 10, p. 3975-3981, 2008. Disponível em: <<http://doi:10.1016/j.biortech.2007.04.060>>.

REDE BAIANA DE BIOCMBUSTÍVEIS - RBB. 2009. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br>>. Acesso em: 8 jan. 2009.

RIBEIRO N.M. et al. The Role of Additives for Diesel and Diesel Blended (Ethanol or Biodiesel) Fuels: A Review. *Energy & Fuels*, USA, v. 21, issue 4, p. 2433-2445, 2007.

RODRIGUES, R.C.; MACHADO, A. S.; FERRO, A. A. Processo de purificação da glicerina loura, oriunda da transesterificação do biodiesel. Patente BR (protocolada em 2009, aguardando concessão de número pelo INPI).

SANTOS, F. N.; PEREIRA, T. S. Extratos Vegetais Aplicados a Cosméticos. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 22, 2008.

SCOPUS. 2009. Disponível em: <<http://www.info.scopus.com/detail/what>>. Acesso em: jan. 2009.

SOUZA A. G. et al. Thermal and kinetic evaluation of cotton oil biodiesel. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Germany, v. 90, issue 3, p. 945-949, 2007.

SOUZA, M. P. Erva Doce. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 28, 2008.

TORRES, A. E. et al. Biodiesel: o combustível para o nosso século. *Bahia Análise & Dados: energias alternativas*, Salvador, v.16, n. 1, p. 89-95, jun. 2006.

TORRES, A. E.; QUINTELLA C. M. *Bioalcohol for sustainable development: the Brazilian experience*. Varese (It): UNINSUBRIA, 2009. Disponível em: <http://www.uninsubria.it/uninsubria/allegati/pagine/8066/Convegno_Cooperazione_02.pdf>. Acesso em: jan. 2009.

TORRES, A. E.; URBINI, S. Stella. *Valorizzazione energetica delle risorse locali: l'esperienza della produzione di biodiesel nello Stato di Bahia, Brasile*. Varese (It): UNINSUBRIA, 2009. Disponível em: <http://www.uninsubria.it/uninsubria/allegati/pagine/8066/Convegno_Cooperazione_02.pdf>. Acesso em: jan. 2009.

VINICIO, E.; SUZARTE, E. Usos do Óleo de Algodão na Área de Saúde. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 24, 2008.

WERNECK, E. Mattedi; SOUZA, C.. *Governo dello Stato di Bahia - SEMARH*. Varese(It): UNINSUBRIA, 2009. Disponível em: <http://www.uninsubria.it/uninsubria/allegati/pagine/8066/Convegno_Cooperazione_02.pdf>. Acesso em: jan. 2009.

Potencial energético de resíduos agrícolas do semiárido do Brasil

Francisco S. G. Pereira^A

Ana R. F. Drummond^B

Guilherme Coimbra^C

Resumo

O potencial energético de resíduos da mamoneira é desconhecido por agricultores familiares e muitas agroindústrias. Isto pode ser facilmente constatado quando os agricultores familiares usam lenha para cozimento e fazem uma fogueira de coprodutos agrícolas, simplesmente para se desfazerem do “lixo” do quintal. De forma análoga, a grande maioria das indústrias de biodiesel utiliza lenha como combustível de suas caldeiras. Estes fatos indicam a falta de conhecimento do potencial energético de resíduos agrícolas, especialmente das frações da mamoneira como combustíveis renováveis. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o poder de combustão da torta bruta (22,2 MJ/kg), casca (15,9 MJ/kg), caule (17,4 MJ/kg) e raiz (17,4 MJ/kg), que se apresentam cerca de duas vezes mais elevados que a lenha (10,8 MJ/kg) e o bagaço de cana-de-açúcar (8,4 MJ/kg).

Palavras-chave: Bioenergia. Biomassa. Poder calorífico. Mamoneira. Resíduo agrícola.

Abstract

The energy potential of castor oil plant residues is unknown by small farmers and many agro-industries. This can be easily noted when these farmers use firewood for cooking and make a fire with agricultural co-products, just to dispose of back yard “rubbish”. In an analogous form, a large majority of biodiesel industries use firewood as boiler fuel. These facts indicate a lack of knowledge regarding energy potential from agricultural residue, especially parts of the castor oil plant as renewable fuels. This research aimed to evaluate the combustion power of the raw seed pod (22.2 MJ/kg), shell (15.9 MJ/kg), stem (17.4 MJ/kg) and roots (17.4 MJ/kg), which proved to be approximately twice that of firewood (10.8 MJ/kg) and sugar cane bagasse (8.4 MJ/kg).

Keywords: Bioenergy. Biomass. Calorific power. Castor oil plant. Agricultural residue.

INTRODUÇÃO

Diversos tipos de subprodutos de atividades agrícolas, agropecuárias, florestais, agroindustriais e urbanas, tais como cascas e outros resíduos lignocelulósicos, podem ser utilizados como combus-

tíveis. O potencial nestes resíduos não é sempre bem conhecido, porém seguramente corresponde a volumes significativos de energia subaproveitada. Por outro lado, muitas vezes os resíduos constituem um problema de caráter ambiental e sua disposição final é de difícil solução, sendo o uso energético uma saída oportuna e viável, já que reduz seu volume e seu potencial contaminante. Como diz a sabedoria chinesa, “resíduo é matéria-prima mal aproveitada” (NOGUEIRA; LORA, 2003).

Um exemplo disto pode ser mencionado: até recentemente, cerca de 10 anos, era comum encontrar-se amontoados de resíduos agrícolas nas indústrias de açúcar e bioetanol, o bagaço, que passou a ser até termo pejorativo de descarte, material que não servia para nada. Hoje o cenário é diferente e a maioria das indústrias sucroalcooleiras

^A Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) com ênfase em fontes alternativas de energia utilizando resíduos agroindustriais; graduado em Licenciatura em Química e Química Industrial na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE); membro da Rede Pernambucana de estudos voltados ao Biodiesel. cientista.francisco@yahoo.com.br

^B Pós-doutora (recuperação de poços de Petróleo) e Ph.D. em Engenharia Química (Fontes Alternativas de Energia) pelo Imperial College London; mestre em Química Aplicada pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); pesquisadora tecnóloga e professora do Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP); pesquisadora-adjunta do Departamento de Reservas Minerais do Imperial College-Londres.

^C Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) com ênfase em contaminação de aquíferos por derivados de Petróleo, graduado em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Católica de Pernambuco (Unicap); professor de Química do ensino médio e pré-vestibular da rede pública e privada; orientador titular do Congresso de Iniciação Científica (Conic).

não só passou a produzir energia do bagaço para uso interno, como também gera renda pela venda de energia para concessionárias elétricas.

Outra visão estratégica é a procura por materiais que possam substituir os produtos derivados de petróleo em razão da sua natureza fóssil não-renovável e da grande oscilação monetária que tem sofrido este produto. Um país nas condições de disponibilidade de terra e mão de obra como o Brasil tem uma situação privilegiada e capaz de continuar o seu desenvolvimento sem depender ou sofrer com as oscilações monetárias externas. Adicionalmente, são inúmeros os vegetais ou arbustos que podem ser cultivados em terras do Brasil sem haver a competitividade com o plantio de fontes de alimentos, por exemplo, a mamoneira.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), o plantio de mamoneira no Brasil foi de 242.057, 160.332 e 167.001 hectares em 2005, 2006 e 2007, respectivamente; o cenário é semelhante quanto ao crescimento do plantio de mamoneira para o Nordeste, sendo de 227.068, 146.310 e 154.938 hectares também para os mesmos anos apresentados. Pode-se observar que esta cultura agrícola é de fundamental importância para o Nordeste e em particular para estados de clima semiárido, onde o plantio de mamona representa um percentual superior a 90% quando comparado com o plantio nacional. Em Pernambuco, a produção de mamoneira (5.651 hectares) ainda é bastante insignificante quando comparado com a Bahia (122.845 hectares) no ano de 2007 (IBGE, 2009); para os demais estados do Nordeste o plantio em hectares desta cultura é de 435 para Alagoas, 1.965 para a Paraíba, 122 para o Rio Grande do Norte, 9.992 para o Ceará, 13.814 para o Piauí e 114 para o Maranhão. O IBGE não apresenta plantio de mamoneira para Sergipe. Com o programa de biodiesel e para suprir as necessidades de acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), no ano de 2006 a venda de diesel pelas distribuidoras para o Nordeste foi de 5.818.493 m³. (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2009).

A Lei 11.097/2005 determina que seja adicionado obrigatoriamente ao óleo diesel 2% de biodiesel em janeiro de 2008, 3% em agosto de 2008 e para 2009, espera-se que seja de 4%. Considerando-se que na reação de transesterificação, ou seja, reação

de produção desse biocombustível, cada um litro de óleo vegetal produz um litro de biodiesel (PARENTE, 2003). Por exemplo, para suprir as necessidades de Pernambuco em comercializar B2 e cumprir a exigência inicial da Lei Federal 11.097/2005 serão necessários 17.222 m³ de óleo de mamona, ou outro óleo vegetal, e uma área total plantada de 54.673 hectares (SANTOS et al, 2008). Para a perspectiva de atingir 4% de adição de biodiesel ao diesel de petróleo, ou seja, a mistura B4, será necessária uma área plantada superior a 60 mil hectares.

O Brasil é detentor de vastas extensões de terras próprias para agricultura; no Nordeste do Brasil, em especial no semiárido, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) tem se mostrado altamente promissora, por sua fácil adaptação ao clima (BELTRÃO et al., 2003). O estado da Bahia, maior produtor de óleo de mamona, nestes dois últimos anos teve que importar cerca de 30% deste insumo. Não por causa dos biocombustíveis, mas para atender a outros produtos que podem ser originados com este versátil e valioso óleo, na denominada ricinoquímica. Com o crescimento de utilização do óleo da mamoneira, cresce o acúmulo dos ditos "subprodutos" (casca, torta e caule), os quais possuem alto valor agregado quando utilizado como combustíveis.

A atual matriz energética mundial compõe-se, principalmente, de fontes não renováveis de carbono fóssil como petróleo (35%), carvão (23%) e gás natural (21%). Vários estudos vislumbram o esgotamento dessas fontes e uma possível escassez, ainda neste século. Reforçando esta problemática, sabe-se que as principais fontes de petróleo e gás natural encontram-se no Oriente Médio, potencializando disputas entre países com vista ao domínio das últimas grandes reservas de importância econômica (PERES; FREITAS JÚNIOR; GAZZONI, 2005).

A Matriz Energética Brasileira é constituída pelos segmentos: (a) petróleo e seus derivados e gás natural (48,0%); (b) recursos renováveis (43,8%), constituídos essencialmente de biomassa (29,4%) e hidroeletricidade (14,4%). Biomassa é representada por lenha, carvão vegetal, cana e outras fontes; (c) carvão mineral (6,7%) e (d) urânio (1,5%) (BRASIL, 2005).

Um antagonismo energético é presenciado na maioria das indústrias de biodiesel, um dos focos de produção dos biocombustíveis que utilizam

lenha como combustível em suas caldeiras. Esse fluxo energético, além de estar provocando o desmatamento desordenado da caatinga (bioma típico da região Nordeste), contribui para uma produção não sustentável. O uso indiscriminado da lenha em caldeiras e fornos (Figura 1) ainda é a prática mais recorrente em indústrias da região Nordeste do Brasil. A energia industrial dependente da lenha da caatinga, sem criação de alternativas sustentáveis, contribui negativamente para a imagem empresarial e ambiental de qualquer estado brasileiro.



Figura 1
Estoque de lenha e queima em caldeira em indústria de Pernambuco

Foto dos autores, 2007.

Segundo Almeida e outros (2006), as etapas da cadeia produtiva industrial do biodiesel de mamona e seus co-produtos podem ser ilustradas e resumidas na Figura 2.

Partindo-se de 100 kg de bagas ou frutos de mamoneira obtém-se 75 kg de sementes e 25 kg de cascas. Das sementes extrai-se o óleo, que corresponde a 50%, enquanto os outros 50% são representados pela torta, ou seja, 37,5 kg de óleo e 37,5 kg de torta. Do óleo, após adição do álcool e utilização de catalisador, cerca de 90% são transformados em biodiesel e os 10% restantes, correspondem ao resíduo do processo de transesterificação, que é a glicerina. A casca e a torta da mamona, juntas, correspondem a 62,5 % da massa da baga ou fruto, enquanto 37,5% correspondem ao óleo (ALMEIDA et al, 2006). Observe que foi desconsiderado neste estudo o potencial energético dos resíduos agrícolas que chegam a ser cerca de seis vezes maiores que a semente, ou seja, para a obtenção de 100 kg de semente são disponibilizados cerca de 600 kg de resíduos, especialmente caules e folhas, sem contar com os 25 kg de casca das bagas e os 37,5 kg de torta bruta.

A maioria dos agricultores familiares desconhece a utilização das cascas e caule da mamoneira como combustíveis. Pelo contrário, no semiárido continua o desmatamento e a procura por qualquer arbusto para ser eliminado. É visível esse desconhecimento quando esses agricultores familiares fazem uma fogueira (Figura 3) destes co-produtos agrícolas em seus quintais para se livrarem desse “lixo” incômodo. Dessa forma poluem duplamente o meio ambiente: pela fogueira e pelo desmatamento.

Os fatos descritos anteriormente, de queima de lenha ou resíduos de forma inadequada, indicam a

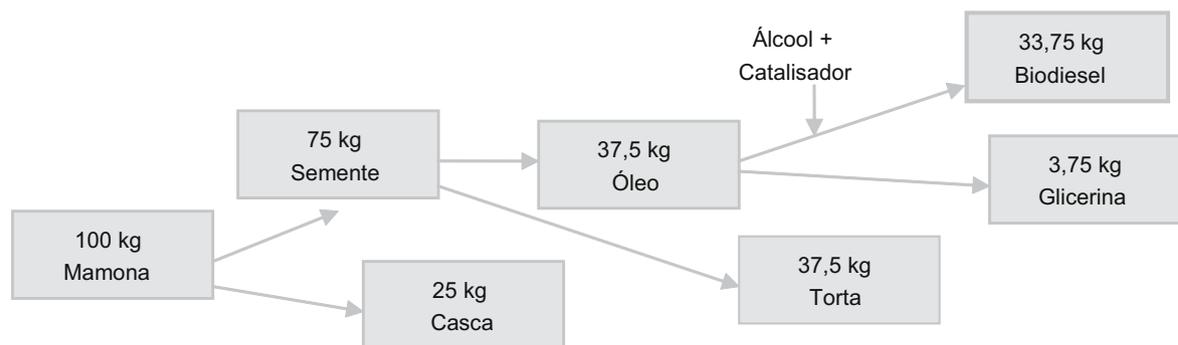


Figura 2
Etapas do processo industrial do biodiesel da mamona

Fonte: ALMEIDA, et al., 2006.

falta de conhecimento do potencial energético das frações da mamoneira para utilização como biocombustíveis. O presente trabalho propõe a utilização das cascas, torta e caule como fonte de energia nessas indústrias e na agricultura familiar.



Figura 3
Resíduos agrícolas de mamoneira antes e após queima

Foto dos autores, 2007.

Inúmeras pesquisas sugerem a utilização de biomassa para fins energéticos, principalmente como combustíveis. Estudos já apontam que a utilização da biomassa para fins energéticos vem tendo uma participação crescente perante a matriz energética mundial, levando a estimativas de que até o ano de 2050 deverá dobrar o uso mundial de biomassa disponível (FISCHER, 2001, apud RATHMANN; BENEDETTI; PLÁ, 2005).

Mamoneira (*Ricinus communis* L.)

A mamoneira pertence à família das Euforbiáceas, sendo uma planta rústica e resistente à seca. Em termos mundiais, a espécie é cultivada comercialmente entre os paralelos 40° N e 40° S. No Brasil, seu cultivo comercial ocorre, praticamente, em todos os estados nordestinos, à exceção de Sergipe e Maranhão, que embora possuam áreas com aptidão potencial ao cultivo, não registraram plantios comerciais (AMORIM NETO et al, 2001, apud CARAMORI et al, 2006).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta de clima tropical, prefere locais onde a temperatura do ar varie entre 20 e 30 °C, precipitações pluviais (chuvas) de pelo menos 500 mm (5.000 m³/ha), elevada insolação e umidade relativa do ar baixa durante a maior parte do seu ciclo, menor do que 60%. Essa planta prefere solos de textura média, não muito argilosos, planos ou de relevo suave ondulado, sem perigo de encharcamento

ou inundação, e não suporta solos muito salinos e com baixa sodicidade, sendo que a altitude do local deve ser de no mínimo 300 metros, podendo chegar a 1.100 metros (BELTRÃO et al, 2003).



Figura 4
Mamoneira de cultivar Paraguaçu, zona rural de Pesqueira – PE

Foto dos autores, 2007.

A cadeia produtiva da mamoneira (Figura 5) inicia-se com a matéria-prima (cultura da mamoneira) e termina com a disponibilização de vários produtos industrializados, passando por intermediários de comercialização e distribuição, assim como pelas indústrias extratoras de óleo, ricinoquímica e de derivados (RAMOS et al, 2006). A mamoneira apresenta 54,5 % de teor de óleo, todavia os seus outros componentes são tidos como resíduos, não favorecendo a cadeia produtiva da ricinocultura (DRUMMOND et al, 2006).

Na cadeia da mamoneira tem-se uma grande gama de oportunidades e opções de rotas comerciais, industriais e tecnológicas e podem-se identificar duas etapas bem definidas: a agrícola e a industrial. A etapa agrícola ocorre desde o desenvolvimento da cultura até a disponibilização das sementes para a indústria. A etapa industrial é caracterizada pela produção do óleo e seus derivados, destacando-se o biodiesel, e de produtos mais sofisticados como isolados protéicos (PEREIRA, 2007).

É importante observar a integração entre essas etapas, não esquecendo o grande valor da parte comercial, representada principalmente pelo processo de exportação. Nesta cadeia produtiva percebem-se dois tipos de resíduos sólidos: os procedentes da cultura ou campo (cascas, caules, raízes e folhas) e os industrializados (torta e farelo) (PEREIRA, 2007).

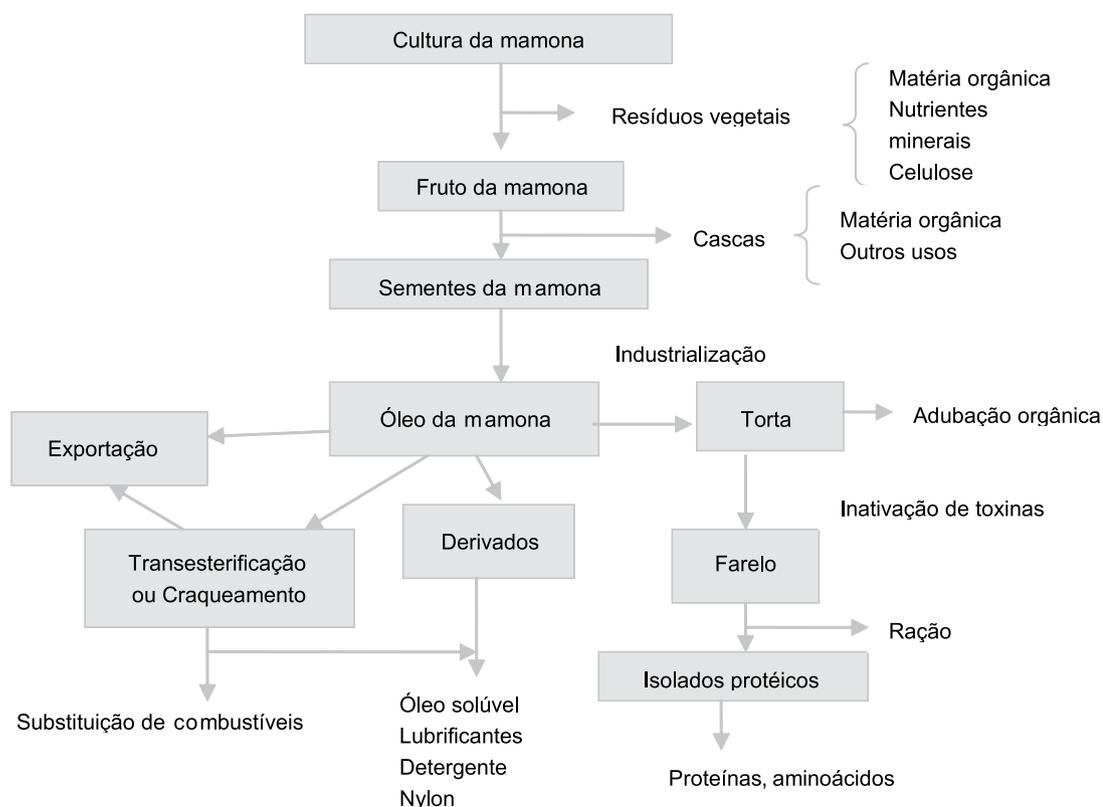


Figura 5
Possibilidades de utilização da mamona

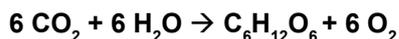
Fonte: RAMOS; AMORIM; SAVY FILHO, 2006.

Biomassa

A biomassa, em sentido amplo, é qualquer tipo de matéria orgânica renovável de origem vegetal, animal ou procedente da transformação natural ou artificial da mesma. Estes materiais têm em comum a origem direta ou indireta do processo de fotossíntese e por esta razão se apresentam de maneira periódica e não limitada no tempo, quer dizer, de forma renovável. A energia da biomassa é proveniente da luz solar no processo de fotossíntese (VIANNA; VIEIRA; NASCIMENTO, 2000).

A Figura 6 ilustra, de forma simplificada, a produção de biomassa partindo-se das substâncias clássicas da natureza (CO_2 e H_2O) e da energia solar.

De forma genérica, a fotossíntese pode ser esquematizada pela seguinte equação:



Esta simples transformação de gás carbônico e água em carboidrato e oxigênio ocorre, na verdade,

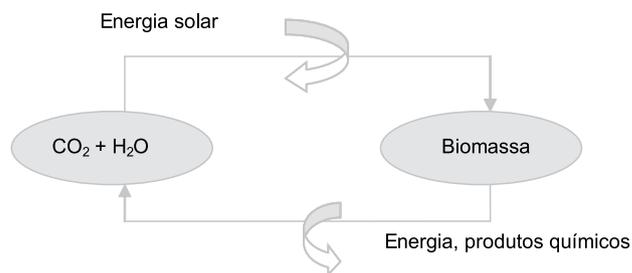


Figura 6
Transformação de CO_2 e H_2O em biomassa e vice-versa

Fonte: BUSSI; CASTIGLIORI; TANCREDI, 2004.

segundo caminhos sofisticados e diversas etapas intermediárias, permitindo a vida na Terra. De fato, as plantas e os animais, inclusive o homem, vivem em uma “simbiose”, consumindo e trocando recursos em complexas cadeias de onde fluem alimentos e energia, sempre a partir da energia solar sintetizada quimicamente nas plantas (NOGUEIRA; LORA, 2003).

A biomassa pode ser classificada (VIANNA; VIEIRA; NASCIMENTO, 2000) segundo sua origem como:

- Natural: produzida pela natureza sem a intervenção humana, por exemplo, as árvores das florestas. Este tipo de biomassa parece ser a mais adequada para um aproveitamento energético em grande escala e rápida degradação através dos ecossistemas naturais.
- Residual: gerada por qualquer tipo de atividade humana, principalmente nos processos produtivos dos setores agrícola e florestal, assim como a produzida nos núcleos urbanos.
- Produzida em plantações energéticas: neste caso os cultivos energéticos são realizados com a finalidade de produzir biomassa capaz de ser transformada em combustível.

Nogueira e Lora (2003) afirmam que a energia disponível na biomassa apresenta-se sempre na forma de energia química, impondo reações para sua liberação e consequente execução de alguma ação de interesse, como pode ser o cozimento de alimentos, a geração de vapor ou outras aplicações. Em todos os casos pode-se dizer que a utilização da energia da biomassa é a fotossíntese inversa, pois se busca resgatar a energia solar armazenada pelo vegetal, consumindo oxigênio atmosférico e restituindo ao ar o dióxido de carbono. Assim se justifica o emprego de diversas tecnologias baseadas em alguns processos de conversão, sendo os principais classificados em três grupos: físicos, termoquímicos e biológicos. Bussi, Castigliori e Tancredi. (2004) contribuíram para esta classificação fornecendo detalhes de faixas de temperatura e teor de umidade da biomassa, conforme esquematizado na Figura 7.

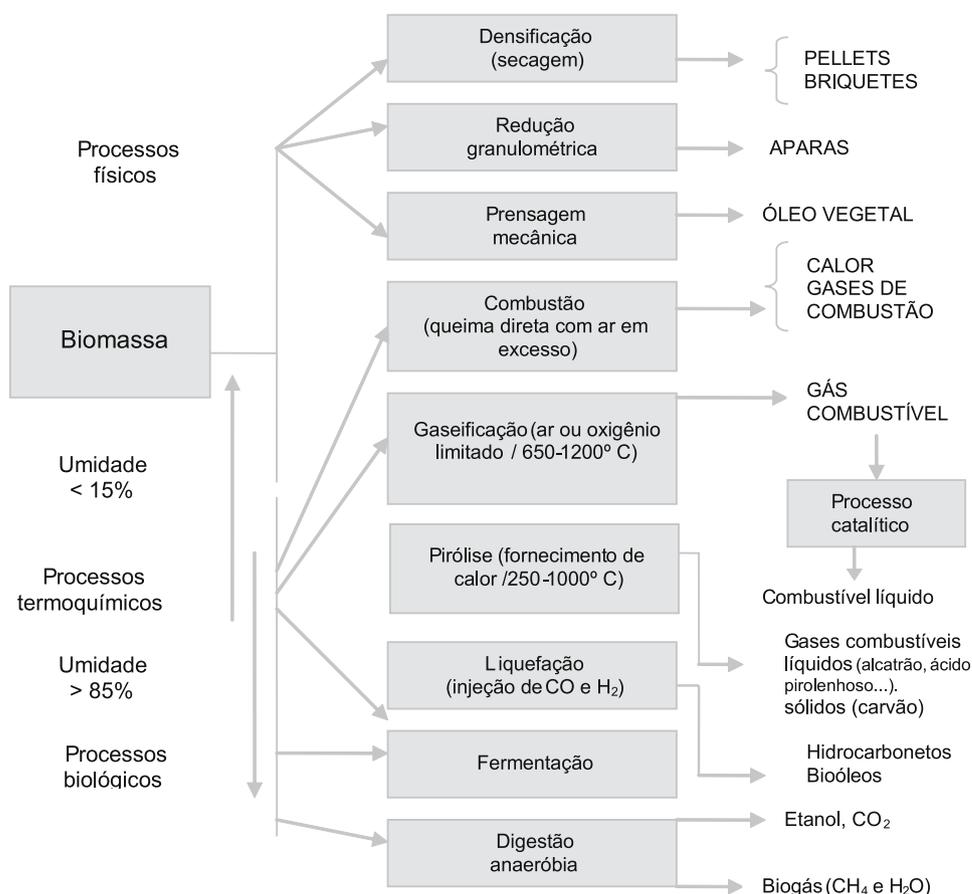
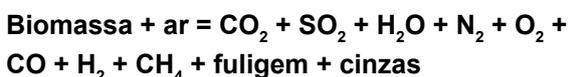


Figura 7
Processos tecnológicos de conversão da biomassa

Fonte: Adaptado de VIANNA; VIEIRA; NASCIMENTO, 2000; BUSSI; CASTIGLIORI; TANCREDI, 2004; NOGUEIRA; LORA, 2003..

A queima direta ou combustão é a tecnologia de conversão mais antiga e mais difundida comercialmente, aplicando-se fundamentalmente para a madeira e para os mais diversos resíduos agroindustriais como o bagaço de cana, a casca de arroz e outros similares como os resíduos do agronegócio da mamoneira. A biomassa é um combustível rico em voláteis, que constituem quase 75% de seu peso. Como exemplo dessa constituição pode-se citar o bagaço de cana, que possui cerca de 73,78% de materiais voláteis (NOGUEIRA; LORA, 2003).

Resumidamente, a reação de combustão de um combustível com ar pode ser representada segundo o seguinte esquema:



No caso da biomassa, os produtos CO_2 , SO_2 e H_2O são resultantes da oxidação completa, sendo a quantidade de SO_2 quase desprezível. Os produtos N_2 e O_2 são provenientes do ar em excesso e eventualmente da umidade do combustível e do ar. Os produtos CO , H_2 , CH_4 e fuligem são resultantes de combustão incompleta. As cinzas são resultantes da fração mineral do combustível (NOGUEIRA; LORA, 2003).

Este estudo mostra a possibilidade de uso da biomassa residual do agronegócio da mamoneira através da rota energética de combustão. Associada a essa rota energética sugere-se a tecnologia de densificação ou briquetagem para facilitar o manuseio, armazenamento e produção de um combustível alternativo sólido. A densificação é realizada geralmente através do uso de prensagem (prensas com capacidade de até 40 toneladas) dessa biomassa aditivada com algum tipo de aglomerante, sendo o mais comum o amido ou fécula de milho. O aspecto energético é reforçado pela questão ambiental, já que a queima desse combustível proveniente da biomassa minimiza a geração de gases depreciadores da qualidade do ar, principalmente óxidos de enxofre, diferentemente dos combustíveis fósseis, que possuem, na sua maioria, teores de enxofre em quantidades apreciáveis e potencialmente geradores de chuva ácida.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta das amostras

A coleta do material foi realizada na cidade de Pesqueira, agreste de Pernambuco, situada a cerca de 190 km da capital Recife, e consistiu em amostras de torta bruta e cascas obtidas de sementes de mamona de agricultores familiares de Pesqueira e de outros municípios do agreste e do semiárido. Além dessa coleta no setor industrial de biodiesel na zona urbana, foram coletadas amostras de mamoneira de cultivar Paraguaçu com 145-150 dias de cultivo (época de colheita do fruto ou semente) na zona rural de Pesqueira.

Descrição das amostras coletadas

As amostras coletadas foram classificadas em dois grupos: resíduos industriais e resíduos agrícolas. Como resíduos industriais deste estudo foram considerados a torta bruta e as cascas. Como resíduos agrícolas foram considerados as raízes, caules, pecíolos e folhas. As cascas, neste caso, foram consideradas amostra industrial por terem sido geradas na indústria através do descasamento do fruto e liberação das sementes.

Preparação das amostras em laboratório

Tabela 1
Discriminação das amostras estudadas neste trabalho

Amostras	Natureza	Descrição
1	Industrial	Torta bruta
2	Industrial	Cascas
3	Agrícola	Folhas
4	Agrícola	Raiz
5	Agrícola	Caule
6	Agrícola	Pecíolo

Cada fração de amostra bruta foi transferida separadamente para sacos de papel Kraft para evitar condensação de umidade e possíveis alterações de resultados. Para esta amostragem foram retirados 500 gramas de cada fração. Essas amostras foram mantidas em temperatura ambiente do laboratório (20 °C) durante o período de realização

das análises. A amostra da torta bruta foi homogeneizada para retirada de porção representativa e realização dos ensaios analíticos. As cascas, caules, raízes, folhas e pecíolos necessitaram de trituração, utilizando-se um liquidificador industrial. A raiz, antes desse processo, necessitou da eliminação de areia impregnada para não comprometer os resultados analíticos.

Análises realizadas

Os parâmetros analisados neste estudo foram: poder calorífico superior, teor de umidade e teor de cinzas das amostras discriminadas na Tabela 1.

A determinação do poder calorífico superior das amostras serviram para quantificar o potencial energético disponível nessas biomassas. As análises do teor de umidade e do teor de cinzas das amostras foram realizadas para auxiliar em avaliações de possíveis usos desses materiais (biomassas) como combustíveis alternativos.

A determinação da umidade foi realizada por secagem em estufa a 105 +/-3 °C (NBR 7993). A determinação de cinzas foi realizada por calcinação da amostra em mufla a 775 +/-25°C (NBR 9842). As análises do poder calorífico superior (PCS) foram efetuadas em calorímetro automático – modelo MS 10A da empresa R&P, de origem alemã, o qual funciona de acordo com o método isoperibólico a temperatura constante (28 °C +/- 0,005 °C).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa apresenta-se em variedades e multiplicidades em razão da sua procedência, possuindo

diversos valores de umidade e cinzas. Esses parâmetros refletem, conseqüentemente, nos valores dos poderes caloríficos das amostras. A Tabela 2 reúne algumas informações importantes de biomassas clássicas usadas como biocombustíveis para comparações e análises com os resíduos estudados neste trabalho.

Pode-se estabelecer como parâmetros aceitáveis, e que servirão de comparativos, os valores de 5% em teor de cinzas e 20% em teor de umidade, em uma biomassa para queima direta como combustível sólido. Sabe-se ainda que quanto menores estes valores, melhor o desempenho do combustível (GARCIA, 2002; NOGUEIRA; LORA, 2003). A condição ideal seria a ausência desses números, ou seja, umidade e cinzas em porcentagens nulas. Porém, na prática, essas condições são impossíveis.

A Tabela 3 mostra os resultados experimentais do teor de umidade, do teor de cinzas e do poder calorífico superior e inferior das amostras estudadas. Estes dados foram calculados através da média aritmética das análises realizadas em triplicata.

Observa-se nesta Tabela 3 que as amostras apresentam variações significativas quanto ao teor de umidade. O menor valor encontrado foi para a amostra 1 (torta bruta, com 8,4%), enquanto o mais elevado foi da amostra 3 (folhas, com 48,4%). Observa-se que essa grande variação ocorreu até mesmo para amostras de composição lignocelulósica semelhantes (amostras 4 e 5, da raiz e do caule, com 25,1% e 30,3%, respectivamente). Quanto maior o valor da umidade, menor a qualidade da biomassa para uso energético.

Tabela 2
Parâmetros comparativos de biomassas para uso energético em combustão – 2007

Biomassa	Cinzas (%)	Umidade (%) (base úmida)	Poder calorífico inferior (MJ/kg)
Lenha verde	0,12 - 0,8	62	5,7
		50	8,2
Lenha seca ao ar		38	10,8
		23	13,8
Bagaço de cana	9,79 -11,27	50	8,4

Fonte: Elaboração dos autores consultando em GARCIA, 2002; NOGUEIRA; LORA, 2003.

Tabela 3
Parâmetros analíticos das frações da mamoneira (*Ricinus communis*) ensaiados neste trabalho

Amostra	Umidade (%)	Cinzas (%)	Poder calorífico (MJ/kg)		Sugestões para possíveis usos
			PCI (Poder calorífico inferior)	PCS (Poder calorífico superior)	
1 Torta bruta	8,4	4,9	22,2	22,0	Adubo, ração, combustível
2 Casca	11,7	6,2	15,9	15,6	Adubo, combustível
3 Folhas	48,4	6,4	8,4	7,2	Adubo
4 Raiz	25,1	4,4	17,4	16,8	Adubo
5 Caule	30,3	3,4	17,4	16,7	Combustível
6 Pecíolo	12,9	12,2	10,3	10,0	Adubo

Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados dos teores de cinzas das amostras variaram entre 3,4% (amostra 5, caule) e 12,2% (amostra 6, pecíolo). A variação dos teores de cinzas para as amostras entre 1 e 5 foi pequena (valor médio de 5,06%), apresentando valores inferiores a 7%. Para a amostra 6 (pecíolo), esse valor foi acima de 12%. Um fato curioso observado ocorreu nas amostras 4 (raiz, com 4,4%) e 5 (caule, com 3,4%), apresentando valores bem próximos, mesmo sendo materiais dispostos na planta da mamoneira em contato no interior do solo (raiz) e com o ar (caule), prevalecendo as características lignocelulósicas comuns. Biomassa com elevado teor de cinzas é considerada de inferior qualidade para uso energético, pois necessita de técnicas de remoção desse material dos fornos e caldeiras, sem contar que reduz o poder calorífico da amostra, por unidade de massa estabelecida.

Os resultados do poder calorífico superior ou inferior das amostras podem ser divididos em dois grupos: o primeiro representado pelas amostras 3 (folhas, com PCI = 8,4 MJ/kg) e 6 (pecíolo, com PCI = 10,3 MJ/kg); o segundo pelas demais amostras, que variaram entre PCI = 15,9 MJ/kg (mais baixo) para a amostra 2 (casca) e PCI = 22,2 (mais elevado) para a amostra 1 (torta bruta). Considerando o segundo grupo, que é o de maior interesse nesse estudo energético, observa-se que o valor médio ficou em PCI = 18,22 MJ/kg.

Os parâmetros estudados: teor de umidade, teor de cinzas e poder calorífico superior (PCS) ou

inferior (PCI) são fundamentais em qualquer análise prévia de um possível uso da biomassa como fonte energética ou combustível renovável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho consistiu no estudo da possível conversão da biomassa residual do agronegócio da mamoneira (*Ricinus communis* L.) em fonte alternativa de energia renovável. Dessa forma busca vincular o homem ao ambiente através do uso racional de tecnologias que assegurem o respeito ambiental e proporcionem menores impactos no presente, prevenindo condições mais sustentáveis no futuro.

O relato é feito reunindo as amostras estudadas em dois grupos: biomassa residual industrial (torta bruta e cascas) e biomassa residual agrícola (caule, raiz, pecíolo e folhas). Do ponto de vista energético, as amostras de tortas, cascas e caules podem substituir plenamente combustíveis clássicos como a lenha ou os óleos parafínicos residuais em razão do seu poder calorífico semelhante ou superiores à lenha e ao bagaço de cana, combustíveis que serviram como referências.

Os dados experimentais obtidos de teor de umidade (de 8,4 a 48,4%), teor de cinzas (de 3,4 a 12,8%) e poder calorífico superior (de 7,2 a 22,0 MJ/kg) indicam que os resíduos da mamoneira mais propícios como fonte alternativa de energia são cascas, caule e torta.

Como parâmetros comparativos, para o uso energético, foram utilizados os dados do poder calorífico superior da lenha (10,8 MJ/kg) e do bagaço de cana (8,4 MJ/kg), por já serem utilizados em algumas agroindústrias.

A torta bruta, as cascas e o caule apresentam poder calorífico maior que a lenha e o bagaço de cana, indicando que é possível agregar valor a esses resíduos sugerindo seu uso como combustível renovável, atendendo a uma questão crucial atual, o desenvolvimento sustentável na cadeia produtiva de diversas agroindústrias. A raiz, mesmo com potencial energético semelhante ao caule, por questões tecnológicas e de manuseio é preferível como nutriente ou adubo orgânico no revolvimento do solo para novo plantio.

Em síntese, se ocorrer integração racional entre cadeias produtivas industriais e agrícolas e o uso de tecnologias de otimização do caule, cascas e torta da mamoneira, pode-se vislumbrar um futuro otimista. O caule, cascas e torta, isolados ou associados, têm grande potencial energético que pode favorecer a sua exploração como fonte alternativa de energia renovável, pois o poder calorífico desses resíduos é superior ao da lenha, que é usada como o principal recurso energético em diversas agroindústrias.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- ALMEIDA, C. H. T. et al. Caracterização dos co-produtos do processamento do biodiesel de mamona para geração de energia térmica e elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006. Brasília. [Anais ... Brasília, 2006.
- BELTRÃO, N. E. M. et al. *Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o semiárido brasileiro*. Campina Grande; Brasília: EMBRAPA ALGODÃO, 2003. (Circular técnica 70).
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Balanco Energético Nacional 2005: Matriz Energética Brasileira*. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 3 ago. 2007.
- BUSSI, J.; CASTIGLIORI J.; TANCREDI, N. Biomasa como materia prima para la producción de energía, compuestos químicos y otros materiales. In: TOSTI, I. (Coord.). *Química sustentable*. Santa Fe, Argentina: Norma Nudelman, 2004. 306 p.
- CARAMORI, P. H. et al. Zoneamento agroclimático das principais plantas oleaginosas do Brasil. In: CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. (Coord.). *Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel*. Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 25 – 42.
- DRUMMOND, A. R. F. et al. Metanol e etanol como solventes na extração de óleo de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006. Anais ... Brasília, 2006.
- GARCIA, R. *Combustíveis e combustão industrial*. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. 202 p.
- IBGE. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 10 jan. 2009.
- NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. *Dendroenergia: fundamentos e aplicações*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199 p.
- PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68 p.
- PEREIRA, F. S. G. *Biomassa de oleaginosa como fonte alternativa de energia (Ricinus communis L.)*. 2007. 98 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental)-ITEP, 2007.
- PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D.L. Biocombustíveis: uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. *Revista de Política Agrícola*, v. 14, n. 1, jan./mar. 2005.
- RAMOS, N. P.; AMORIM, E. P.; SAVY FILHO, A. Potencial da cultura da mamona como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. (Coord.) *Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel*. Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 81 – 104.
- RATHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLÁ, J. A. *Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira?*, 2005. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 9 set. 2006.
- SANTOS, C. A. et al. Viabilidade da produção de mamona, algodão e amendoim como matéria-prima do biodiesel em Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008. Salvador. Anais... Salvador, 2008.
- VIANNA, A.; VIEIRA, L. S. R.; NASCIMENTO, M. V. G. *Manual de aplicação de sistemas descentralizados de geração de energia elétrica para projetos de eletrificação rural – energia biomassa*. CEPEL, 2000.

Mitos e verdades sobre a produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais (OGR)

Luciano Hocevar^A
Sandro Cabral^B

Resumo

O presente artigo propõe uma reflexão sobre a viabilidade do uso de óleos e gorduras residuais de frituras (OGR) como matéria-prima para a produção de biodiesel. Em meio às discussões sobre uma provável escassez do petróleo, o OGR tem sido invocado tanto como alternativa para a produção de combustíveis de forma limpa, como mecanismo de inclusão social. Argumenta-se que o otimismo presente em alguns discursos de entes governamentais e acadêmicos não se sustenta diante de uma análise estruturada da cadeia de suprimentos do setor. Verifica-se que as condicionantes logísticas ligadas à coleta e ao processamento de OGR, bem como as várias possibilidades de uso dos óleos de fritura em diferentes aplicações comprometem a oferta de matéria-prima às indústrias produtoras de biodiesel.

Palavras-chave: Biodiesel. OGR. Óleos e gorduras vegetais. Reuso de óleo residual. Reciclagem.

INTRODUÇÃO

Diante das possibilidades de esgotamento de petróleo no futuro próximo, intensificam-se as discussões sobre a viabilidade de combustíveis alternativos que possam suprir as crescentes demandas mundiais e, ao mesmo tempo, mitigar os impactos ambientais decorrentes de sua produção e consumo. Nesse sentido, os debates sobre energia produzida a partir de fontes renováveis estão na ordem do dia de

^A Doutorando multi-intitucional em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia e Universidade Salvador (UFBA/Unifacs); mestre em Administração pela UFBA; proprietário da Renove (Reciclagem de Óleos Vegetais e Biodiesel).
lucianohocevar@hotmail.com

^B Pós-doutor em Políticas Públicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); doutor em Administração pela UFBA em colaboração com a Universidade Paris 1 (Panthéon-Sorbonne); professor adjunto do Núcleo de Pós-Graduação da Escola de Administração da UFBA. scabral@ufba.br

Abstract

This article puts forward a consideration on the viability of using residual frying fats and oils (OGR) as the raw material for biodiesel production. Amid discussions on the probable scarcity of oil, OGR has been called upon both as an alternative for the clean fuel production and a mechanism for social inclusion. It is argued that the present optimism in some talks by government bodies and academics does not hold up to a structured analysis of the sector's supply chain. It is verified that the logistical requirements connected to collecting and processing OGR, as well as the various possibilities of using frying oils in different applications, compromise the supply of raw materials to biodiesel producing industries.

Keywords: Biodiesel. OGR. Oils and vegetable fats. Re-using residual oil. Recycling.

empresários e formuladores de políticas energéticas, com destaque para os biocombustíveis.

Entre os biocombustíveis destacam-se o etanol, produzido a partir de beterraba, cana-de-açúcar ou milho e os óleos extraídos de plantas, como mamona, soja e palma, entre outras, que após processamento (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2004) transformam-se em biodiesel. Para a produção de biodiesel pode-se usar, ainda, gorduras animais e óleos e gorduras residuais (OGR), normalmente oriundos de frituras de alimentos em imersão, foco do presente artigo.

A viabilidade da produção de biodiesel a partir de OGR já é consenso entre técnicos, acadêmicos e políticos (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO,

GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2004; HOCEVAR, 2008; KNOTHE; GERPEN; KRÄHL, 2006) como uma alternativa de produção de combustíveis, reaproveitando resíduos normalmente destinados às redes de esgoto e mitigando, duplamente, a geração de passivos ambientais. Diante desse fato, o presente artigo intenta compreender se a viabilidade econômica relacionada ao uso de resíduos de óleos e gorduras vegetais para produção de combustível alternativo ao óleo diesel convencional é factível. Dado seu caráter recente, os trabalhos relacionados ao tema restringem-se basicamente a publicações técnicas da área de química e engenharia, nos quais as dimensões gerenciais e organizacionais não são focalizadas (ALCANTARA et al, 2000; RABELO, 2001; RILEY, 2004, WANG, et al, 2007, NARASIMHARAO; SUSANTA; MANO, 2008).

Como forma de atender aos objetivos propostos, metodologicamente recorre-se a entrevistas com atores atuantes na cadeia produtiva, à observação direta das atividades e ao exame de dados secundários. O trabalho estrutura-se da seguinte maneira: primeiramente, mapeia-se a cadeia produtiva do biodiesel, destacando-se as transações relacionadas à coleta, refino e comercialização de OGR. Em seguida, é realizada uma análise estrutural, contemplando as forças que determinam o padrão de concorrência da indústria. Posteriormente, discutem-se os limites e potencialidades do setor.

A CADEIA DE PRODUÇÃO DA OLEOQUÍMICA E DO BIODIESEL

Ao longo dos últimos anos, estudiosos da área de Administração, Economia e Engenharia passaram a reconhecer que as ações engendradas em nível de firma não são por si só suficientes para garantir a competitividade. Alianças estratégicas, consórcios entre organizações, *clusters*, dentre outros instrumentos que se destinam à colaboração e à coordenação dos componen-

tes de uma dada cadeia de produção, têm sido invocados em meio ao contexto de acirramento dos padrões de rivalidade entre as corporações. Tendo como alicerce o reconhecimento de que a competição não se dá mais entre unidades individuais de produção, mas, sim, entre cadeias de suprimento (TAYLOR, 2005), algumas organizações passaram a adotar mecanismos que assegurem uma visão do que se sucede ao longo das outras etapas da cadeia, ou seja, para além de

suas fronteiras organizacionais. Nesse sentido, a análise deve ir além da empresa individual ou mesmo de um setor envolvendo várias firmas de um mesmo ramo de atuação, em verdade devendo englobar também clientes, fornecedores, transportadores, distribuidores e varejistas (CHOPRA; MEINDL, 2004).

Muito embora as características acima estejam bastante ligadas a setores mais “tradicionais” da economia, tais como agroindustrial e automotivo, é perfeitamente possível aplicar o mesmo tipo de raciocínio às cadeias de produção de oleoquímicos e de biodiesel. No entanto, as diversas possibilidades de aplicação das matérias-primas, bem como a natureza de suas formas de produção, fazem com que os múltiplos atores, não raro, apresentem estruturas de incentivos desalinhas, o que se dá também em função dos desequilíbrios entre oferta e demanda e nos preços relativos de insumos e produtos.

A atividade de coleta e reciclagem de OGR (ver item 8 da Figura 1) é relativamente simples, não requerendo sofisticados padrões tecnológicos. Em verdade, o que se precisa é de um pequeno veículo que possibilite a retirada dos óleos residuais, sobretudo de pontos comerciais ligados ao varejo de alimentos (lanchonetes, baianas de acarajé etc.) e de cozinhas industriais. Em seguida os materiais são processados em pequenas unidades fabris com baixa especificidade de ativos (WILLIAMSON, 1985), onde os óleos são separados. Este ponto, verdadeiro gargalo da reciclagem de OGR, é também citado em artigo sobre a viabilidade da

Como forma de atender aos objetivos propostos, metodologicamente recorre-se a entrevistas com atores atuantes na cadeia produtiva, à observação direta das atividades e ao exame de dados secundários

produção de biodiesel a partir de borra de café (NARASIMHARAO; SUSANTA; MANO, 2008).

No que tange ao estágio à montante da cadeia, os fornecedores de OGR (ver item 7) adquirem seus insumos, fundamentalmente a partir da cadeia agroindustrial da soja. Reside aí, o primeiro ponto que pode alterar os preços relativos, provocando desalinhamentos entre os atores da cadeia: os óleos vegetais podem ser destinados a funções

não-comestíveis e rivais em termos de consumo em relação ao biodiesel, tais como as indústrias saponífera, de cosméticos e de química-fina.

De igual maneira alterações nos preços relativos de gordura animal podem influenciar nas atividades da cadeia dependente da gordura vegetal. De fato, ao sabor das variações da produção animal, os padrões de oferta e demanda do bem substituto (MANKIW, 2001) podem ser modificados.

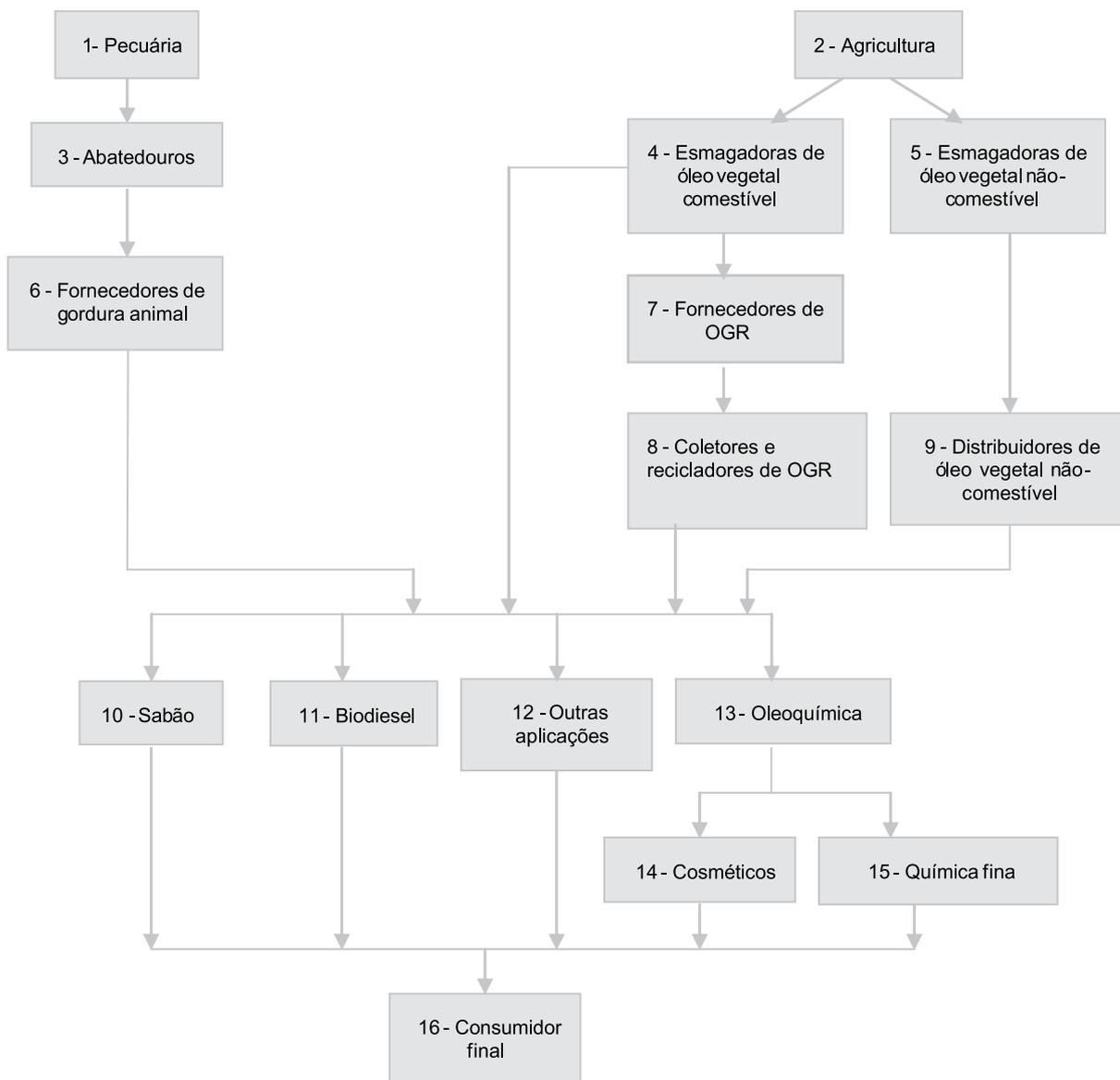


Figura 1
Cadeia de produção dos óleos e gorduras residuais

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode ser apreendido da Figura 1, embora a atividade de coleta e reciclagem de OGRs seja relativamente simples, há uma intrincada cadeia de produção em seu entorno com padrões de competitividade distintos, que, em seu turno, podem comprometer a viabilidade da produção de biodiesel a partir de tais fontes residuais. As atividades descritas na Figura 1 não esgotam o leque de possibilidades de aplicação de óleos e gorduras vegetais. De fato, a versatilidade de empregos é fator de interesse, uma vez que se pode produzir: alimentos (balas, confeitos, gelados comestíveis, produção de gorduras especiais para *baby food* e emulsificantes), cosméticos (cremes, loções, sabonetes, xampus, condicionadores, cremes dentais e enxaguatórios bucais), detergentes (lavagem de roupa ou louça e amaciante de roupa), produtos farmacêuticos (veículo, agente umectante e lubrificante em formulações farmacêuticas, xaropes), fluidos funcionais (lubrificantes sintéticos, aditivos e anti-congelante) e resinas/plásticos (espumas flexíveis de poliuretano, estabilizante para resina PVC e aditivo para plásticos). Todos esses produtos podem, de uma forma ou de outra, comprometer os padrões de oferta e demanda de óleos e gorduras vegetais e animais.

Assim, para que se possam compreender os limites e as potencialidades do segmento faz-se mister avaliar os determinantes de competitividade da indústria, o que é realizado na seção seguinte.

ANÁLISE ESTRUTURAL DA INDÚSTRIA DE OGR

A análise da viabilidade do uso de OGR requer a compreensão dos fatores que envolvem a indústria. Dado que a mera descrição dos atores envolvidos pode minar o entendimento das peculiaridades e das nuances que afetam a maneira pela qual o setor se molda, tem-se a necessidade de empreender-se uma análise estruturada. Para tanto, uma possibilidade é recorrer ao paradigma estrutura–conduta–desem-

penho, idealizado por Mason (1939), aperfeiçoado por Bain (1956) e consolidado por Scherer e Ross (1990), segundo o qual as condições básicas de oferta e demanda da indústria influenciariam a conformação da estrutura de mercado, que por sua vez condicionariam as condutas estratégicas da organização e o desempenho observado em termos de eficiência produtiva e alocativa. No entanto, em mercados concorrenciais imperfeitos, as escolhas realizadas pelas organizações levam em consideração as reações dos rivais e dos demais atores do ambiente que a circundam.

Nessa linha, o modelo de Porter (1986) tem sido invocado para compreender a dinâmica de atuação das organizações, justamente por identificar um conjunto de forças que dirigem a concorrência em uma determinada indústria (aqui entendida como o conjunto de organizações atuantes em um segmento de mercado). São elas: o poder de negociação com fornecedores, a ameaça de entrantes potenciais, a influência dos compradores, as pressões exercidas pelos itens substitutos e o padrão de rivalidade entre os concorrentes atuantes no mercado.

Tomando de empréstimo as dimensões do modelo de Porter para a compreensão da indústria de OGR, observa-se, primeiramente, que os **fornecedores** – nesse caso os estabelecimentos comerciais que utilizam óleos vegetais para frituras em imersão – exercem um poder de barganha difuso sobre as organizações atuantes no setor de coleta e reúso (chamada popularmente de “reciclagem”). A diversidade no parque fornecedor acarreta diferentes padrões de negociação no que tange aos preços pagos e às exigências de retirada dos resíduos. Cadeias de *fast-food*, por exemplo, tendem a cobrar maiores valores pelos subprodutos coletados, ao passo que estabelecimentos comerciais menores (tais como lanchonetes, pastelarias e restaurantes unitários), via de regra, não cobram pelo resíduo, não raro vislumbrando as empresas coletoras como prestadoras de serviço. Apesar da conotação nobre que as atividades ligadas à reciclagem possuem, na prática observa-se a cristalização dos preconceitos

A diversidade no parque fornecedor acarreta diferentes padrões de negociação no que tange aos preços pagos e às exigências de retirada dos resíduos

comumente associados aos atores que executam a coleta de lixo, na linha do exposto por Velloso, Valladares e Santos (1998), que se traduz, nesse caso, em padrões de relacionamento marcados pela rispidez e brutalidade.

No que se refere aos itens substitutos, embora as gorduras animais e vegetais hidrogenadas possam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel, isso não parece sinalizar preocupação em virtude da profusão e da relativa facilidade de obtenção de OGR, o que as tornam bastante competitivas. Por outro lado, a baixa complexidade relacionada às atividades de coleta e reciclagem faz com que as barreiras ao ingresso de entrantes potenciais sejam baixas. De fato, a atividade de retirar tambores carregados de óleos e gorduras já utilizados e transportar até um local onde o refino e a filtração podem ser realizados de modo rudimentar pode constituir-se um atrativo ao ingresso de novos concorrentes.

Apesar da pulverização dos pontos de coleta, o acesso à rede de fornecedores dita a tônica do padrão de rivalidade da indústria, sendo, em verdade, uma barreira à entrada em potencial, na medida em que o baixo volume de óleo residual adquirido mina as economias de escala necessárias à obtenção de óleo refinado com custos compatíveis à realidade do mercado. Destarte, as vantagens do pioneirismo, ou *first-mover advantages*, (LIEBERMAN; MONTGOMERY, 1998), estão presentes nesse mercado, uma vez que um atendimento eficaz por parte das organizações de refino de OGR, sobretudo no que se refere à coleta eficiente dos óleos residuais, não engendra os incentivos necessários à troca do parceiro comercial, impondo dificuldades àquelas organizações que almejam instalar-se no mercado. A eficiência na coleta, fator-chave para a redução dos custos ao longo da cadeia, decorre da capacidade de minimização dos custos de manuseio e transporte dos materiais, o que requer recipientes adequados à armazenagem e à programação das retiradas, guardando semelhança com o sistema de coleta de materiais da indústria automotiva, conhecido como *milk-run* (MOURA; BOTTER, 2002).

Apesar da pulverização dos pontos de coleta, o acesso à rede de fornecedores dita a tônica do padrão de rivalidade da indústria, sendo, em verdade, uma barreira à entrada em potencial

Assim, dado que as firmas encarregadas da coleta e refino de OGR podem ser consideradas como tomadoras de preço no mercado, o que é fortemente explicado pela ausência de escalas substanciais de produção capazes de alterar o equilíbrio de mercado, restaria às organizações competirem pela diferenciação de seus produtos. Ocorre que os padrões de especificação variam de acordo com o poder de negociação dos compradores, o que requer a compreensão

dos atores posicionados à jusante na cadeia: produtoras de biodiesel, fabricantes de sabão, indústria de cosméticos e empresas de química fina.

Cada um destes atores posiciona-se na cadeia produtiva de maneira diferente e nela está instalado em estágios diferentes do ciclo de vida do produto. Enquanto o sabão está na fase de declínio em seu ciclo de vida, substituído por detergentes e sabões sintéticos, a produção de biodiesel tende a aumentar fortemente nos próximos anos, a fim de atender à exigência de mistura do biocombustível ao diesel convencional de petróleo. Mais especificamente em relação à indústria oleoquímica no Brasil, tem-se que a produção nacional de ácidos e álcoois graxos é insuficiente para atender a atual demanda. É exemplo emblemático a implantação pela Oxiteno de uma fábrica de álcoois graxos na Bahia utilizando óleos vegetais (coco e dendê) como matérias-primas, de maneira que o volume dos investimentos indica que o mercado de cuidados pessoais, limpeza doméstica e de farmacêuticos são concorrentes em potencial do biodiesel, no que tange à competição por matérias-primas. Destarte, não é exagerado inferir que a atratividade da indústria oleoquímica pode minar as pretensões de alavancagem dos biocombustíveis a partir da produção, extração, processamento e transformação de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal, ainda que o emprego dessas matérias-primas traga importantes vantagens aos elos à montante, sobretudo em relação à biodegradabilidade (acima de 90%) – alta se comparada com os óleos minerais (20-40%).

Feitas as considerações sobre a cadeia de produção e sobre a estrutura concorrencial que permeia

a produção de OGRs, debruça-se na próxima seção sobre os limites e potencialidades do biodiesel a partir dessa fonte de matérias-primas.

LIMITES E POTENCIALIDADES

A partir de 1º de julho de 2008, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil deve conter, obrigatoriamente, 3% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada em março de 2008, que aumentou de 2% para 3% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel. A adição de 3% de biodiesel (B3), obrigatória a partir de 2008, cria um mercado interno potencial de pelo menos 800 milhões de litros/ano deste combustível. A capacidade autorizada pela ANP até 26/12/2008 era de quase 4 bilhões de litros/ano (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2009) em 62 usinas, incluindo as usinas da Petrobras em Montes Claros/MG, Candeias/BA e Quixadá/CE, unidades compostas de uma planta multioleaginosas de 50 mil t/a.

Apesar da euforia com que é tratado, às vezes com exagerado ufanismo, o combustível, incensado como renovável, ambientalmente correto, gerador de empregos e renda na agricultura familiar, dentre outros benefícios, não foi suficientemente mostrado sob o ângulo do mercado: o excesso de demanda e a escassez de oferta de matéria-prima acirraram a competição e colocam em xeque seu futuro na matriz energética do país. Como agravante, um cenário que era favorável quando o preço do petróleo batia recordes históricos, chegando a US\$ 145 por barril, alterou-se. No momento atual, com o barril de petróleo a US\$ 35, muitas organizações prometaram vender nos leilões o que podem não ter condições de entregar, fato já verificado anteriormente, mesmo com cenário favorável.

Em adição, como matéria-prima para a produção de biodiesel, a maioria dos óleos vegetais novos e as gorduras animais chegam a valer mais do que o próprio combustível. Mesmo os óleos e gorduras residuais de frituras (OGR), considerados equivocadamente por muitos como matéria-prima “obtida a custo zero” (HOCEVAR, 2005), tem seu valor de mercado próximo ao valor final do biodiesel.

Os dados empíricos do Quadro 1 são corroborados por pesquisadores debruçados sobre o tema. Segundo Haas e outros (2006), mesmo empregando-se o

Fonte	Preço (R\$ / t)
Óleo de soja	1.900,00
Óleo de palma	1.830,00
OGR	688,00

Quadro 1
Cotações de óleos de diferentes fontes

Fontes: Pesquisa de campo elaborada pelos autores e COTAÇÕES de commodities agrícolas. Valor Econômico. São Paulo, 4 fev. 2009. Caderno B, p. 8.

mais barato dos óleos vegetais, é muito difícil ou praticamente impossível demonstrar a competitividade econômica do biodiesel em relação ao diesel de petróleo. Segundo os autores, a principal razão para este fato é o alto custo da matéria-prima lipídica, que constitui 70 a 85% do custo total de produção. Destacam ainda que o sentimento entre consumidores individuais ou operadores de frotas comerciais em favor de combustíveis renováveis e de baixo impacto ambiental, geralmente, não é forte o suficiente para justificar o uso de combustíveis alternativos a preços não-competitivos. Este sentimento encontra fundamento na tese do biólogo Garret Herdin, a Tragédia dos Bens Comuns (HARDIN, 1968), segundo a qual as pessoas sempre estarão propensas a exaurir bens naturais que estejam à disposição da coletividade, simplesmente porque isso faz parte de seu interesse.

Nos países onde se promove o biodiesel, inclusive o Brasil, o combustível é relacionado com fatores de segurança nacional (diminuição da dependência energética externa), ambientais (diminuição de emissões de CO₂) e sociais (geração de emprego e renda, agricultura familiar). Apesar de muitos estudiosos sobre o biodiesel centrarem suas atenções sobre a viabilidade técnica, assunto já exaustivamente comprovado, poucos relatam sobre a viabilidade econômica do combustível. Entre estes, estimativas de custo feitas a partir do preço efetivamente recebido pelo agricultor mostram que o custo do óleo foi superior cerca de 1,1 vezes ao custo médio do diesel em dólares entre 1975 e 2004 para a mamona; 1,8 vezes para o amendoim; 2,0 vezes para a soja e 3,3 vezes para o milho. Entre as fontes oleaginosas

avaliadas, apenas o dendê teve custo inferior ao diesel (0,6%). (MOURAD, 2006).

Em relação especificamente aos OGR, a partir da atualização dos dados presentes em Pires e outros (2006), tem-se que a produção de biodiesel a partir de OGR, tomando com referência valores da cidade de Salvador – Bahia, apresenta um custo de R\$ 1,35/litro (assumindo-se como R\$ 0,80 o custo da matéria-prima coletada). Sucede que para ser viável economicamente o biodiesel de OGR precisa deslocar o

destino atual desta matéria-prima, que inclui toda a cadeia produtiva da oleoquímica, as tintas, o sabão, entre outros, com preços mais atrativos para o produtor de OGR. Ao processar a matéria-prima, tornando-a adequada para consumo na cadeia produtiva de oleoquímica, como o ácido graxo destilado de soja, por exemplo, tem-se um valor mais atraente, de cerca de R\$ 2.970 por tonelada. Para outras oleaginosas, os valores dos ácidos graxos destilados são: algodão (R\$ 2.500), arroz (R\$ 2.420), mamona (R\$ 6.000) e palma (R\$ 2.800) (ABOISSA, 2009). Portanto, é difícil justificar o uso de óleos residuais de gordura em biocomustíveis que, se vendidos *in natura* ou transformados em produtos de maior valor agregado, são, em verdade, mais valiosos do que o produto que se pretende substituir.

Além disso, de maneira mais ampla, verificam-se também resistências quanto ao uso de biocomustíveis em diversas localidades do globo. Sem embargo, recentemente o parlamento britânico apresentou um relatório questionando seu consumo (ARE BIOFUELS..., 2007). No documento, o Comitê de Auditoria Ambiental da Câmara dos Comuns recomenda que a Grã-Bretanha suspenda temporariamente sua meta de 5% de biocombustíveis, pois há pontos preocupantes sobre a segurança alimentar. No entender da comissão, uma grande mudança do destino da produção agrícola para os biocombustíveis poderia aumentar drasticamente os preços dos produtos alimentares e também a pressão sobre os pequenos agricultores, tanto em

países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, o que, no nosso entender, contraporaria-se ao projeto social do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

Voltando ao contexto brasileiro, muito se fala do programa de etanol produzido a partir de cana-de-açúcar. O Proálcool, porém, citado como caso de sucesso de desenvolvimento de combustível renovável, não pode servir de parâmetro para o biodiesel, pois no campo econômico há diferenças acentuadas entre os dois bio-

[...] é difícil justificar o uso de óleos residuais de gordura em biocomustíveis que, se vendidos *in natura* ou transformados em produtos de maior valor agregado, são, em verdade, mais valiosos do que o produto que se pretende substituir

combustíveis. Enquanto o álcool compete com um derivado de petróleo caro e de uso quase restrito aos automóveis de passeio (gasolina), o biodiesel substitui um dos mais baratos, de amplo uso e verdadeiro motor da economia, o diesel. O álcool se tornou viável como combustível, num cenário de capacidade ociosa das usinas, preços deprimidos do açúcar e após anos de subsídio. Mesmo assim, sempre que havia diferença nos preços de açúcar e álcool, os usineiros direcionavam sua produção ao mercado com maior rentabilidade, deixando que sua decisão sobre o que produzir fosse resolvida pelas forças de mercado. De fato, esse comportamento dos produtores de álcool quase levou ao colapso do uso do etanol de cana como combustível, pois o consumidor não podia confiar no produtor. A equação só foi resolvida parcialmente com a introdução de motores *flex fuel*. Com a percepção de que não ficaria refém dos produtores de álcool, como na década de 1980, o consumidor passou a aceitar o carro *flex*, mudando de álcool para gasolina e vice-versa, dependendo do valor do combustível. No caso do biodiesel, seria preciso viabilizar o uso de um combustível mais caro, utilizando produto com valores elevados em finalidades alternativas no mercado. Com as atuais condições de oferta e demanda de matérias-primas e dos preços relativos do combustível, isso seria similar a recomendar o plantio de mogno (uma madeira nobre) para vender como lenha para queimar em fornalhas, ou seja, uma condição de subotimalidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Crédito e tecnologia acessíveis, e opinião pública favorável à ascensão de um novo combustível capaz de dinamizar a economia, sobretudo por meio de pequenos empreendedores, tornaram atraentes novos empreendimentos na área de biocombustíveis. As análises acima, no entanto, demonstram que é preciso concatenar todos os elos da cadeia produtiva, iniciando-se com o fornecimento de matéria-prima, para que a produção de biocombustíveis possa ser bem-sucedida. Nessa linha, algumas empresas já ajustaram suas expectativas e começam a verticalizar sua produção, a partir da matéria-prima, como os frigoríficos, ou a partir de tecnologia e investindo em plantações próprias para ter maior controle da produtividade e aumentar o ganho de escala. A alta cotação do óleo de soja, matéria-prima de 75% da produção brasileira de biodiesel, que alcançou US\$ 575,00 no mercado internacional de Roterdã em fevereiro de 2009 (COTAÇÕES..., 2009), estimula esta decisão a quem quer se manter no mercado de fornecimento de biodiesel.

Em que pese, no entanto, as perspectivas para que o biodiesel torne-se efetivamente uma importante fonte de energia, adequada às recentes preocupações com o meio ambiente, sua produção com base em OGRs deve ser vista com reserva, sobretudo pelas dificuldades de obtenção de matérias-primas a valores compatíveis com os custos de produção e com os preços de venda do produto final. O Brasil apresenta grande potencial e nível tecnológico adequado para desenvolver o biodiesel, mas é possível que isto seja economicamente viável com outras fontes, como mamona ou dendê. Para as OGRs acredita-se que um uso mais racional dos recursos dê-se por meio de seu aproveitamento na fabricação de produtos de maior valor agregado, um destino mais inteligente do que a simples queima, colocando-se em xeque as crenças, em verdade bastante pueris, de que a partir de óleos de fritura podem ser abastecidas frotas de ônibus de maneira economicamente sustentável, gerando emprego e renda aos envolvidos.

Por fim, futuras pesquisas podem mensurar o excedente social produzido a partir das OGR, verificando também como os óleos coletados estão distribuídos nos diversos setores situados à jusante na cadeia.

REFERÊNCIAS

- ABOISSA Óleos Vegetais. Informativo Semanal – Ácidos Graxos Destilados. 18/02/2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (Brasil). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em: 2 fev. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (Brasil). Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/capacidade_plantas.asp>. Acesso em: 2 fev. 2009.
- ALCANTARA R.; AMORES, J.; CANOIRA, L.; FIDALGO, E.; FRANCO, M. J.; NAVARRO, A. Catalytic production of biodiesel from soy-bean oil, used frying oil and tallow. *Biomass and Bioenergy*, Elsevier, v. 1, 8n. 6, p. 515-527, 1 June 2000.
- ARE BIOFUELS Sustainable? *House of Commons*. 25 July 2007. Disponível em: <<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200708/cmselect/cmenvaud/76/7602.htm>>. Acesso em 18 fev. 2009.
- BAIN, J. *Barriers to New Competition*. Cambridge: Mass, 1956.
- CHOPRA, S. e MEINDL, P. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos – estratégia, planejamento e operação*. São Paulo: Pearson-Prentice Hall, 2004.
- COTAÇÕES de Commodities Agrícolas. *Valor Econômico*. [São Paulo], 4 fev. 2009. Caderno B. p. 8.
- HAAS, M.J. et al. A Process model to estimate biodiesel production costs. *Bioresource Technology*, n. 97, p. 671-678, 2006.
- HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. *Science*, December 13, 1968. Republicado em *The Social Contract*, Fall, 2001. Disponível em: <http://www.garretthardinsociety.org/articles/art_tragedy_of_the_commons.html>. Acesso em 08/02/2009
- HOCEVAR, L. Biocombustível de óleos e gorduras residuais – a realidade do sonho. In: *II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel*. Universidade Federal de Lavras e Prefeitura Municipal de Varginha. 2005.
- _____. Microusinas urbanas para a produção de biodiesel: como o óleo de fritura pode contribuir para o sucesso do PNPB. *Revista Biodiesel*, n. 27, abr. 2008.
- KNOTHE, G.; Gerpen, J.V.; Krähl, J. *Manual do biodiesel*. São Paulo: Edgard Blücher: 2006.
- LIEBERMAN, M.; MONTGOMERY, D. First-mover advantages. *Strategic Management Journal*, v.9, n.1, p.41-58 summer, 1998.
- LIMA, P.C.R., *O biodiesel e a inclusão social*. Consultoria Legislativa. Brasília: Câmara dos Deputados. 2004.
- MANKIW, N.G. *Introdução à economia: princípios de micro e macroeconomia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.
- MASON, Edward. Price and production policies of large-scale enterprises. *American Economic Review*. v. 29, n. 1 (March 1939), p. 61-74.
- MOURA, D. A.; BOTTER. *Caracterização do Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run*. *RAE Eletrônica*, jan. 2002.

- MOURAD, A. L. Óleos vegetais combustíveis sob algumas considerações econômicas. In: V CBPE Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2006, Brasília. Anais V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Brasília: SBPE – Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 2006. Anais. CD-ROM.
- NARASIMHARAO K., SUSANTA K. M, and MANO M. Spent Coffee Grounds as a Versatile Source of Green Energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, 56 (24), pp 11757-11760 DOI: 10.1021/jf802487s.
- OSTROM, E. *Governing the Commons. The evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, 1990.
- PIRES, Mônica de Moura et al. Produção de biodiesel em escala piloto: parte 2 – Aspectos econômicos. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. Anais... v. 2. p. 275-279.
- PORTER, M. *Estratégia competitiva: técnicas para análise da indústria e da concorrência*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- RABELO, I. D. Estudo de desempenho de biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura. 2001. Dissertação (Mestrado) – UTFPR: 2001.
- RILEY, W. W., *The Canadian biodiesel industry: an analysis of potential feedstocks*. Biodiesel Association of Canada, 2004.
- ROSA, L. P. et al. Análise Prospectiva de Introdução de tecnologias alternativas de energia no Brasil. Óleos vegetais. In: Workshop COPPE, 2002 (Relatório Preliminar).
- SCHERER, F.M., ROSS, D. *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Boston: Houghton and Mifflin Company, 1990.
- SOUSA, G.S et al.. Potencialidade da produção de Biodiesel utilizando óleos vegetais e gorduras residuais. In: III workshop Brasil-Japão: Implicações Regionais e Globais, sobre Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Anais Campinas: UNICAMP. 2005. Disponível em <<http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3>>. Acesso em: 09/02/2009.
- TAYLOR, D. *Logística na cadeia de suprimento: uma perspectiva gerencial*, São Paulo: Pearson, 2005.
- VELLOSO, M. P.; VALADARES, J. C.; SANTOS, E. M.. A coleta de lixo domiciliar na cidade do rio de janeiro: um estudo baseado na percepção do trabalhador. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 143-150, 1998
- WANG, Y.; OU, S.; LIU, P.; ZHANG, Z.; Preparation of biodiesel from waste cooking oil via two-step catalyzed process. *Energy Conversion and Management*, Volume 48, Issue 1, January 2007, pages 184-188.
- WILLIAMSON, O. E. *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York, The Free Press, 1985, 450 p.

Direcionamento dos resíduos e coprodutos da fabricação do biodiesel a partir de mamona e pinhão manso

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão^A
Maria Isaura Pereira de Oliveira^B

Resumo

A produção de biodiesel caminha a passos largos no país. A elevada produção de biocombustíveis a partir das sementes de mamona e, no futuro, depois de definidos cultivares e sistemas de produção, de pinhão manso ocasionará um aumento da produção de resíduos e coproduto do processo de síntese de biodiesel. Além da glicerina, há também a lecitina, o farelo e a torta, derivada da extração dos óleos vegetais. Um mercado promissor que pode atender tanto o setor alimentício, que utiliza a torta como insumo nutricional para seres humanos e animais, quanto a recuperação de solos e formulação de fertilizantes orgânicos à base de torta e de casca de mamona em diversas proporções, de acordo com as necessidades de cada cultura, sendo a torta rica em N e P, e a casca em K.

Palavras-chave: *Ricinus communis*. *Jatropha curcas*. Subprodutos.

INTRODUÇÃO

Em razão da procura por culturas alternativas para produção de óleo destinado ao biodiesel, a mamona (*Ricinus communis* L.), pertencente à família *Euphorbiaceae*, está sendo considerada como uma boa opção para agricultores de diversas regiões do país em razão, principalmente, do alto rendimento energético, relativa rusticidade e tolerâncias à seca, sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis. E potencialmente tem-se o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), tam-

Abstract

Biodiesel production is progressing at a fast rate in the country. The high production of biofuels from castor oil plant seeds and spurge nettles in the future, once cultivars and production systems are defined, will cause increased residue production and a co-product of the biodiesel synthesis process. Apart from glycerine, there is also lecithin, bran and cake, which are derived from extracting vegetable oils. It is a promising market which could assist the food sector that uses the cake as a nutritional raw material for humans and animals, for soil recovery and formulating organic fertilizers based on castor oil bean cake and shells. Various proportions are used according to the needs of each cultivation, with the cake being rich in N and P and the shell in K.

Keywords: *Ricinus communis*. *Jatropha curcas*. Subproducts.

bém Euforbiácea e em estudos, desde a domesticação até a definição de passos tecnológicos para a composição de sistema de produção.

O biodiesel nada mais é do que uma transformação de óleos vegetais, ácidos graxos, em substâncias chamadas de ésteres, através de um processo que envolve o álcool metílico (metanol) ou o etílico (etanol), a transesterificação. Decorrentes da produção do biodiesel pela rota alcoólica, os resíduos necessitam de estudos para aproveitamento, recuperação e/ou transformação em outros produtos. Como resíduos dessa produção encontram-se a glicerina, como subproduto do processo químico, e as tortas, que podem se transformar em farelos após tratamentos específicos.

^A Pós-doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); doutor em Fitotecnia, área de concentração fisiologia da produção pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). napoleão@cnpa.embrapa.br

^B Doutora em Bioquímica Agrícola e mestre em Bioquímica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). oliveira_mip@yahoo.com.br

A torta requer um estudo também aprofundado por causa das origens das oleaginosas empregadas no processo de biodiesel. A torta de soja [*Glycine max.* (L.) Merrill] e de algumas outras sementes já são fontes de farelos e outros alimentos. Mas as tortas de oleaginosas que apresentam características tóxicas, em especial a mamona e o pinhão manso, devem ser submetidas a estudos profundos de detoxicação e desalergenização apropriados para uma escala industrial de produto e outros acessíveis ao pequeno produtor. Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho apresentar os principais destinos dos subprodutos da mamona e do pinhão manso provenientes da produção de biodiesel.

OLEAGINOSAS

Mamona



Foto: Napoleão E. M. Beltrão.

Do ponto de vista do mercado, a industrialização da semente da mamona fornece dois produtos principais: o óleo bruto e a torta.

A importância da cultura da mamoneira deve-se à grande aplicabilidade de seu óleo. O óleo da mamona apresenta em 90% de sua composição o ácido ricinoléico, que tem em sua estrutura química o grupo hidroxila no carbono 12 e dupla ligação, sendo a única fonte comercial com essa singularidade. O grupo hidroxila confere ao óleo estabilidade quanto à viscosidade, que se mantém em condições de amplitude térmica. Ao contrário, outros óleos vegetais perdem a viscosidade em altas temperaturas e se solidificam em baixas temperaturas (SAVY FILHO et al., 1999), possuindo também estabilidade à oxidação.

A torta de mamona é um produto com elevado teor de proteínas, produzido na proporção

aproximada de 1,2 toneladas para cada tonelada de óleo extraída (AZEVEDO; LIMA, 2001). Seu alto teor de nitrogênio e presença de outros macronutrientes torna-lhe um excelente adubo, que contribui também para o fornecimento de matéria orgânica para o solo (SILVA, 1971).

Evangelista e outros. (2004), trabalhando com diferentes métodos de extração de óleo e dois tipos de cultivares da torta de mamona, encontraram teores de proteína bruta e extrato etéreo de 42,04 % e 5,62 % da cultivar Guarani.

A torta da mamona tem elevado valor nutritivo, sendo rica em proteínas (41,51%), fibras (32,84%), materiais minerais (7,65%) e gorduras (2,62%). O elevado conteúdo protéico da torta a torna também uma boa matéria-prima para a produção de aminoácidos. Os seguintes aminoácidos são encontrados na torta: arginina (11,0%), cistina (3,5%), fenilalanina (4,2%), histidina (11,0%), isoleucina (5,3%), leucina (7,2%), lisina (3,1%), metionina (1,5%), tirosina (1,0%), treonina (3,6%), triptofano (0,6%) e valina (6,6%) (BELTRÃO, 2003).

A toxicidade da torta é bastante conhecida em razão da presença de alguns constituintes, como a ricina, a ricinina e os complexos alergênicos (MOSHKIN, 1986; GARDNER JUNIOR et al., 1960). Muitos processos para detoxicação da torta já foram testados e alguns patenteados em diversos países.

A torta de mamona apresenta boas características para uso como adubo orgânico; além de servir de fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais, é um dos melhores fertilizantes, pois tem elevado conteúdo de nitrogênio, fósforo e cálcio quando comparada a outros adubos orgânicos como o esterco bovino, esterco misto e a torta de algodão, além de elevado teor de fibra (BOSE; WANDERLEY, 1988). Entretanto, a adição da torta no solo, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas, aumenta o pH, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo (LEAR, 1959).

Estudos realizados por Lima e outros (2008) relatam que a casca de mamona é inadequada para uso como adubo orgânico por causa da alta relação C/N, que induz à carência de nitrogênio. Isto porque a casca do fruto de mamona possui baixo teor de nitrogênio e, conseqüentemente, alta relação C/N.

Essa característica faz com que esse material, ao ser utilizado diretamente como adubo orgânico, induza à deficiência de N em razão da imobilização temporária deste elemento na biomassa microbiana. A adição de uma dose extra de nitrogênio via ureia evidenciou que as plantas não se desenvolveram por causa da deficiência desse nutriente. Segundo Severino e outros (2004), a torta de mamona é um material de rápida decomposição e provavelmente a rápida liberação e disponibilidade de nutrientes às plantas pode explicar as vantagens do uso da torta sobre a casca de mamona neste estudo.

A torta de mamona se mineraliza e, consequentemente, disponibiliza seus nutrientes. Segundo Bon (1977), entre 75 e 100% do nitrogênio da torta de mamona foram nitrificados em três meses. Severino e outros. (2004) demonstraram que a quantidade de CO₂ mineralizada pela torta no período de 33 dias foi seis vezes maior que a do esterco bovino e 14 vezes maior que a do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), ou seja, o solo que recebeu adição de torta de mamona apresentou atividade microbiana muito maior que o solo que recebeu esterco bovino ou bagaço de cana-de-açúcar.

Como ração animal, a torta da mamona, apesar de seu alto teor de proteínas, só pode ser utilizada depois de destoxicada. Para eliminação de elementos tóxicos e alergênicos necessita de tecnologia viável em nível industrial para seu processamento.

Durante a década de 1960, a Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A (Sanbra) comercializou uma torta detoxicada designada *Lex Protéico* (PERRONE et al., 1966) e desde então pesquisas vêm sendo realizadas com alimentação animal. Contudo, o processo de produção do *Lex Protéico* foi protegido por patente. Apesar da eficiência na eliminação da toxidez, Perrone e outros (1966) relata que o *Lex Protéico* ainda conservava a presença de alérgenos.

A torta de mamona atoxicada, sem as proteínas tóxicas, em especial a ricina, pode ser usada plenamente na alimentação animal, ruminantes e alguns monogástricos, entrando na composição de rações

balanceadas (BELTRÃO, 2003). Considerando o uso da torta de mamona como alimento para animais, tem-se verificado que depois de eliminada a toxidez ela pode ser usada em substituição a do algodão e da soja, em especial em bovinos, podendo ser usada até para pintos, com até 12 dias de idade e no limite de 15% da ração (NAUFEL et al., 1962).

Melo e outros (2008) avaliaram a dose letal em camundongos (DL₅₀) para soluções de peptídeos alergênicos extraídos da torta de mamona e do resíduo sólido, obtido após a hidrólise. Os autores concluíram que o tratamento com H₂SO₄, na temperatura e tempo estabelecidos para a hidrólise do amido, foi responsável pela redução, em pelo menos 237 vezes, da letalidade da torta de mamona *in natura*, não resultando em morte de camundongos em período de até 96 h.

Assis e outros (1962) estudaram a possibilidade do emprego do farelo de torta de mamona detoxicada em substituição parcial da torta de algodão, em rações para vacas leiteiras, com duração experimental de 84 dias. Ração A: 100% torta de algodão e ração B: 80% de torta de algodão + 20% de farelo de torta de mamona detoxicada. Não obtiveram diferença entre as rações testadas com relação à produção de leite e variação de peso vivo, e apesar do consumo elevado das rações, não houve quaisquer alterações na saúde dos animais, aspecto considerado favorável no que diz respeito à aceitabilidade e inocuidade dos farelos experimentais.

A torta de mamona é uma excelente fonte de N, cuja liberação não é tão rápida quanto a de fertilizantes químicos, e nem tão lenta quanto a de esterco animal. Apresenta ainda propriedades inseticida e nematicida. Dutra e outros (2006) avaliaram o efeito da aplicação de silicato de cálcio, torta de mamona, comparando o desempenho desses produtos com o nematicida Counter GR[®] no controle de *Meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado no município de Jaboticatubas-MG. Observaram que a torta de mamona apresenta potencialidades para serem utilizadas no controle do nematóide em cafeeiro irrigado. Os resultados apresentados pela aplicação da torta de mamona podem

Considerando o uso da torta de mamona como alimento para animais, tem-se verificado que depois de eliminada a toxidez ela pode ser usada em substituição a do algodão e da soja

ser atribuídos, provavelmente, aos seguintes efeitos: ação do complexo ricina-ricinina presente na torta de mamona, que pode ter apresentado toxicidade aos nematóides; ação de aumento da rigidez das paredes celulares das raízes pela presença do silício; ação nutricional promovida pela torta de mamona e pelo silicato de cálcio, ou ainda pela ação conjunta desses efeitos.

A adição de torta de mamona no solo, com dosagens variando de acordo com a cultura e o tipo de solo e da riqueza ou não de nutrientes, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas aumenta o pH do solo, reduz a acidez total, eleva

o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo (LEAR, 1959). De acordo com Dutra e outros (2006), além de adubo orgânico, este produto possui importante atividade nematicida, podendo ser usada no controle de nematóides *Meloidogyne exigua* em cafeeiros.

Akhtar e Mohmood (1996) testaram diversos produtos no controle de nematóides, sendo um deles a torta de mamona colocada 15 dias antes do plantio na quantidade de 2.700 kg/ha, equivalente a 110 kg N/ha. Verificaram que a torta de mamona, além de fertilizar o solo, auxilia no controle de diversas espécies de nematóides causadores de distúrbios nas raízes de diversas espécies. A torta promove o aumento do *Meloidogyne aquaticus*, que é predador de várias espécies de nematóides causadores de doenças nas plantas.

A ricinina tem sido considerada como tóxica para insetos da ordem Coleópteros e dos Lepidópteros. A toxidez foi obtida pela inserção da ricina na dieta oferecida aos insetos, porém ela não é tóxica para todos os insetos, pois algumas espécies podem ingerir a proteína e não manifestar sintomas de toxidez, embora não se tenha investigado se a proteína é degradada no trato digestivo ou se não consegue atingir as células do animal (CARLINI; SÁ, 2002).

A adição de torta de mamona no solo, com dosagens variando de acordo com a cultura e o tipo de solo e da riqueza ou não de nutrientes, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas aumenta o pH do solo, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo (LEAR, 1959)

Lins e outros (2008) avaliaram o efeito da torta de mamona sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas de bananeira cultivar Terra e sobre a infestação por broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae). Observaram que a

torta de mamona favoreceu o crescimento das plantas em altura, aumentou o teor de clorofila e reduziu a população de *C. sordidus* nos rizomas de bananeira cultivar Terra.

Medeiros e Gonçalves (2007) avaliaram o efeito de óleo de neem (*Azadirachta indica*) 1% na dosagem de 62,5 L.ha⁻¹, torta de mamona na dosagem de 625 Kg.ha⁻¹,

extrato pirolenhoso no controle de danos produzidos em tubérculos de batata por insetos (*Phytophthora infestans*) presentes no solo, e observaram que no tratamento com extrato pirolenhoso e na testemunha a totalidade dos tubérculos amostrados apresentou danos causados por insetos. O percentual de dano foi reduzido para 98,3% e 93,3% dos tubérculos nos tratamentos com torta de mamona e com óleo de neem, respectivamente.

A análise do teor de amido da torta de mamona é fundamental para o estabelecimento de todas as correlações mássicas e determinação dos rendimentos de hidrólise e de fermentação. A torta de mamona apresenta um teor de amido igual a 48 ± 0,53% (m/m). Isso significa, considerando um processo hidrolítico com eficiência de 100%, que a hidrólise de 100 g de torta pode gerar 53 g de glicose. Esta quantidade de glicose, após fermentação, pode gerar até 25,3 g de etanol por 100 g de torta de mamona. A partir desses resultados e da eficiência de 32,2% observada na hidrólise ácida, pode-se projetar um rendimento de cerca de 102 l de etanol por tonelada de torta de mamona processada, o que corresponde a 64% do etanol demandado na etapa de transesterificação do óleo de mamona para obtenção dos ésteres etílicos (MELO et al., 2008).

Pinhão manso



Foto: Maria Isaura P. de Oliveira

O pinhão manso apresenta algumas semelhanças com a mamona. A planta apresenta frutos do tipo cápsula trilocular compostos de 53 a 62% de sementes. As sementes são compostas por 45% de casca e 55% de amêndoa, sendo que estes percentuais são variáveis em virtude de variedades, tratos culturais e condições ecológicas (SATURNINO, 2005; AKER, 1997). As sementes de pinhão manso contêm um óleo viscoso (cerca de 35-45%), que pode ser utilizado na fabricação de biodiesel (HELLER, 1996).

Entre as substâncias tóxicas presentes no pinhão manso destacam-se a curcina (uma toxoalbumina), inibidores de tripsina, ésteres do forbol 12-deoxi-16-Hidroxi-forbol e outros (CHEN; HOU; ZHANG, 1988; MENEZES et al., 2006).

A curcina apresenta características similares à ricina. Estas substâncias são duas das mais potentes toxinas do reino vegetal. Felke (1913) foi o primeiro a isolar a curcina. Os ésteres diterpenos foram isolados na semente (ADOLF; OPFERKUCH; HECKER, 1984) e raízes (NAENGCHOMNONG et al., 1986). Alguns esforços têm sido feitos para a remoção desses fatores antinutricionais (HASS; MITTELBALCH, 2000). Os ésteres de forbol decompõem com rapidez, pois são sensíveis a elevadas temperaturas, luz e oxigênio atmosférico (NIH, 2007). Segundo Hass e outros (2002), o isolamento destes compostos deve ser realizado em condições livres de oxigênio e a

extração sob fluxo contínuo de nitrogênio ou argônio, em razão da sensibilidade à oxidação.

A torta de pinhão manso consiste em até 62% da massa das sementes (GHANDI et al., 1995) e é um subproduto da extração do óleo, composta de celulose, hemicelulose, lignina, extrativos, água, sais minerais, ésteres de forbol e curcina (SRICHAROEN-CHAIKUL; MARUKATAT; ATONG, 2007; MAKKAR et al., 1997; GOEL et al. 2007). Suas propriedades são comparadas a outros fertilizantes orgânicos, como a torta de mamona, tendo-se em vista os teores elevados de nitrogênio, fósforo e potássio. Entretanto, aspectos de sua natureza como armazenamento, a formação de ácidos orgânicos e a degradação da lignina ainda mereçam estudos.

Aderibigbe e outros (1997) relataram o elevado teor de proteína bruta (58%) da torta desengordurada do pinhão manso oriundo da Nicarágua. Ainda segundo os mesmos autores, para a torta do pinhão ser utilizada em dietas de monogástricos teria que passar por um aquecimento úmido (67% de umidade) a 100°C por 60 min e aquecimento úmido (80% de umidade) a 130°C por 30 minutos, sendo capaz de elevar a degradabilidade *in vitro* do nitrogênio e reduzir os inibidores de tripsina. Para ruminantes, o aquecimento a seco a 160°C por 120 min foi suficiente para melhorar o valor nutritivo da torta de pinhão manso. Obtiveram ainda 82,9% de digestibilidade da matéria orgânica, 11,8 MJ kg⁻¹ de energia metabolizável e 73,3% de degradabilidade ruminal *in vitro* do nitrogênio, sendo inferior em 5%, 2,5 MJ kg⁻¹ e 7,6% ao farelo de soja (*Glycine max*), respectivamente.

De acordo com Aregheore, Becker e Makkar. (2003), os ésteres de forbol não podem ser eliminados pelo tratamento térmico, pois são estáveis e podem suportar temperaturas de até 160 °C durante 30 min.

A torta de pinhão manso pode servir de alimento para o gado. Contudo, o que limita a utilização desse coproduto da produção de biodiesel é a ineficiência dos processos de desintoxicação e o elevado teor de lignina da casa. Atualmente, a torta de pinhão manso *in natura* pode ser utilizada apenas como fertilizante, sendo rica em nitrogênio, fósforo e potássio (OPENSHAW, 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o incentivo à produção de biodiesel a partir de óleo de mamona e pinhão manso, haverá um grande volume de resíduos e coprodutos da prensagem das sementes. Nos projetos de biodiesel, a comercialização dos resíduos é parte fundamental na viabilização econômica das indústrias. A torta de mamona vem sendo usada há muito tempo como fertilizante, mas tem aplicações em diversas áreas, como na produção de biogás, de inseticida e ainda aplicação na indústria, como: fruticultura, horticultura, floricultura, culturas de café (*Coffea arabica* L.) e cana-de-açúcar e geração de bioetanol, por conta de seu alto teor de amido. Já o coproduto da extração do óleo das sementes do pinhão manso não foi avaliado em condições nacionais. Os coprodutos de ambas as culturas apresentam fatores antinutricionais e o conhecimento do seu valor nutritivo pode indicar se os esforços para a destoxicação são justificáveis. Portanto, mais pesquisas devem ser realizadas com estes subprodutos agroindustriais do biodiesel para melhores esclarecimentos quanto à digestibilidade das suas frações, níveis de inclusão na dieta de ruminantes e desempenho dos animais. A comprovação do potencial de utilização de coprodutos da mamona e do pinhão manso na alimentação de ruminantes será um fator positivo para a cultura.

REFERÊNCIAS

- ADERIBIGBE, O. et al. Chemical composition and effect of heat on organic matter- and nitrogen-degradability and some antinutritional components of *Jatropha* meal. *Animal Feed Science and Technology*. v. 67, p. 223-243, 1997.
- ADOLF, W.; OPFERKUCH, H. J.; HECKER, E. Hecker. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry*. v. 1, n.23, p. 129-132, 1984.
- AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Control of plantparasitic nematodes with organic and inorganic amend-ments in agricultural soil. *Applied Soil Ecology*, v. 4. p. 243-247, 1996.
- AKER, C. L. Growth and reproduction of *Jatropha curcas*. In: Giibitz, G. M. et al., *Biofuel and industrial product from Jatropha curcas*. 1997. p. 2-18.
- ASSIS, F.P. et al. Valor do farelo de torta de mamona atoxicada na alimentação de vacas leiteiras, em comparação com os farelos de torta de algodão e de amendoim. *Boletim de Indústria Animal*. v.20, p.35-38, 1962.
- AREGHEORE, E. M.; BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Detoxification of a toxic variety of *Jatropha curcas* using heat and chemical treatments, and preliminary nutritional evaluation with rats. *South Pacific Journal of Natural Science*, v. 21, p. 50-56, 2003.
- AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p. il.
- BELTRÃO, N. E. M. *Torta de mamona (Ricinus communis L.): fertilizante e alimento*. [Brasília: Embrapa, 2003. (Comunicado Técnico, n. 171). Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona/publicacoes/comunicacoes/02.PD>. Acesso em: 14 dez. 2008.
- BON, J.H. *Solubilização das proteínas da mamona por enzimas proteolíticas*. 1977. 136p. Dissertação de Mestrado. UFRJ, Rio de Janeiro.
- BOSE, M. L. V.; WANDERLEY, R. da C. Digestividade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona desintoxicado e de ferro de alfafa em ovinos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 17, n. 5. p. 456-464, 1988.
- CARLINI, C. R.; SÁ, M. F. G. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. *Toxicol*, v. 40, p. 1515-1539, 2002.
- CHEN, M. J., HOU, L. L., ZHANG, G. W. The diterpenoids from *Jatropha curcas* L. *Acta Botanica Sinica*, v. 30, n.3, p. 308-311, 1988.
- DUTRA, M. R. et al. Utilização de silicato de cálcio e torta de mamona no controle do nematóide *meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju, SE. *Cenário Atual e Perspectivas: anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão. 2006.
- EVANGELISTA, A. R. et al. Avaliação da composição química de tortas de mamona e amendoim obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande-PB. *Energia e Sustentabilidade: anais...* Campina Grande-PB, 2004.
- FELKE, J. *Über die Giftstoffe der Samen von Jatropha curcas*. *Landw. Vers. Stat.* n. 82, p. 427-467, 1913.
- GANDHI, V. M.; CHERIAN, K. M.; MULKY, M. J. Toxicological Studies on Ratanjyot Oil. *Food and Chemical Toxicology*, n. 33, p. 39-42, 1995.
- GARDNER JUNIOR, H. K. et al.. Detoxification and deallergenization of castor beans. *The Journal of the American Oil Chemists Society*. n. 37, p. 142-148, 1960.
- GOEL, G. et al. Phorbol esters: structure, biological activity, and toxicity in animals. *International Journal of Toxicology*. n. 26 p. 279-288, 2007.
- HAAS, W.; MITTELBAACH, M. Detoxification experiments with the seed oil from *Jatropha curcas* L. *Industrial Crops and Products*, n. 12, p. 111-118, 2000.
- HAAS, W.; STERK, H.; MITTELBAACH, M. Novel 12-Deoxy-16-hydroxyphorbol Diesters Isolated from the Seed Oil of *Jatropha curcas*. *Journal of Natural Products*, n. 65, p. 1434-1440, 2002.
- HELLER, J. *Physic nut (Jatropha curcas): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1996. 66 p.

- LEAR, B. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. *Plant Disease Reporter*, v. 43, n. 4, p. 459-460, 1959.
- LIMA, R.L.S. et al. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Caatinga* (Mossoró, Brasil), v. 21, n. 5, p.102-106, dez. 2008.
- LINS, L. C. R. de. et al. Torta de mamona no desenvolvimento de bananeira cv. terra e infestação por *Cosmopolites sordidu*. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20. ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008. Vitória/ES, 2008, Disponível em: < http://200.137.78.15/cd_XXCBF/paginas/Entomologia/20080731_211647.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2008.
- MAKKAR, H. P. S. et al. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. *Journal of Agriculture and Food Chemintry*, v. 45, p.3152-3157, 1997.
- MARTINEZ-HERRERA, J. et al. Chemical composition, toxic/ antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chemintry*, v. 96, p. 80-89, 2006.
- MEDEIROS, C. A. B.; GONÇALVES, M. de M. Avaliação de produtos alternativos no controle de danos causados por insetos em tubérculos de batata cultivada em sistema orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*. v. 2, n. 2, out. 2007.
- MELO, W. C. et al. Produção de etanol a partir de torta de mamona (*Ricinus communis* L.) e avaliação da letalidade da torta hidrolisada para camundongos. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1104-1106, 2008.
Meloidogyne exigua em cafeeiro irrigado Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/052.pdf>.
- MENEZES, R.G. et al. *Jatropha curcas* poisoning, Ind. *Journal Pediatrics*. v. 73, p. 634, 2006.
- MOSHKIN, V. A.: *Castor*. Amerind: New Delhi, 1986.
- NAENGCHOMMONG, W. et al. Isolation and structure determination of four novel diterpenes. *Tetrahedron Letters* . v. 27, n. 22, p.2439-2442, 1986.
- NAUFEL, F. et al. Efeitos comparativos da administração de farelos de torta de mamona atoxicada, de soja e de algodão na dieta de vacas em lactação. *Boletim da indústria animal*, n. 20, p. 47-53, 1962.
- NIN, *Croton oil and phorbol esters*. National Institutes of Health, Division of Occupational Health and Safety, Bethesda MD, USA. Safety Date Sheet, 11p, 2007.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy*, n. 19, p. 1-15, 2000.
- PERRONE, J. C. et al. *Contribuição ao estudo da torta de mamona*. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1966. 51 p.
- SATURNINO, Heloisa M. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário: produção de oleaginosas para biodiesel*., Belo Horizonte, v. 26, n.229, p.44-78, 2005.
- SAVY FILHO, A. et al. *Varietades de mamona do Instituto Agrônômico*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. (IAC. Boletim Técnico, 183).
- SEVERINO, L.S. et al. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 5, n.1, 1. sem. 2004.
- SILVA, N. M. *Estudo preliminar do emprego de torta de mamona associada à adubação mineral do algodoeiro*. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1971. 8 p.
- SRICHAROENCHAIKUL, V., MARUKATAT, C.; ATONG, D. Fuel production from physic nut (*Jatropha curcas* L.) waste by fixed-bed pyrolysis process. *Thaiscience*, 23-25, 2007.

Tecnologia e potencial de produção de energia a partir da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos na Bahia

Sabine Robra^A
Ana M. de Oliveira^B
Rosenira S. da Cruz^C
José A. de Almeida Neto^D

Resumo

O estado da Bahia ocupa uma posição de destaque no cenário da agropecuária nacional. Associada à produção de matérias-primas úteis, uma gama variada de resíduos orgânicos não lignocelulósicos são produzidos e podem, se aproveitados pela biodigestão, gerar benefícios econômicos e ambientais com a produção de energia renovável e neutra em CO₂. Este estudo avaliou o potencial atual de produção de energia dos principais resíduos orgânicos, considerando as tecnologias atualmente disponíveis. O potencial energético dos resíduos estudados representa mais de 13% da capacidade de geração das termelétricas nacionais a gás natural. Os resultados encontrados demonstram a necessidade e importância de investimentos na formação de recursos humanos, na difusão de conhecimentos e implantação de projetos pilotos destinados à popularização desta tecnologia na Bahia.

Palavras-chave: Metano. Biogás. Biodigestão. Biomassa. Bahia.

Abstract

The State of Bahia is at the forefront of the national agricultural scene. Associated to the production of useful raw materials, a varied range of non-lignocellulosic organic residues are produced. These can produce economic and environmental benefits with the production of renewable and CO₂ neutral energy, if biodigestion is used. This study evaluated the current potential of producing energy from the principal organic residues, considering technologies which are presently available. The energy potential of the residues studied represents more than 13% of national natural gas fired thermoelectric power plant production capacity. The results obtained show the need and importance for investments in human resource training, for circulating knowledge and introducing pilot projects aimed at popularizing this technology in Bahia.

Keywords: Methane. Biogas. Biodigestion. Biomass. Bahia.

INTRODUÇÃO

A Bahia, com seu clima tropical, apresenta alta taxa de radiação solar, taxa de pluviosidade e solos

apropriados para todos os fins da produção agrícola, sendo, portanto, favorável para a produção dos mais diversos tipos de biomassa, sejam eles de origem animal ou vegetal. Durante a produção, a colheita e o beneficiamento dessa biomassa estão sendo produzidos resíduos, adequados para a geração do biogás, uma fonte de energia renovável e neutra com relação à emissão de CO₂. Além disso, existem várias áreas energeticamente pouco exploradas, como o lixo sólido urbano, as estações de tratamento de águas residuais, além de resíduos orgânicos oriundos da produção agrícola e industrial, por exemplo, do álcool e açúcar e da cadeia de produção do biodiesel.

^A Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); graduada em Agronomia pela Universität Kassel; pesquisadora do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente, da Universidade Estadual de Santa Cruz. srobra@web.de

^B Doutora e mestre em Farmacologia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP/USP); graduada em Ciências Biológicas Modalidade Médica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); professora da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ).

^C Doutora em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); mestre em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); professora titular e pesquisadora do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). roserpa@uesc.br

^D Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade de Kassel; mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); professor e pesquisador do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). jalmeida@uesc.br

O biogás é uma mistura dos gases metano, dióxido de carbono e de traços de outros gases, oriundos da decomposição bacteriana de matéria orgânica em ambiente anaeróbio, como encontrado em pântanos, lavouras de arroz, no trato digestivo de ruminantes, mas também em lagoas de estabilização e lixões. O biogás pode ser utilizado para fins energéticos se gerado de maneira controlada, em biodigestores, ou captado em aterros sanitários. A melhor produção de biogás acontece em ambientes com temperaturas estáveis na faixa de 35-38 °C (processo mesofílico) ou na faixa de 55-58 °C (processo termofílico). A composição do biogás varia consideravelmente segundo as matérias-primas utilizadas, porém, geralmente se encontra nas faixas exibidas na Tabela 1.

O componente principal do biogás, o metano (CH₄), é um hidrocarboneto inflamável, com valor calorífico de 35,89 MJ·m⁻³, que dá ao biogás seu valor como combustível. O metano, quando emitido pela atmosfera, tem um potencial de efeito estufa 21 vezes maior que o dióxido de carbono (US EPA, 2009).

A decomposição microbiana de compostos orgânicos em ambiente anaeróbio, sem presença de oxigênio, dá-se pela ação de vários grupos de bactérias e acontece em quatro etapas. Nas primeiras duas etapas, a hidrólise seguida pela acidogênese, bactérias anaeróbias facultativas quebram os nutrientes em moléculas menores e se formam ácidos voláteis de cadeia curta. Na terceira etapa os ácidos voláteis são transformados em ácido acético, que serve como substrato principal das bactérias metanogênicas (produtoras de metano), na última etapa da decomposição. Já que a maior parte dos ácidos voláteis são degradados, o resíduo da biodigestão é livre de odores fortes. Além disso, todos os nutrientes, como o potássio, o fósforo e o

nitrogênio, encontram-se neste efluente, o último na forma de NH₄, que permite a fácil absorção pelas raízes das plantas e, portanto, apresenta alto valor fertilizante (QUADROS et al., 2007a).

Resíduos orgânicos, quando depositados no meio ambiente sem tratamento adequado, via de regra são decompostos por bactérias e, portanto, podem provocar a emissão de metano. Como exemplos podem ser citados dejetos animais e águas residuais das indústrias de cana-de-açúcar e de óleo de dendê, quando tratados em lagoas, bem como lixo orgânico em aterros e lixões. Portanto, o tratamento anaeróbio controlado de resíduos orgânicos exige a captação do biogás gerado e a destruição deste gás pela queima, ou diretamente através de um *flare* ou ainda da utilização do gás como combustível.

Desenvolvimento histórico da biodigestão e produção do biogás

Embora no século XIX, antes da descoberta do petróleo, várias experiências da utilização do biogás como fonte de energia para a geração de calor e de luz tenham sido feitas na Europa e na Índia, a tecnologia da biodigestão teve sua aplicação mais divulgada no tratamento anaeróbio de lodos de estações de tratamento de águas residuais municipais. Alguns anos após a Segunda Guerra Mundial, a tecnologia foi estendida também à agricultura, onde se utilizava os dejetos de bovinos e de suínos, além de outros resíduos orgânicos disponíveis nas fazendas, para a geração do biogás (NOACK, 1955). Nos anos 1960, o petróleo, por oferecer um combustível imbatível quanto ao preço e à disponibilidade, acabou com a maior parte das iniciativas, que depois só foram retomadas em épocas com escassez nas

Tabela 1
Componentes principais do biogás

Componente	Concentração em			
		Biodigestores	Aterro sanitário	
Metano	CH ₄	%	55 – 70	45 – 55
Dióxido de carbono	CO ₂	%	30 – 45	30 – 40
Nitrogênio	N ₂	%	< 1	5 – 15
Gás sulfídrico	H ₂ S	ppm	10 – 2.000	50 – 300

Fonte: Adaptado de Hofmann e outros (2002).

décadas de 1970 e 1980, como consequência da crise do petróleo (BISCHOFBERGER et al. 2005). Entretanto, a geração do biogás já foi amplamente disseminada em países em desenvolvimento, desde os anos 50 do século passado, em escala pequena e com tecnologia simples, e em ambiente rural descentralizado. Apesar de nas décadas de 1970 a 1990 terem sido implantadas algumas centenas de pequenos biodigestores rurais na África, na Ásia e na América Latina (WERNER et al., 1988), a tecnologia não avançou em escala desejada em razão de falhas na tecnologia, no treinamento dos agricultores e pela falta de iniciativas governamentais em conjunto com custos elevados (BHATIA, 1990; MARAWANYIKA, 1993; BIANCHI, 1994). No início da década de 1990, a preocupação com a mudança climática por causa da emissão de CO₂ de fontes fósseis na atmosfera e a futura escassez do petróleo motivou a retomada das pesquisas sobre a utilização do biogás em vários países, estimuladas também por diversos programas de fomento, em nível nacional e internacional. Especialmente na Alemanha, medidas governamentais estimularam um forte desenvolvimento da tecnologia, garantindo aos agricultores preços para a eletricidade gerada por biogás a partir de dejetos animais e biomassa cultivada superiores aos da eletricidade gerada por termelétricas (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTOR-SICHERHEIT, 2008).

Utilização do biogás

A energia contida no biogás pode ser aproveitada em várias formas. Na Alemanha e na Dinamarca, por exemplo, o uso principal é na geração de energia elétrica para a rede nacional. Nos últimos anos, a purificação

do biogás e a injeção aos gasodutos do gás natural também estão ganhando cada vez mais importância.

Os biodigestores rurais na Índia e na China produzem biogás principalmente para iluminação, cocção, aquecimento, secagem de produtos agrícolas e também geração de energia elétrica em pequena escala.

A Tabela 2 mostra os custos e as quantidades necessárias do biogás e dos seus concorrentes diretos, o GLP e o GN, para gerar 1 GJ de energia.

Tipos de biodigestores

Existe uma ampla gama de tipos de biodigestores para todos os tipos de substratos, sejam eles sólidos, semissólidos ou líquidos, desde os mais simples, onde, via de regra, se usa apenas um único substrato, como dejetos provenientes do rebanho, até os tecnicamente mais sofisticados, que são alimentados com uma mistura de substratos otimizada para alto rendimento de biogás e curto tempo de retenção. Os biodigestores mais simples consistem, basicamente, de uma lagoa revestida por uma lona impermeável e coberta por uma lona de vedação de gás, não possuem sistemas de agitação e aquecimento e são mantidos em sistema batelada, ou seja, são abastecidos com o substrato e depois de um tempo de espera, ao redor de 120 dias, a produção do biogás cessa e o efluente pode ser utilizado como biofertilizante. Este sistema é barato, porém requer amplo espaço, o que pode se constituir num problema quando grandes quantidades de dejetos têm que ser tratados. Existem diversas variações deste tipo de biodigestores, também para funcionamento em sistema semicontínuo ou contínuo, com sistemas de agitação por meio hidráulico ou movido pelo bombeamento do próprio biogás.

Tabela 2
Comparação do volume e do custo de uma unidade de energia (GJ) para os combustíveis gasosos GLP, GN e biogás com diferentes teores de metano

Unidade	GLP ¹	Gás natural ²	Biogás ³	Biogás ⁴
m ³	10,94	26,54	50,00	45,45
R\$	59,45	31,06	a calcular	a calcular

Fonte: Elaboração própria.

¹ Botijão de 13 kg, R\$ 36,00.

² Adaptado de Krona (2009) e de Rödel e Richetti (2006).

³ 55% de metano.

⁴ 60% de metano.

Os biodigestores tipo “indiano” e “chinês” foram desenvolvidos para o fornecimento de gás para o cozimento e a iluminação em pequenas propriedades rurais, e podem ser alimentados com uma variedade de substratos, como os dejetos animais, restos de frutas e comidas, e dejetos humanos. A construção é subterrânea e feita em alvenaria (DEGANUTTI et al., 2002).

Os reatores do tipo “mistura completa”, muito utilizados em fazendas alemãs, normalmente consistem de dois reatores em forma cilíndrica. O reator principal é equipado com um sistema de aquecimento e um ou mais sistemas de agitação, enquanto o segundo reator serve para o armazenamento do substrato digerido. O tempo de residência destes reatores depende dos substratos, sendo de um modo geral entre 20 e 50 dias, quando compostos por uma mistura de dejetos animais, biomassa cultivada e outros resíduos orgânicos apropriados.

Os reatores UASB¹ foram, em princípio, desenvolvidos para o tratamento de grandes quantidades de águas residuais com altos teores de DBO e DQO, porém com baixo teor de sólidos totais. O sistema é compacto e não utiliza sistemas de agitação e de aquecimento. Além de baixos custos de construção e operação, o consumo de energia também é baixo, especialmente em países com clima quente, onde não há necessidade de aquecimento (JORDÃO; SOBRINHO, 2004). Este tipo de reator tem aparência de uma torre. A água residual é introduzida na parte inferior do reator e em algumas horas atinge a parte superior, onde são separadas as fases gasosas e aquosas. No fundo do reator UASB forma-se um leito de lodo composto de grânulos de bactérias imobilizadas, pelo qual a água passa, garantindo íntimo contato dos compostos orgânicos com a superfície dos grânulos, e subsequente degradação, metabolização e produção de biogás (MCHUGH et al., 2003).

O biogás que se forma em aterros é um fenômeno recente que surgiu com o início da deposição

controlada de lixo em aterros modernos na década de 1970, onde por compactação é criado um ambiente anaeróbio dentro do aterro (MELCHIOR, 2002). A cobertura do aterro por uma camada impermeável, a captação do biogás que se forma e a sua destruição são medidas importantes para a proteção do clima.

O biogás que se forma em aterros é um fenômeno recente que surgiu com o início da deposição controlada de lixo em aterros modernos na década de 1970

Biogás no Brasil e no mundo

A China é líder mundial em termos de biodigestores instalados, seguida pela Índia, Egito e Peru. A China, que aprovou uma lei sobre o fomento de energias renováveis no ano 2005, possui o maior número de biodigestores rurais, com 5 milhões de unidades instaladas, e segundo os planos do governo, cerca de 50 milhões famílias serão beneficiadas com esta tecnologia até o ano 2010 (INWENT, 2009).

Através do Programa Nacional sobre o Desenvolvimento do Biogás (*National Project on Biogas Development*), lançado nos anos 1981-82, a Índia começou a promover a instalação de pequenos biodigestores com tecnologia simples no meio rural, principalmente para o suprimento de energia para cozinhar. O objetivo para o período de 2008-2009 é a implantação de 116.500 biodigestores rurais em escala familiar, com capacidade de 1 a 4 m³ (ÍNDIA, 2009). Segundo informações do governo indiano, foram instalados, até agora, aproximadamente três milhões de biodigestores em escala familiar (PRESS INFORMATION BUREAU OF THE GOVERNMENT OF INDIA, 2009).

Na Europa, especialmente na Alemanha, foi observado um crescimento rápido do número de usinas para a produção do biogás no meio rural depois que o governo lançou um programa para estimular este tipo de energia renovável. Hoje existem neste país usinas de biodigestão de médio e grande porte, com capacidade média instalada entre 150 e 350 kW. O biogás é transformado em energia elétrica para a rede nacional ou, recentemente, purificado para atingir a qualidade do gás natural e injetado nos gasodutos. Na Alemanha, onde estavam em funcionamento, no fim do ano 2008, perto de 4.000 usinas de biogás

¹ Upflow anaerobic sludge blanket - leito de lodo com fluxo ascendente.

(ASSOCIAÇÃO ALEMÃ DE BIOGÁS, 2009), o objetivo é a produção de 25 a 30% de energia elétrica e 14% da demanda de calor proveniente de energias renováveis, até o ano 2020 (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTOR-SICHERHEIT, 2008). É importante destacar que, na Europa, a produção da biomassa como matéria-prima é responsável por aproximadamente 50% dos custos totais da geração dessa forma de energia. No inverno, a vegetação permanece em estado de dormência por quase seis meses, portanto é preciso estocar a maior parte dos substratos previstos para a alimentação dos reatores, em forma de silagem (RAUSSEN, 2008). Mesmo assim, nos últimos dez anos, a geração de bioenergia se tornou mais uma atividade agrícola na Alemanha e muitos agricultores, hoje proprietários de uma usina de biogás, se tornaram também “energicultores”.

No Brasil, a biodigestão, especificamente para a geração de energia na forma de biogás, ainda está em desenvolvimento, embora o uso da tecnologia anaeróbia para o tratamento de águas residuais esteja crescendo constantemente. O sistema mais utilizado para o tratamento de águas residuais domésticas e industriais é o reator UASB (JORDÃO; SOBRINHO, 2004). O tratamento anaeróbio em sistema de lagoa com lona impermeável, também chamado de “sistema canadense”, a princípio, é utilizado para o tratamento de dejetos animais, especialmente de suínos, no sul e no centro-oeste do país, em regiões com alto índice de produção de suínos e aves. O biogás produzido nestes biodigestores é queimado, sendo utilizado para a venda de créditos de carbono, ou também para a geração de energia térmica e elétrica (EMBRAPA, 2005).

O sistema de reator de mistura completa ainda apresenta-se como uma novidade no Brasil, por causa dos custos de instalação deste sistema e dos baixos preços de energia elétrica. Porém, com a expectativa do aumento do preço do gás natural e a implementação de uma base legal para o estímulo de energias renováveis, espera-se um aumento na utilização deste tipo de reator, também em escala industrial, pela abundância e versatilidade de substratos disponíveis para sua alimentação.

O biogás proveniente de aterros já está sendo tratado e utilizado no Brasil, por exemplo, no aterro Bandeirantes, em São Paulo, e no Aterro do Centro, em Salvador. O biogás pode ser queimado através de um *flare*, ou, após remoção do gás sulfídrico, pode ser utilizado para a geração de energia elétrica por geradores acoplados a motores de combustão interna ciclo Otto ou ciclo Diesel, ou em turbinas a gás.

O POTENCIAL PARA A GERAÇÃO DO BIOGÁS NA BAHIA

O potencial dos resíduos gerados por atividades agropecuárias

Os principais produtos da agropecuária baiana que geram resíduos na sua produção ou no seu processamento são: o rebanho animal (bovinos, ovinos e suínos), as oleaginosas, (soja, dendê e mamona), as frutíferas tropicais, as plantas produtoras de amido (gramíneas, tubérculos), as plantas fibrosas (algodão, sisal) e cana-de-açúcar para a produção de álcool e açúcar (Tabela 3).

Tabela 3
Produção agropecuária baiana – 2007

Produto	Unidade	Bahia	Brasil (%)
Animais (bovino, suínos, ovinos e caprinos)	Cabeças	11.385.723	7,46
Oleaginosas (soja, mamona, dendê etc.)	t	2.395.644	4,09
Grãos, mandioca, feijão etc.	t	6.465.325	6,98
Fibras (algodão, sisal etc.)	t	1.387.714	31,72
Frutíferas	t	3.142.226	8,52
Cana-de-açúcar	t	2.522.923	0,51

Fontes: PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, 2007, BAHIA, 2004; FAOSTAT, 2009.

Todas as cadeias de produção geram resíduos em forma de biomassa, que muitas vezes estão sendo aproveitados como adubos, sem tratamento, e, em outros casos, não são aproveitados e são destinados inadequadamente.

Este trabalho tem como objetivo a avaliação do potencial de biogás no estado da Bahia que pode ser gerado a partir da biomassa residual produzida pelo rebanho, pelas oleaginosas – mamona e dendê –, pela indústria da cana-de-açúcar e pelos resíduos sólidos e líquidos gerados nos centros urbanos – biogás produzido de aterros e de esgotos.

Dejetos de animais (Cenário 1)

Como apresentado na Tabela 3, o setor agropecuário baiano é forte, contando com 5,7% do gado (11.385.723 animais), 5,3% dos suínos (1.904.699 animais) e 33,7% dos caprinos (3.187.839 animais) do Brasil (PESQUISA DA PECUÁRIA MUNICIPAL, 2007). Com o crescimento da criação em sistemas confinados observa-se o acúmulo de grandes quantidades de dejetos, concentrados em áreas relativamente pequenas, aumentando o risco de impactos ambientais negativos. A solução deste impasse passa pela implantação de novos sistemas de manejo desses dejetos, a serem adotados pelos produtores rurais e pelas agroindústrias. Segundo estimativa de Quadros (2005), um confinamento de 1.000 cabeças, mantidas em quatro hectares, representa um potencial de poluição semelhante a uma cidade de 6.000 habitantes. Os dejetos dos animais mantidos em sistema confinado podem ser utilizados como matéria-prima para a biodigestão e geração do biogás.

Bovinos

Segundo informações da Associação dos Criadores de Gado do Oeste da Bahia (2009) foram criados na Bahia, aproximadamente, 550.000 cabeças de gado em sistema confinado, no ano 2007. Assumindo um teor de matéria seca (MS) de 16% e um teor de matéria orgânica (MO) de 80%, na MS, os dejetos destes animais, se utilizados na produção de biogás, correspondem a um potencial de 1.420,2 TJ por ano (Tabela 4).

Tabela 4
Potencial energético do biogás dos dejetos bovinos confinados na Bahia

Parâmetro	Unidade	Valor
Dejetos por animal e dia ¹	kg	10
Potencial de biogás por kg de dejetos frescos ^{1,2,3} (16% de MS, 80% MO)	m ³	0,036
Quantidade de biogás por ano	10 ³ m ³	71.948,8
Teor de metano ²	%	55
PCI do metano	GJ/m ³	0,036
Potencial energético por ano	TJ	1420,2

¹ Nagamani e Ramasamy (1999).

² KTBL (2007).

³ Erickson e outros (2003).

Caprinos e ovinos

A avaliação do potencial de biogás gerado a partir de dejetos de caprinos e ovinos foi feita com base nos dados disponíveis sobre ovinos e caprinos criados em confinamento. Segundo estudo de Quadros e outros (2007b), a produção diária de esterco de 100 animais presos à noite corresponde a 50 kg, logo, os animais em confinamento o tempo inteiro produzem 100 kg de esterco por dia. A Tabela 5 mostra o potencial energético apenas levando em consideração os rebanhos de ovinos e caprinos de dois fornecedores de carne ovina e caprina das cooperativas Sertão do São Francisco, com 77.000 animais, e do Projeto de Jussara, na região de Irecê, com 65.000 animais, criados em sistema de confinamento (CODEVASF, 2008).

Tabela 5
Potencial energético do biogás de dejetos ovinos e caprinos de duas cooperativas produtoras de carne ovina/bovina na Bahia

Parâmetro	Unidade	Valor
Dejetos por animal e dia ¹	kg	1,0
Potencial de biogás por kg de dejetos frescos ^{1,2}	m ³	0,061
Quantidade de biogás por ano	10 ³ m ³	3.161,6
Teor de metano ¹	%	58,0
PCI do metano	GJ/m ³	0,036
Potencial energético por ano	GJ	65,8

¹ adaptado de Quadros e outros (2007b).

² KTBL (2007) (60% de MS, 80% MO).

Suínos

Segundo levantamento do IBGE (PESQUISA DA PECUÁRIA NACIONAL, 2007), foram criados, no ano 2007, 1.904.699 animais pelos suinocultores

baianos, o que corresponde a 5,3% do rebanho suíno brasileiro. Na Tabela 6 é apresentado o potencial energético do volume de dejetos produzido por este plantel.

Tabela 6
Potencial energético do biogás dos dejetos suínos na Bahia

Parâmetro	Unidade	Valor
Dejetos por animal e dia ¹	kg	6
Potencial de biogás por kg de dejetos frescos ¹	m ³	0,019
Quantidade de biogás por ano	10 ³ m ³	80.088,7
Teor de metano ¹	%	60
PCI do metano	GJ.m ⁻³	0,036
Potencial energético por ano	TJ	1724,6

¹ KTBL (2007) (6% de MS, 80% MO).

Neste cenário, o potencial energético anual dos dejetos bovinos, caprinos/ovinos e suínos, quando convertido em biogás, atinge 3.210,7 TJ, que convertidos em energia elétrica, considerando uma eficiência energética de 40%, correspondem a 356,7 GWh_{el}, o equivalente a aproximadamente 3,4% da energia elétrica gerada pelas termelétricas brasileiras a gás natural em 2007 (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2008)

Potencial da adição da glicerina bruta do biodiesel (Cenário 2)

A cadeia de produção do biodiesel gera um resíduo, a glicerina bruta, sendo que por cada m³ de biodiesel são produzidos 100 l da glicerina. Essa glicerina bruta contém quantidades do catalisador utilizado na transesterificação do óleo vegetal, além de outras impurezas, e exige um tratamento de purificação para servir como matéria-prima da indústria química, cosmética e alimentícia. Embora na forma purificada a glicerina seja um produto de alto valor, muitas vezes não é economicamente viável a sua purificação. Outro uso da glicerina pode ser como co-substrato na biodigestão para a produção do biogás, onde tem efeito potencializador para substratos pobres em carbono de fácil degradabilidade, como, por exemplo, os dejetos bovinos. Os resultados de um estudo de Amon (2004) indicaram que a glicerina bruta pode ser

usada como suplemento na biodigestão anaeróbica de dejetos suínos, proporcionando um aumento de 270% na produção de biogás e de 6,3% no seu teor em metano quando adicionada em proporções de 6% m/m. Os resultados de Robra (2007) apontam na mesma direção: com a adição de apenas 5% de glicerina bruta a dejetos bovinos, o rendimento de biogás aumentou em 207% e o teor de metano aumentou em 6,3%. Para aplicar os resultados dessas pesquisas às quantidades de glicerina bruta produzidas na Bahia no ano 2008, construiu-se um segundo cenário. Considerando que a quantidade de glicerina produzida na Bahia, em 2008, foi de 6.598 m³ (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS, 2009) e levando-se em conta a adição de 5% de glicerina bruta nos dejetos bovinos, então serão necessários 132.000 m³ de dejetos para triplicar a produção do biogás destes, resultando num potencial energético de 296.965 GJ, como mostrado na Tabela 7.

Tabela 7
Efeito potencializador da glicerina bruta no rendimento do biogás

Parâmetro	Unidade	Valor
Biodiesel produzido na Bahia, 2008	m ³	65.982
Glicerina (10% da produção)	m ³	6.598
Quantidade de dejetos necessários (95%)	m ³	132.000
Potencial de biogás dos dejetos ¹	10 ³ m ³	4.730,9
Aumento do biogás em 200%	10 ³ m ³	9.461,8
Quantidade de metano (55%)	10 ³ m ³	5.204,0
Aumento do metano em 6%	10 ³ m ³	5.516,2
Potencial energético dos dejetos potencializados	TJ	297,0

¹ potencial energético calculado com base nos resultados obtidos em (ROBRA, 2007).

A comparação das quantidades de biogás e energia que podem ser geradas a partir dos dejetos apresentados no Cenário 1, com as quantidades potencializadas pela adição da glicerina, resultam no seguinte quadro apresentado na Tabela 8.

Como mostrado na Tabela 8, a inclusão dos 6.589 t de glicerina como substrato na biodigestão de dejetos gera uma quantidade adicional de energia de 203,57 TJ, comparado com o uso só dos dejetos animais, equivalente a um potencial elétrico adicional de 22,6 GWh_{el}.

Tabela 8
Comparação dos cenários 1 e 2

Parâmetro	Unidade	Cenário 1 – sem glicerina	Cenário 2 – com glicerina
Dejetos	10 ³ t	6.230,6	6.230,6
Glicerina	t	0,0	6.598,0
Metano	10 ³ m ³	89.458,9	95.131,2
Potencial energético	TJ	3.210,7	3.414,3
Energia elétrica (fator de conversão 40%)	MWh	356,7	379,3
Potência	MW	40,7	43,3

Fonte: Elaboração própria.

Agricultura e agroindústria

Oleaginosas – Mamona

Entre as oleaginosas, a mamona e o dendê geram resíduos e co-produtos em escala significativa na sua produção, que podem ser utilizados como substrato para a produção do biogás.

No ano 2007 foram produzidas na Bahia 319.402t de mamona (PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL 2007). Segundo Almeida e outros (2006), uma tonelada de sementes de mamona gera 37,5 kg de torta, que está sendo utilizada, principalmente, como fertilizante orgânico, não sendo, portanto, devidamente aproveitado o teor energético em forma de carbono presente na torta. Além da torta, gera-se no processo do esmagamento um resíduo, a borra, uma substância preta, pastosa e com considerável teor de gordura, quando a extração por solvente não é utilizada (SÁ JUNIOR, 2007). Em razão da falta de dados sobre a quantidade da borra gerada no processo, essa proporção foi estimada em 5%

Tabela 9
Composição bromatológica e potencial para a geração do biogás, da torta e da borra de mamona

Parâmetro	Torta (% da MS)	Borra (% da MS)
MS (%)	91,87 ¹	54,71 ²
Proteína (%)	28,74 ¹	19,99 ²
Gordura (%)	13,1 ¹	21,11 ²
Cinzas (%)	12,11 ¹	4,47 ²
Biogás (L/g de MF)	280 ³	200 ³
Teor de metano (%)	65 ³	64 ³
Produção 2007 (t)	119.776	5.989
Potencial de biogás (10 ³ m ³)	55.277,3	1.063,7
Potencial energético (TJ)	1.289,5	24,4

¹ Costa e outros (2004)² Robra e outros (2007)³ calculado segundo Keymer e Schilcher (1999)

do óleo, com base nos dados apresentados por Remmele (2007). A composição da torta de mamona e da borra, os rendimentos em biogás, calculados segundo Keymer e Schilcher (1999), e o potencial para a geração do biogás destes co-produtos na Bahia são apresentados na Tabela 9.

Oleaginosas – Dendê

Na Bahia foram processados 203.773 t de cachos de frutos frescos (CFF) (PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, 2007) pela indústria do óleo de dendê. Considerando uma eficiência da extração de 16%, essa quantidade resultou numa produção de 32.604 t de óleo de dendê. Para cada tonelada de óleo produz-se, aproximadamente, de três a quatro toneladas de um efluente, chamado de *POME*² (SUBRAMANIAM et al., 2008). Este efluente ainda contém óleo e outras substâncias ricas em compostos de carbono, resultando num DQO médio de 50.000 mL.L⁻¹ (AHMAD; ISMAIL; BHATIA, 2003). Nas grandes usinas de óleo de dendê na Bahia, este efluente está sendo distribuído nas plantações de dendezeiros como fertirrigação (ALMEIDA NETO et al., 2008). Como mostram exemplos em outros países produtores de óleo de palma, como Malásia, Tailândia, Indonésia e Honduras, os compostos de carbono contidos no efluente podem ser aproveitados para a produção de energia, através da geração do biogás. Segundo Borja, Banks e Sanches (1996), um kg de DQO gera aproximadamente 0,3 m³ de metano, e a eficiência de remoção da DQO é de 90%. Os dados de produção de CFF e óleo de dendê no ano 2007, e o potencial para a geração do biogás pelos efluentes da produção, se encontram na Tabela 10.

² Palm Oil Mill Effluent – efluente de usina de óleo de palma.

Tabela 10
Produção de dendê na Bahia e potencial energético do efluente da produção do óleo

Parâmetro	Unidade	Valor
CFF	10 ³ t	203,8
Produção de óleo	t.a ⁻¹	32.604
Produção de águas residuais	10 ³ m ³ .a ⁻¹	130,4
DQO	t	4.043
Metano	10 ³ m ³ .a ⁻¹	1.760,6
Potencial energético	TJ	63,2

O potencial energético dos resíduos da indústria de óleo de mamona e de dendê, quando convertido em biogás, soma 1.377,2 TJ ou 153,0 GWh_{el}, com eficiência de conversão de 40%.

Cana-de-açúcar para álcool

A quantidade de cana-de-açúcar colhida na Bahia na safra 2007/2008 foi de 2.522,9 Mt³, e foram produzidos 140.535 t de álcool. A produção de cada litro de álcool gera, em média, 13 l de vinhaça, uma substância com alta carga orgânica, o que se reflete numa demanda química de oxigênio (DQO) de aproximadamente 25 kg.m⁻³ (Tabela 11).

Tabela 11
Cálculo do potencial energético da vinhaça gerada na safra de 2007/08

Parâmetro	Unidade	Valor
Álcool	m ³	140.535
Vinhaça	10 ³ m ³	1.827,0
DQO	kg.m ⁻³	25
DQO	t	45.674
Taxa de remoção	%	72
DQO	t	32.885
Metano	m ³ .kg ⁻¹	0,3
Metano	10 ³ m ³ .a ⁻¹	9.865,56
Potencial energético	TJ	354,1

Portanto, este efluente pode ser aproveitado energeticamente para a produção do biogás. O processo mais adequado é a biodigestão em sistema UASB, por causa da capacidade de tratar quantidades consideráveis e pequena exigência de espaço, comparado com o sistema da estabilização

³ 1 Mt = 10⁶ t

anaeróbica em lagoas. No Brasil foram conduzidos vários estudos sobre o aproveitamento energético da vinhaça (SCHVARTZ, 2007), porém, atualmente, existe apenas uma usina, a de São Martinho, no estado de São Paulo, empregando o processo da biodigestão anaeróbia no tratamento da vinhaça. Em razão da relação desfavorável de custos da tecnologia e preço de energia, a tecnologia ainda está pouco disseminada, um quadro que no médio e longo prazo pode se reverter.

Segundo os dados apresentados na Tabela 11, o potencial energético da vinhaça gerada na safra de 2007/08 foi de 354,1 TJ, o que corresponde a um potencial de eletricidade de 39,3 GWh_{el}.

Saneamento básico

Lixo doméstico

A Tabela 12 apresenta a quantidade de lixo doméstico coletado e depositado em aterros e vazadouros na Bahia no ano 2000 (IBGE, 2000).

Tabela 12
Quantidades diárias e anuais do lixo coletado e potencial de biogás – Bahia – 2000

Parâmetro	Unidade	Valor
Quantidade diária de lixo doméstico na Bahia ¹	t.d ⁻¹	10.398
Total por ano	10 ³ t.a ⁻¹	3.795,4
Potencial de biogás ²	10 ⁶ m ³ .a ⁻¹	379,5
Potencial energético ³	TJ	6.810,8

¹ IBGE, 2009

² Themelis e Ulloa (2007) (100 m³.t⁻¹.a⁻¹, 50% de CH₄)

³ Valor calorífico do metano: 35,89 MJ.m⁻³

O lixo doméstico é composto de, aproximadamente, 60-70% de matéria orgânica (MO) (BAHIA TRANSFERÊNCIA E TRATAMENTO DE RESÍDUOS, 2008, THEMELIS; ULLOA, 2006). A decomposição microbiana dessa matéria orgânica em ambiente anaeróbio, em aterros compactados, provoca a formação de metano, sendo assim responsável por, aproximadamente, 13% das emissões de metano causadas pela ação humana. Krümpelbeck (2000) estimou a produção do gás de 280 m³.t⁻¹ de MO, com 60% de matéria seca (MS) no lixo e com um tempo de meia-vida entre 3,5 e 6 anos. Segundo estimativa conservadora de Themelis e

Ulloa (2006), cada tonelada de resíduos domésticos depositada gera em volta de 100 Nm³ de biogás com 50% de metano por ano. Com base nestes dados, o lixo sólido depositado em vazadouros e aterros na Bahia, no ano 2000, emitiu diariamente 519,9 mil m³ de metano na atmosfera, embora o biogás seja captado em poços e queimado, através de um *flare*, em aterros devidamente equipados (BAHIA TRANSFERÊNCIA E TRATAMENTO DE RESÍDUOS, 2008). O potencial energético do biogás gerado somente pela parte orgânica dos resíduos sólidos coletados na Bahia no ano 2000 correspondeu a 3.405,4 TJ (Tabela 12).

Esgotos

Para a proteção dos recursos naturais, especialmente os recursos hídricos necessários ao abastecimento da população com água potável de boa qualidade, é imprescindível o tratamento dos esgotos domésticos em estações de tratamento de esgotos (ETEs). Foram coletados na Bahia, no ano 2000, 700.285 m³ de esgotos domésticos por dia, dos quais 628.255 m³ receberam tratamento (IBGE 2000). O potencial poluidor dos esgotos municipais, ou seja, o seu teor em compostos orgânicos, é caracterizado pelos parâmetros Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), o último possuindo valores típicos entre 500-600 mg.l⁻¹ de esgotos (BOF et al., 2001; KOPPE; STOTZEK, 1999). Os processos normalmente empregados nas ETEs para remoção dos poluentes e redução da DQO são exigentes em energia elétrica, especialmente para o sistema de aeração, sendo responsáveis por 20% do custo operacional (SAMPAIO; GONÇALVES, 1999). Porém, o teor em DQO pode também ser visto como recurso, uma vez que o biogás gerado a partir de esgotos e águas residuais pode ser utilizado para o suprimento da demanda em energia das próprias estações de tratamento de esgotos (ETEs).

No ano 2006, a eletricidade gerada em ETEs na Alemanha participou com 1,3% na geração de energia renovável (DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V., 2008). Em regiões com clima quente,

este potencial pode ser explorado pelo tratamento de águas residuais domésticas em reatores anaeróbios tipo UASB, onde há produção do biogás, além de uma considerável remoção da carga de DQO de 55% (AIYUK et al., 2006). Portanto, este sistema pode se constituir numa alternativa econômica e energeticamente mais adequada em países como, por exemplo, o Brasil e a Índia (VERONEZ; GONÇALVES, 2002; AIYUK et al., 2006). Segundo Khalil e outros (2008), as vantagens do tratamento anaeróbio em sistemas UASB são:

- diminuição significativa de quantidades de lodo em até 80%;
- produção de um excesso de energia que pode ser aproveitado (metano);
- não há demanda em energia para a aeração;
- menores custos de operação e manutenção.

Teoricamente, 1 g de DQO corresponde a 350 ml de metano. Provavelmente por causa das variações no potencial metanogênico da DQO, foram observadas quantidades de metano entre 211,6 (VERONEZ; GONÇALVES, 2002) e 300 mL.g⁻¹ DQO removido (AIYUK et al., 2006). Baseado no valor conservador de 200 ml de metano por grama de DQO degradado e a conversão em biogás de 55% do DQO, foi calculado o potencial de energia contido nos esgotos tratados em ETEs na Bahia, no ano 2000 (IBGE 2000) (Tabela 13).

Tabela 13
Quantidade de esgotos tratados em ETEs e potencial energético – Bahia – 2000

Parâmetro	Unidade	Valor
Quantidade anual de esgotos na Bahia ¹	10 ⁶ m ³ .a ⁻¹	229,3
DQO ²	10 ³ t.a ⁻¹	114,7
Metano ³	10 ³ m ³ .a ⁻¹	12.612,2
Potencial energético ⁴	TJ	452,7

¹ IBGE (2000)

² Valor calculado segundo Bof e outros. (2001), Koppe e Stotzek (1999)

³ Rendimento de metano: 200 l kg⁻¹ DQO

⁴ Poder calorífico inferior do metano: 35,89 MJ.m⁻³

O potencial energético dos resíduos sólidos e líquidos domésticos somados foi de 7.263,5 TJ, correspondendo, quando convertido em energia elétrica com eficiência de 40%, a 92,1 MW_{el}.

RESUMO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mostra a Tabela 14, o potencial energético contido nos resíduos da agricultura, pecuária e do saneamento básico, que pode ser aproveitado, é relativamente elevado, equivalendo a 1.378,8 GWh_{el}, correspondendo, aproximadamente, a 13,1% da energia elétrica gerada pelas termelétricas brasileiras a gás natural em 2007 (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2008).

Porém, a implantação dessa forma de energia renovável e neutra em emissões de CO₂ ainda necessita superar muitos obstáculos, especialmente com relação ao déficit em informação. Além disso, para ser implementada em larga escala, necessitará de estímulos e incentivos fiscais, bem como da implantação de investimento na formação de recursos humanos (ensino, pesquisa e extensão). Essa área oferece potencial para geração de empregos e renda,

Tabela 14
Potencial energético do biogás de resíduos da agropecuária e do saneamento básico – Bahia

Origem	Metano 10 ³ m ³	TJ _{metano}	GWh _{el}	MW _{el}
Dejetos bovinos, ovinos/caprinos, suínos	95.131,2	3.414,3	379,4	43,3
Dendê, mamona	38.371,6	1.377,2	153	17,5
Cana	9.865,6	354,1	39,3	4,5
Saneamento (lixo, esgotos)	202.381,2	7.263,5	807,1	92,1
Soma	345.749,5	12.408,9	1.379	157,4

O estudo demonstrou que a Bahia dispõe de um grande potencial não aproveitado de biomassa com aptidão para ser convertida em biogás. A geração de energia a partir da biodigestão, especialmente de dejetos de animais, oferece uma gama de vantagens ecológicas, como evitar emissões de gases de efeito estufa e ainda gerar créditos de carbono pela substituição de combustíveis fósseis, aumentando consideravelmente a sustentabilidade ambiental e econômica desta alternativa energética. A forma de utilização mais simples do biogás se dá pela combustão direta para a geração de calor. Depois de purificado, o biogás pode ser liquefeito ou injetado em gasodutos. A conversão em energia elétrica em termelétricas e a utilização racional do calor produzido oferece o maior ganho ecológico, e ainda contribui na diminuição da dependência das chuvas que alimentam as hidrelétricas, sem necessidade do uso de fontes fósseis, como o gás natural. A tecnologia para a conversão de resíduos orgânicos em biogás, bem como para o seu aproveitamento energético, está tecnologicamente madura e o seu funcionamento comprovado, como demonstram as, aproximadamente, 4.000 usinas de biogás rurais em funcionamento hoje na Alemanha, com uma potência elétrica instalada de 1.250 MW_{el}. (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 2008).

na construção e na manutenção dos sistemas de produção de biogás e energia, e, por outro lado, pode acionar uma nova cadeia de produção, liberando recursos que possam ser exportados.

Desde 2003, o Grupo Bioenergia e Meio Ambiente, da UESC, conduz pesquisas sobre a aptidão para a produção do biogás, de resíduos agropecuários, da produção de óleos vegetais e do biodiesel, sendo um dos trabalhos contemplados com o Prêmio Petrobras de Tecnologia 2007. As pesquisas objetivam a potencialização do rendimento de biogás através da co-digestão de diversos substratos. Atualmente, as pesquisas são voltadas ao potencial de tortas de oleaginosas sem valor alimentício, para a geração do biogás.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL (Brasil). Brasília, ANP, 2009. *Biodiesel*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- AHMAD, A.; ISMAIL, S.; BHATIA, S. Water Recycling from Palm Oil Mill Effluent (POME) using Membrane Technology. *Desalination*, v. 157, n. 1, p. 87-95 (9). 1 Aug. 2003.
- AIYUK, S. et al. Anaerobic and complementary treatment of domestic sewage in regions with hot climates—A review. *Bioresource Technology*, v. 97, n.17, p. 2225-2241, 2006.
- ALMEIDA, C. et al. Caracterização dos co-produtos do processamento do biodiesel de mamona para geração de energia térmica e elétrica. In: CONGRESSO DA REDE

- BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006. Brasília. *Anais...*. Brasília : Estação Gráfica, 2006. v. 2, p. 68-72.
- ALMEIDA NETO, J. et al. *Relatório parcial da ação "Avaliação Ambiental e Energética do Óleo de Dendê"*. Ilhéus: CEPLAC, 2008. 72 p. Apresentado à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). Projeto financiado pelo CENPES / PETROBRAS. Não publicado.
- AMON, T. et al. *Untersuchungen zur Wirkung von Rohglycerin aus der Biodieselerzeugung als leistungssteigerndes Zusatzmittel zur Biogaserzeugung aus Silomais, Körnermais, Rapspresskuchen und Schweinegülle*. Ergebnisbericht. Austria, Mai 2004. Estudo encomendado pela Südsteirische Energie- und Eiweißherzeugung Reg.Gen.m.b.H. (SEEG), 2004.
- ASSOCIAÇÃO ALEMÃ DE BIOGÁS. Disponível em: <<http://www.biogas.org/datenbank/file/notmember/medien/BGA%20Entwick%2092-07.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE GADO DO OESTE DA BAHIA - ACRIOESTE. *Assocon*: número de animais confinados pode cair 20%. Disponível em: <http://www.acrioeste.org.br/noticias.php?id_editoria=1&id=833>. Acesso em: 11 fev. 2009.
- BAHIA. Secretaria de Agricultura, Reforma Agrária e Irrigação *Análise Conjuntural da Safra 2004*. Salvador: SEAGRI, 2004. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/safraagricola.asp>>. Acesso em: 23 fev. 2009.
- BAHIA TRANSFERÊNCIA E TRATAMENTO DE RESÍDUOS S.A. – BATTRE. *Project 0052: Salvador da Bahia Landfill Gas Management Project. Aterro Metropolitano Centro – Salvador, BA, Brazil*. reference Number: 052. Version 1. 3rd Verification. October 2008. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/Z3G5HLVFNK0T16U2CSBWOJPR4QD97M>>. Acesso em: 27 fev. 2009.
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN. 2008. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2009. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=17433&download>>. Acesso em: 19 mar. 2009
- BHATIA, R. Diffusion of renewable energy technologies in developing countries: A case study of biogas engines in India. *World Development*, v. 18, n 4, p. 575-590, 1990.
- BISCHOFBERGER, W. et al. *Anaerobtechnik*. 2., vollständig überarbeitete Auflage, Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- BIANCHI, A. Latin America: the effects of policy on energy resources, transitions, and alternatives. *Energy Research in Developing Countries*, IDRC, v. 14, 1994.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT - BMU. *Biogas und Umwelt – ein Überblick*. Berlin: Referat Öffentlichkeitsarbeit, 2008. Disponível em: <http://www.erneuerbare-energien.de/files/broschueren/faltblaetter/application/pdf/broschuere_biogas.pdf> Acesso em: 23 fev. 2009.
- BOF, V. et al. ETEs compactas associando reatores anaeróbios e aeróbios ampliam a cobertura do saneamento no estado do Espírito Santo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL; ASSOCIAÇÃO INTERAMERICANA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Saneamento ambiental: desafio para o século 21*. Rio de Janeiro: ABES, 2001. p.1-8.
- BORJA, R.; BANKS, C.; SANCHEZ, E. Anaerobic treatment of palm oil mill effluent in a two-stage up-flow anaerobic sludge blanket system, *Journal of Biotechnology*, v. 45, p. 125-135, 1996.
- CODEVASF. *Projeto integrado de negócios sustentáveis – PINS*: cadeia produtiva de caprinocultura. Brasília, DF, 2008.
- COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO. *Sobradinho*. Recife: CHESF, 2009. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/energia_usinas_sobradinho.shtml>. Acesso em: 27 fev. 2009.
- COSTA, F. et al. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. *Energia e sustentabilidade*: anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. [s.p.].
- DEGANUTTI, R. et al. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. AGRENER; ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0004.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. *Stromerzeugung aus Wasserkraft und auf Kläranlagen weiter optimieren*. 2008. Disponível em: <<http://www.pressebox.de/pressemitteilungen/dwa-deutsche-vereinigung-fuer-wasserwirtschaft-abwasser-und-abfall-ev/boxid-172900.html>>. Acesso em: 23 fev. 2009.
- EMPRAPA *Biodigestores*: opção tecnológica para a redução dos impactos ambientais da suinocultura. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2005/janeiro/noticia.2005-01-14.0938856711/>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- ERICKSON, G. et al. *Proposed Beef Cattle Manure Excretion and Characteristics Standard for ASAE*. American Society of Agricultural Engineers Meetings Papers. p. 269-276, 2003.
- FAOSTAT. 2009. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- HOFMANN, F. et al. *Evaluierung der Möglichkeiten zur Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz*. Em alemão. (Forschungsvorhaben im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Projektnummer 323 2002, S. 75.) Relatório final. Projeto de Pesquisa encomendado pela Agência de Matérias-primas Renováveis.
- IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - Limpeza Urbana e Coleta de Lixo - 2000. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/lixo_coletado/defaultlixo.shtml>. Acesso em: 3 mar. 2009.
- INDIA. Ministry of New and Renewable Energy. Official Website, Government of India. Disponível em: <<http://mnes.nic.in/>>. Acesso em: 12 mar. 2009.
- INWENT. Entrevista com Klaus Knecht. Disponível em: <http://www.inwent.org/E+Z/content/archiv-ger/05-2006/inw_art1.html>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- JORDÃO, E.; SOBRINHO, P. Investigation and experience with post treatment for UASB Reactors in Brazil. In: Proceedings of the Water Environment Federation, WEFTEC 2004: Session 61 through Session 70, p. 13-22. (10).

- KEYMER, U.; SCHILCHER, A. Überlegungen zur Errechnung theoretischer Gasausbeuten vergärbare Substrate in Biogasanlagen. *Landtechnik-Bericht Nr. 32*. Freising, Alemanha, 1999.
- KHALIL, N. et al. UASB Technology for sewage treatment in India: experience, economic evaluation and its potential in other developing countries. TWELFTH INTERNATIONAL WATER TECHNOLOGY CONFERENCE, 12., 2008. Alexandria, Egypt. *Anais...*, Alexandria, Egypt. 2008.
- KOPPE, P.; STOTZEK, A. *Kommunales Abwasser: seine Inhaltsstoffe nach Herkunft, Zusammensetzung und Reaktionen im Reinigungsprozess, einschließlich Klärschlämme*. Essen: Vulkan Verlag, 1999.
- KRONA, 2009. Disponível em: <<http://www.krona.srv.br/display05.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- KRÜMPPELBECK, I. Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfalldeponien. 2000. 216 p. Dissertação (Doutorado). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal. Fachbereich Bauingenieurwesen. Wuppertal, Alemanha, 2000.
- KTBL. *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft*. Faustzahlen Biogas.. Darmstadt, Alemanha, 2007. 179 p
- MARAWANYIKA, G. Biogas applications for rural development in Zimbabwe. Farming World with Murimi Umlimi. *The Journal of Zimbabwe Farmers' Union (Zimbabwe)*. v. 19, n 3, p. 3-5, 1993.
- MCHUGH, S. et al. Anaerobic granular sludge bioreactor technology. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* n. 2, p. 225–245, 2003.
- MELCHIOR, H. Deponie/Entgasungssysteme - Gestern, Heute und Morgen. *Müll und Abfall*, n 5, p. 282 – 285, 2002.
- NAGAMANI, E.; RAMASAMY, K. Biogas production technology: an Indian perspective. *Current Science online*, v. 77 n. 1, 1999. Disponível em: <<http://www.ias.ac.in/currsci/jul10/articles13.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- NOACK, W. *Biogas in der Landwirtschaft*. Darmstadt, Elsner, 1955.
- PESQUISA DA PECUÁRIA MUNICIPAL – PPM, Rio de Janeiro: IBGE, v. 35, 2007.
- PRESS INFORMATION BUREAU OF THE GOVERNMENT OF INDIA. Fact Sheet Non Conventional Energy. Disponível em <<http://pib.nic.in/archieve/factsheet/fs2000/noncenergy.html>>. Acesso em: 26 fev. 2009.
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL – PAM. Rio de Janeiro: IBGE, v. 34, 2007.
- QUADROS, D. *Sistemas de produção de bovinos de corte*. Apostila didática. Barreiras, 2005.
- QUADROS, D. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos da caprino-ovinocultura para a produção de biogás e biofertilizantes no semi-árido: 4 Utilização de biofertilizante em capim elefante. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTÍVEIS, 2007. Teresina. *Anais...* Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 2007a.
- QUADROS, D. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos da caprino-ovinocultura para a produção de biogás e biofertilizantes no semi-árido: 1 Produção e composição de biogás. CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTÍVEIS, 2007, Teresina. *Anais ...* Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 2007b.
- RAUSSEN. T. Comunicação pessoal, jun. 2008.
- REMMELE, E. Handbuch Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen Ed. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow, 2007. Disponível em: <http://pflanzenoel.agrarplus.at/pdf/agritechnika2007/handbuch_herstellung_rapsoelkraftstoff-FNR2007.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2009.
- ROBRA, S. *Uso da glicerina bruta em biodigestão anaeróbia: aspectos tecnológicos, ambientais e econômicos*. 2007. 121 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. 2007.
- RÖDEL, N.; RICETTI, S. *Comparações entre as unidades de energia consumida entre Gás Natural - GN e Gás Liquefeito de Petróleo – GLP*. 2006. Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, SENAI-RS.
- SÁ JUNIOR, Parente de. Comunicação pessoal, 2007.
- SCHVARTZ, C. Tratamento da vinhaça: biodigestão anaeróbia. In: WORKSHOP TECNOLÓGICO SOBRE VINHAÇA. 2007. Joticabal. *Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas*: Painel 5. Joticabal, 2007. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/Position_Paper_sessao5_clarita.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- SUBRAMANIAM, V. et al. Environmental performance of the milling process of Malaysian palm oil using the life cycle assessment approach. *American Journal of Environmental Sciences*, August, 2008.
- SAMPAIO, A. E.; GONÇALVES, M. Custos operacionais de estações de tratamento de esgotos por lodos ativados: Estudo de caso ETE – Barueri. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 1999.
- THEMELIS, N. AND ULLOA, P. Methane generation in landfills. *Renewable Energy*, v. 32, n. 7, p. 1243-1257. 2006.
- US EPA. Methane. Disponível em: <<http://www.epa.gov/methane/scientific.html>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- VERONEZ, F.; GONÇALVES, R. Produção de biogás em um reator UASB tratando esgoto sanitário e lodo de descarte de biofiltros aerados submersos. In: ASSOCIAÇÃO INTERAMERICANA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria. Desafios Ambientais da Globalização*. Vitória: ABES, 2002. p.1-8, Ilus.
- WERNER, U.; STOHR, U.; HEES, N. Biogas Plants in Animal Husbandry. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn (Germany)*. Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien. Vieweg. Wiesbaden (Germany), 1988. 153 p.

Glicerina Bruta (GB) oriunda da produção de biodiesel: transformando este subproduto em coproduto com alto valor agregado e baixo custo preparativo, uma oportunidade de negócio

Cristina M. Quintella^{A*}
Marilu Castro^B

Resumo

Estudo direto de viabilidade técnica e econômica da utilização de Glicerina Bruta (GB), co-produto do biodiesel, para a recuperação avançada de petróleo (EOR) focando o Campo Maduro do Recôncavo Baiano. São avaliados três cenários: desfavorável, médio e favorável. As variáveis foram disponibilidade de GB, número de bancos injetados, preço do transporte, distância entre o produtor e o local de injeção, câmbio do dólar dos EUA, número de caminhões de GB, volume de GB injetada, percentual de GB produzida que pode ser re-injetado, preço unitário da GB, razão volumétrica entre GB injetada e volume de petróleo produzido, preço do petróleo, custo operacional do barril de petróleo com injeção de solução aquosa, custo operacional do barril de petróleo com injeção de solução aquosa, percentual de royalties para o estado, os municípios e a educação superior do estado da Bahia sobre o bruto. Todos os cenários se mostraram promissores.

Palavras-chave: Parafinas. Asfaltenos. Injeção. Recuperação secundária. Recuperação terciária.

Abstract

This is a directed technical and economic viability study for using Raw Glycerine (GB), a biodiesel co-product for enhanced oil recovery (EOR), concentrating on a mature field in the Bahian Recôncavo. Three scenarios are evaluated: unfavourable, average and favourable. The variables were GB availability, number of injected banks, transport costs, distance between the producer and injection location, US dollar exchange rate, number of GB lorries, volume of injected GB, percentage of GB produced that could be re-injected, GB unit price, volumetric ratio between injected GB and volume of oil produced, oil price, operational costs for a barrel of oil with aqueous solution injection and royalty percentage on the brute for the State, local authorities and higher education in the State of Bahia. All of the scenarios proved promising.

Keywords: Paraffins. Asphaltenes. Injection. Secondary recovery. Tertiary recovery.

INTRODUÇÃO

A produção de biocombustíveis renováveis tem sido encorajada cada vez mais, não só pelo estado da Bahia, como pelo Brasil e pelos outros países

do planeta (GAROFALO, 2002; RANGANATHAN, 2008), sendo considerada uma forma de mitigar as mudanças climáticas, tanto por utilizar o CO₂ para o crescimento das plantas oleaginosas, como por sua queima emitir menor quantidade de CO₂ para a atmosfera (PRADHAN et al.,) Adicionalmente, sendo renovável, não exaure tanto os recursos do nosso planeta. Pode ainda contribuir significativamente para a economia da agricultura familiar, a depender das matérias-primas utilizadas (BENDER, 1999). Assim, a entrada de bioenergia a custo competitivo

^A DPhil em Ciências Moleculares; doutora em Ciências Moleculares pela University of Sussex-UK; professora e coordenadora do Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). conit@nit.ufba.br

^B Especialista em Administração; graduada em Secretariado Executivo; cogestora de projetos de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Energia e Ambiente na Universidade Federal da Bahia (UFBA). marilucastro@ufba.br

* Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa.

no mercado potencializa a substituição de energias não-renováveis, como os derivados de petróleo.

No entanto, sua adoção pela humanidade depende ainda de se transporem alguns gargalos como o preço ao consumidor, a eficiência dos processos de produção e purificação, o controle de qualidade de processos e dos produtos, e o impacto ambiental do biodiesel e de seus subprodutos.

Recentemente, os processos de produção de biodiesel têm sido classificados em 1ª e 2ª gerações. A 1ª consiste basicamente de esterificação e transesterificação de óleos e gorduras, e a 2ª consiste basicamente de transformação de matéria lignocelulósica através de processos como pirólise, liquefação hidrotérmica, hidrotratamento e refino (HAMELINCK; FAAIJ, 2006; DEMIRBAS, 2007). Aqui abordaremos os processos de 1ª geração, pois são os que utilizam praticamente todas as plantas autorizadas no território nacional.

No Brasil, a Lei 11.097, de 13/01/2005, e os subsequentes atos legislativos obrigam a adição de biodiesel ao diesel em proporções que a cada ano aumentam gradativamente, deste modo tornando obrigatória a disponibilidade de biodiesel no mercado brasileiro, o que levou ao início da produção continuada e sistêmica de biodiesel no Brasil. Foi ainda criado o Selo Combustível Social, que prioriza as empresas que utilizam insumos advindos da agricultura familiar.

No caso da produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais (OGR), existe pronunciada vertente de redução de impactos ambientais negativos, pela incorporação à cadeia produtiva do biodiesel de um material que antes não tinha destino específico, sendo em alguns casos descartado de modo inadequado. No entanto, biodiesel de OGR ainda não tem arcabouço legal específico para sua comercialização (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCUMBUSTÍVEIS, 2006).

Uma solução de viabilização econômica complementar é a valoração das matérias e substâncias envolvidas em toda a cadeia produtiva do biodiesel. Usualmente se denomina de subprodutos o que se vende – se compensar economicamente –, de coprodutos o que tem mercado para venda e de efluentes o que é descartado e que muitas vezes

ainda tem que ser tratado antes do descarte, dando prejuízo. Quando olhados sob os aspectos de impacto ambiental, maximização de energia e grau de renovação (PRADHAN et al.), o ideal seria que os subprodutos e efluentes passassem a ser tratados como coprodutos. Ou seja, passassem a agregar valor e a se consistir em outras fontes de renda importantes para os produtores agrícolas e industriais.

A produção de biodiesel por rota básica metanólica gera cerca de 9 a 10%vv de glicerina bruta (GB). No mercado, a glicerina se encontra disponível com diversos graus de pureza, o que leva a ter diversos preços de mercado. Usualmente é classificada como:

- Glicerina bruta (GB): glicerina do processo de produção de biodiesel, sem passar pelo processo de separação trifásico, contendo usualmente glicerina, ácidos, ésteres, álcalis e alcoóis, com grau de pureza muito baixo e tendo a formulação típica de 40% a 90% de glicerina, 8% a 50% de água, menos de 2% de metanol e 0% a 10% de sais;
- Glicerina crua: com 75% a 90% de glicerina, tendo sofrido aquecimento para retirada de álcool e pré-purificação com separação trifásica de sabões, ácidos graxos, sais e resíduos do catalisador;
- Glicerina técnica ou industrial USP 99,5%: com 99,5% de glicerina, já tendo passado por processo de purificação;
- Glicerina técnica ou industrial USP 99,6%: com 99,6% de glicerina, usualmente de origem vegetal, já tendo passado por processo de purificação;
- Glicerina técnica ou industrial USP/FCC – Kosher 99,5%: com 99,5% de glicerina fabricada pelo processo Kosher;
- Glicerina técnica ou industrial USP/FCC – Kosher 99,7%: com 99,7% de glicerina fabricada pelo processo Kosher.

Recentemente se observou que o preço internacional de glicerina purificada caiu (MFRURAL, 2009), tendo a queda sido atribuída ao aumento da oferta no mercado em razão da produção de biodiesel. Se o preço continuar a cair, as cadeias produtivas que se alicerçam na glicerina, seja

para compra, seja para venda, deverão sofrer ajustes que podem levar ao colapso de várias empresas estabelecidas e ao aumento do desemprego. Assim, purificar GB deixa de ser uma opção de valoração deste coproduto com viabilidade econômica e social, tendo pouca atratividade econômica (QUINTELLA et al., 2009).

A solução aqui proposta é a utilização da GB como fluido para recuperação de petróleo, ou seja, para ser injetada em poços de petróleo, aumentando a pressão do fluido nos poros das rochas e varrendo (empurrando) o petróleo para outros poços onde ele pode ser produzido (sair).

Trabalhos em escala de laboratório em 2005 e 2006 mostraram que GB é extremamente eficiente para remoção de petróleos parafínicos, como os da Bacia do Recôncavo Baiano (QUINTELLA et al., 2005; BORGES et al.; QUINTELLA et al., 2009);

Para o estado da Bahia, os impostos e *royalties* da produção de petróleo impactam claramente nos cofres do estado, das prefeituras e dos donos de terras. Assim, o aumento da produção de petróleo para o estado da Bahia não só aumenta o Produto Interno Bruto (PIB) do estado, como é de grande interesse para que existam mais recursos para serem investidos pelo estado e municípios em melhoria dos Índices de Desenvolvimento Humano (IDHs).

No entanto, a produção de petróleo na Bahia apresenta hoje em dia duas dificuldades básicas.

A primeira é que, por ter sido pioneira no Brasil ao ser iniciada há mais de 50 anos, restaram nos reservatórios as frações mais densas e mais difíceis de produzir. A segunda, a Bacia do Recôncavo Baiano é de origem algica, tendo petróleo com alto conteúdo de parafinas. Estes dois aspectos tornam o petróleo pouco fluido, apresentando temperatura de aparecimento de cristais (TIAC) desfavorável, com características de Campos Maduros, dificultando seu deslocamento na rocha reservatório, colunas de produção e ductos (SANCHES, 1991). Assim, o petróleo, apesar de ter alto valor comercial, apresenta ainda grandes reservas que não foram produzidas.

OFERTA E DEMANDA DE GB

A produção de GB ou foi obtida diretamente das fontes, ou foi calculada como sendo um nono da produção de biodiesel, ou seja, 10%vv.

Os Estados Unidos da América do Norte (EUA) (Figura 1) são responsáveis por boa parte da produção do planeta e têm tido não só sua produção, mas também sua capacidade instalada crescendo anualmente de modo exponencial. Na Europa, este crescimento também se tem verificado, apesar da produção ser bem inferior. No caso do Brasil (Figura 2), a produção se iniciou após a da Europa e dos EUA e, em 2008, atingiu 800 mil bep, sendo o crescimento exponencial.

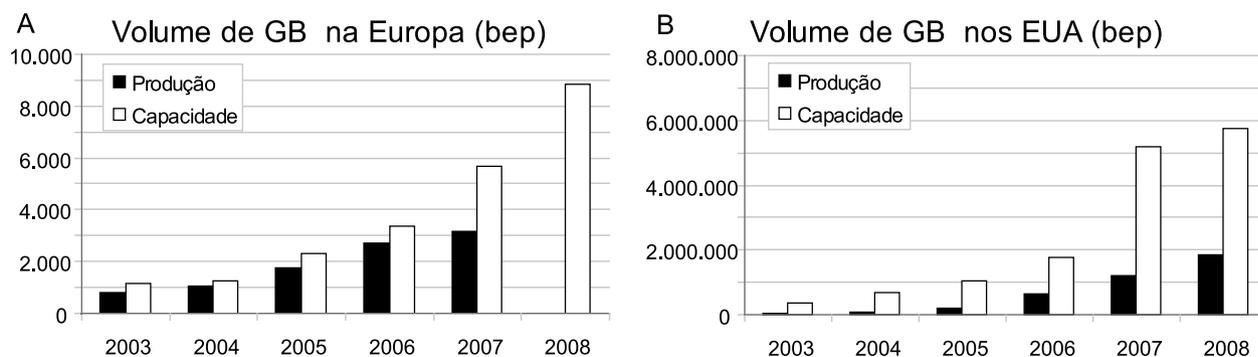


Figura 1
Evolução anual e capacidade instalada de produção de GB
(A) Europa
(B) Estados Unidos da América do Norte (EUA)

Fontes: *European Biodiesel Board* e *National Biodiesel Board*.

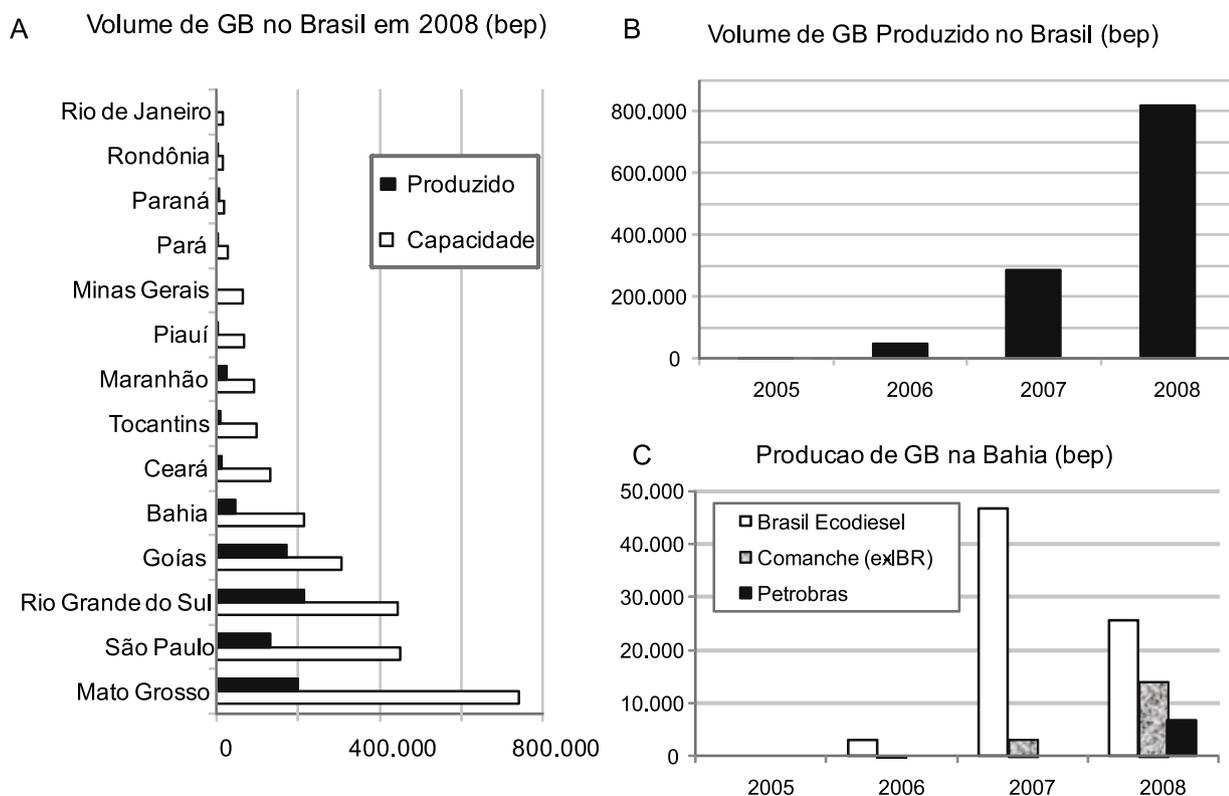


Figura 2
(A) Capacidade instalada e produção de GB por estado do Brasil
(B) evolução anual da produção no Brasil
(C) produção por empresa no estado da Bahia

Fontes: www.iee.usp.br/evento_anp/apresentacoes/arqui14.ppt e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

No Brasil, apenas 31% da capacidade autorizada foi produzida em 2008. A projeção de produção para o período de 2009 a 2015 (Figura 2B) foi realizada com base na obrigatoriedade de adição de biodiesel ao diesel, conforme a Lei que introduziu o biodiesel na Matriz Energética Brasileira de combustíveis líquidos, onde o percentual anual aumenta gradativamente até no mínimo 5% de biodiesel adicionado ao diesel para o consumidor final (Lei 11.097, de 13/01/2005 e subsequentes atos legislativos). Os estados que mais produziram em 2008 (Figura 2A) foram Rio Grande do Sul (26%), Mato Grosso (24%), Goiás (21%) e São Paulo (16%). A Bahia produziu apenas 6%. São três as empresas que produzem no estado da Bahia (Figura 2C): a Brasil Ecodiesel em Iraquara, a Comanche em Simões Filho e Petrobras na planta de Candeias, que partiu em 2008, tendo produzido 17% de sua capacidade.

A produção de petróleo no Brasil é predominantemente *offshore* (Figura 3A), ao contrário do estado da Bahia, onde a produção é essencialmente *onshore* (Figura 3B). Pode-se observar que a produção na Bahia tem caído discretamente nos últimos anos, gerando menos *royalties* para o estado e os municípios. Isto é esperado, pois se trata de um Campo Maduro. Assim, novas intervenções são necessárias para restabelecer e até aumentar os níveis de produção anteriores. Note-se que a Bacia do Recôncavo ainda tem reserva provada de 216,00 milhões de bep de petróleo de uma reserva total de 472,94 milhões de bep, tendo, portanto, ainda mais de 46% de OOIP, conforme dados da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUS-TÍVEIS (ANP).

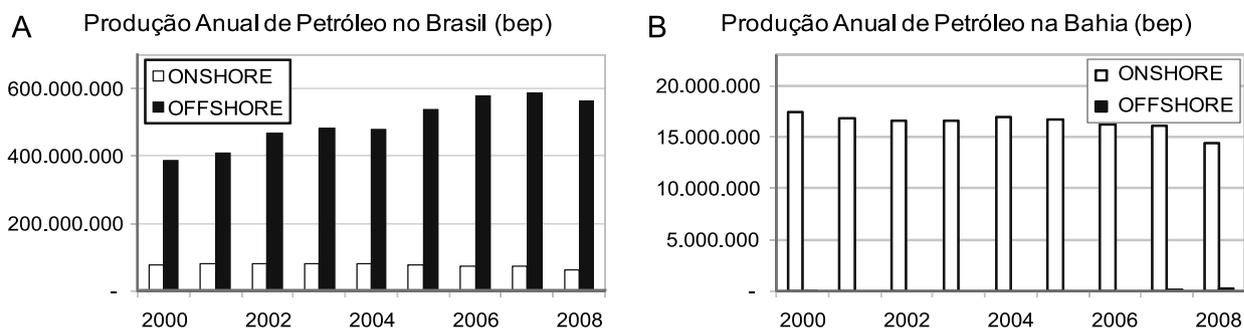


Figura 3
Produção de petróleo *onshore* e *offshore*:
(A) Brasil
(B) Bahia

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

GB COMO FLUIDO EOR-ESCALA DE BANCADA EM 2005 E 2006 NO ESTADO DA BAHIA

Os processos de recuperação de petróleo (ROSA et al., 2006) podem ser divididos em: (a) primários, quando a pressão do fluido na rocha reservatório é alta e apenas a perfuração de poços faz o petróleo minar (a energia do reservatório é suficiente para produzir e os poços são surgentes); (b) secundária, quando são inseridos fluidos, usualmente soluções aquosas, para aumentar a pressão da rocha reservatório e manter o petróleo minando (fluindo, descolando); (c) terciária, quando a injeção do fluido da recuperação primária já não produz quantidades expressivas de petróleo e um novo fluido ou método de recuperação é utilizado; e (d) avançada, usualmente denominada de EOR, que significa *enhanced oil recovery*, onde são injetados fluidos ou utilizados métodos adequados a cada uma das situações e das histórias dos reservatórios e métodos de produção já utilizados. Às vezes a bibliografia denomina também a recuperação terciária de EOR.

No caso da Bacia do Recôncavo Baiano, como a exploração dos campos já está bem avançada, em quase todos os reservatórios já foi realizada recuperação secundária com soluções aquosas. Assim, em geral, as recuperações mais prováveis são a terciária e a EOR.

Nos últimos cinco anos, o método ASP, que consiste na mistura de agentes químicos de três tipos (alcalino, surfactante, polímero), tem mostrado alta

eficácia na produção de petróleo. No entanto o custo dos materiais e o tempo requerido para injeção têm mostrado baixa efetividade (BABADAGLIA, 2007; MANDIQUE, 2007). A GB é um fluido ASP por natureza ao ter em sua constituição o catalisador básico, ácidos graxos, mono, di e tri glicerídeos, moléculas de cadeia longa como as partes alquílicas dos ácidos graxos, óleos polimerizados, resíduos de biodiesel, óleos não transesterificados e resíduos de álcool.

No caso da GB, sua constituição é extremamente dependente dos insumos e da matéria-prima, já que, no máximo, é aquecida para separação da maior parte do álcool residual. Assim, as aplicações e usos deste produto não podem ser sensíveis a flutuações na sua constituição química. Adicionalmente, as interações dos constituintes devem ser desejáveis. A GB torna-se assim um fluido ASP por natureza.

Os testes de bancada realizados em 2005 e 2006 com *sandpack* mostraram ótimos resultados para GB como fluido EOR, tendo aumentado significativamente a recuperação do óleo originalmente retido (OOIP) em rochas reservatório areníticas. A recuperação secundária produziu cerca de duas vezes o volume de petróleo produzido com a injeção de surfactante ou com a injeção de polímero e cerca de quatro vezes mais do que o volume de petróleo produzido com injeção de solução aquosa (QUINTELLA et al., 2009).

Foram também realizados testes de injeção terciária que mostraram que GB permite aumentar a produção do OOIP de cerca de 20% para cerca

de 80% (QUINTELLA et al., 2009). A GB utilizada como fluido EOR mostrou que produzia entre 72% e 80% do OOIP.

Os testes com *sandpack* de misturas de areia e argila mostram que a recuperação terciária com GB aumentou o fator de recuperação em até 60% do OOIP (QUINTELLA et al., 2009).

Foram testados petróleos parafínicos ou asfálticos de várias origens. Assim, os testes foram realizados com os petróleos mais difíceis de produzir e transportar.

Foram testadas GBs obtidas a partir de óleo de mamona e OGR, tanto por reações com metanol como com etanol, tendo todos apresentado resultados semelhantes de produção de OOIP. A única diferença foi que a utilização de GB de OGR produz maior quantidade de emulsão.

O fluido produzido nos Campos Maduros é usualmente uma mistura trifásica de água, GB e petróleo, apresentando uma fase aquosa, uma fase oleosa e uma fase emulsificada. Uma das rotinas de produção de petróleo é a necessidade de utilização de um separador de fases. Ele opera na sua forma mais simples como um decantador, podendo ainda ter a temperatura controlada. Pode-se ainda adicionar agentes desemulsificantes. Testes mostraram que apenas o aquecimento da emulsão de GB com petróleo, entre 60°C e 80°C, separa 94%vv (MATOS; QUINTELLA, 2007).

Finalmente, a razão entre volume de GB injetada e volume de petróleo produzido mostrou variação entre 4,2 e 6,6, a depender do montante injetado (QUINTELLA et al.; BORGES et al., 2005; QUINTELLA et al., 2009). A injeção em banco mostrou a relação de 2,3.

Desde o início de 2007 estão em curso estudos para aprofundar mais os aspectos da utilização de GB com fluido EOR. Um dos projetos é financiado pela Rede de Revitalização de Campos Maduros da Petrobras através do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes).

CENÁRIOS

Dados da entrada

Foram simuladas duas situações de injeção (Tabela 1): um banco e três bancos. Para os três bancos, considerou-se três vezes a injeção alternada de GB

e de solução aquosa, sendo o volume de cada um dos três menor do que o volume poroso a ser varrido. Para cada situação foram simulados diversos cenários, sendo aqui apresentados três cenários: menos favorável (A), intermediário (B) e mais favorável (C). Nesta simulação não foi considerado capital inicial nem evolução anual do fluxo de caixa da operação, sendo considerado um bloco só.

Tabela 1
Descrição dos cenários relatados neste trabalho¹

Cenário	Volume de GB Injetada	Bancos
A-1banco	50% da produção em 2008 nos estados mais próximos	1
B-1banco	50% da capacidade instalada em 2009 nos estados mais próximos	1
C-1banco	80% da capacidade instalada em 2009 nos estados mais próximos	1
A-3bancos	50% da produção em 2008 nos estados mais próximos	3
B-3bancos	50% da capacidade instalada em 2009 nos estados mais próximos	3
C-3bancos	80% da capacidade instalada em 2009 nos estados mais próximos	3

¹ Estados considerados: Bahia, Ceará, Piauí, Goiás, Maranhão, São Paulo, Pará e Mato Grosso.

O câmbio do dólar dos EUA (US\$) para o real do Brasil (R\$) foi simulado entre R\$ 2,00 e R\$ 2,64, sendo o cenário intermediário de R\$ 2,32. (BANCO DO BRASIL, 2009).

Foram considerados apenas os aspectos que diferem entre a EOR com GB e a recuperação secundária com injeção de solução aquosa, sendo para isso considerado um custo operacional da produção de óleo nos Campos Maduros da Bacia do Recôncavo referente ao barril produzido com injeção de solução aquosa. Este custo para os três cenários foi US\$ 13,00, US\$ 10,0 e US\$ 7,00, conforme reportado anteriormente na literatura (ROCHA; SOUZA; CÂMARA., 2002). Este custo considera embutidos os custos de pró-labore, os fixos, os de tratamento de água de injeção, de injeção de água, os de abandono, os de separação dos fluidos produzidos, os mesmos equipamentos, enfim, a infraestrutura da recuperação secundária com solução aquosa. Para a injeção de bancos, o tratamento de água de injeção e a infraestrutura de injeção foram considerados os mesmos da injeção de recuperação secundária com solução aquosa, não apresentando custos adicionais.

A razão entre o volume de GB injetada e o volume de petróleo produzido foi variada em três níveis, de acordo com os resultados de testes de bancada. Para injeção de um banco considerou-se 6,6 para o cenário mais favorável, 4,2 para o cenário menos favorável e 5,4 para o cenário intermediário. Para injeção de três bancos considerou-se 1,5 para o cenário mais favorável, 3,1 para o cenário menos favorável e 2,3 para o cenário intermediário.

Para o volume da GB injetada foram consideradas três opções, em função da disponibilidade de GB no mercado brasileiro, conforme Tabela 2.

O volume da GB reinjetada foi baseado nos testes de bancada de 94%vv de separação da emulsão num separador já pré-existente para recuperação com solução aquosa, considerando apenas a temperatura típica de operação. Foram ainda consideradas perdas com transporte, tendo sido considerada para cada cenário a reinjeção de 80%vv, 85%vv e 90%vv da GB produzida.

O preço da GB utilizou uma faixa que atende à GB comercializada em fevereiro de 2009 (Tabela 4). À medida que novas unidades de produção de biodiesel entrarem em operação, espera-se que

Tabela 2
Volume de GB injetada em bep para cada cenário, por estado de procedência

UF	A-1banco e A-3bancos	B-1banco e B-3bancos	C-1banco e C-3bancos
Bahia	23.255	107.140	171.423
Ceará	6.770	65.299	104.478
Piauí	1.603	33.966	54.346
Goías	85.067	152.966	244.745
Maranhão	12.749	45.288	72.461
São Paulo	65.412	225.885	361.417
Pará	925	14.467	23.147
Mato Grosso	99.434	371.398	594.236
Total	295.215	1.016.409	1.626.253

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Para cada uma destas opções, foi necessário calcular os custos de transporte entre o produtor e o local de injeção, pois o Brasil tem dimensões continentais. Considerou-se o transporte rodoviário com caminhões tanque de 12.000l (12m³ ou 75,48 bep). As distâncias das plantas produtoras de cada estado foram aproximadas para valores médios conforme a Tabela 3. O preço do transporte foi estimado de acordo com os preços vigentes em fevereiro de 2009 para o biodiesel.

aumente a oferta de GB no mercado, o que deve fazer cair o preço. No entanto, caso as empresas de produção de petróleo optem pela injeção de GB, o preço deve aumentar. Assim, utilizou-se o valor atual de mercado de R\$ 0,50/kg para o cenário intermediário, R\$ 0,65/kg para o cenário menos favorável e R\$ 0,35/kg para o cenário mais favorável.

O preço do barril de petróleo foi estimado entre US\$ 30,00 e US\$ 80,00 com um cenário intermediário de US\$ 55,00. O menor valor é ligeiramente inferior

Tabela 3
Volume de GB injetada e produto do volume pela distância, por estado de procedência

UFs	Distância (km)	Volume de GB (bep)			Volume de GB* Distância (mil bep*km)		
		A-1banco e A-3bancos	B-1banco e B-3bancos	C-1banco e C-3bancos	A-1banco e A-3bancos	B-1banco e B-3bancos	C-1banco e C-3bancos
BA	50	23.255	107.140	171.423	1.162	5.357	8.571
CE, PI	1.000	8.373	99.265	158.824	8.373	99.265	158.824
GO, MA	1.500	97.816	198.254	317.206	146.724	297.381	475.809
SP, PA	2.000	66.337	240.352	384.564	132.674	480.704	769.128
MT	2.500	99.434	371.398	594.236	248.585	928.495	1.485.590
Total		295.215	1.016.409	1.626.253	537.518	1.811.202	2.897.922

Fontes: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP); Google Earth.

GLICERINA BRUTA (GB) ORIUNDA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: TRANSFORMANDO ESTE SUBPRODUTO EM COPRODUTO COM ALTO VALOR AGREGADO E BAIXO CUSTO PREPARATIVO, UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

Tabela 4
Preços da GB

Preço	Grau	Pureza	Origem	Região
0,50/kg	Glicerina bruta (GB)	–	Biodiesel	Mombuca/SP
1.200/t	Glicerina técnica	99%	Biodiesel	Camaçari/BA
1.200/t	Glicerina crua e glicerina técnica	82% a 95%	Biodiesel	L. Paulista/SP
1250/t	Glicerina técnica	93,00%	Biodiesel de soja	São Luis/MA
650/t	Glicerina crua	75,00%	Biodiesel	São Luis/MA

Fonte: Shopping MFRural

aos preços praticados em 25 de fevereiro de 2009 (NYMEX – US\$ 38.94, BRENT NYMEX – US\$ 44,65) (ADVFN, 2009).

O percentual de *royalties* para o estado da Bahia, para os municípios da Bahia, além de uso da terra e de participação especial foram considerados conforme as Leis nº 7.990/1989 e nº 9.478/1997, e o Decreto nº 2.705/1998, sendo utilizados os cenários de 5,0%, 7,5% e 10% da produção bruta de petróleo.

O percentual de *royalties* para a educação superior no estado da Bahia foi considerado de forma hipotética, levando em conta que o único documento de patente hoje existente tem a titularidade da UFBA

e que o valor pode vir a ser negociado com a Petrobras, ficando entre 0,5% e 1% da produção bruta de petróleo. Para isso foi considerada a tabela genérica dos cursos da Organização Mundial de Propriedade Industrial (OMPI) (PARR, 2007).

Cenários propostos

A Tabela 5 mostra os dados auxiliares de cada cenário. As Tabelas 6 e 7 mostram as entradas e saídas e o saldo final para, respectivamente, o cenário de um banco e o cenário de três bancos. A Figura 4 mostra o resultado dos diversos cenários.

Tabela 5
Dados auxiliares para cada cenário

Cenários	A-1banco e A-3bancos	B-1banco e B-3bancos	C-1banco e C-3bancos
Câmbio do dólar dos EUA	2,00	2,32	2,64
Número de caminhões de GB	3.911	13.466	21.545
Volume de GB injetada (bep)	295.215	1.016.409	1.626.253
Percentual de GB produzida que pode ser injetado (%)	80%	85%	90%
Preço unitário da GB (R\$/kg)	0,65	0,50	0,35
Preço unitário da GB (R\$/bep)	0,130785374	0,100604134	0,070422893
Razão volumétrica entre GB injetada e petróleo produzido para 1 banco	6,6	5,4	4,2
Razão volumétrica entre GB injetada e petróleo produzido para 3 bancos	3,1	2,3	1,5
Preço do petróleo (USD/bep)	30	55	80
Preço do petróleo (R\$/bep)	60,00	127,60	211,20
Preço unitário de transporte (R\$/t.km)	0,18	0,14	0,10
Preço unitário de transporte (R\$/bep.km)	0,0000362175	0,0000281692	0,0000201208
Volume* Distância (bep.Km)	537.518.750	1.811.202.000	2.897.922.150
Preço total de transporte (R\$/bep.km)	19.468	51.020	58.309
Custo operacional do barril de petróleo com injeção de solução aquosa (US\$)	13,00	10,00	7,00
Custo operacional do barril de petróleo com injeção de solução aquosa (R\$)	26,00	23,20	18,48
Percentual de <i>royalties</i> para estado e municípios da Bahia sobre o bruto (%)	10%	7,50%	5%
Percentual de <i>royalties</i> para a educação superior do estado da Bahia sobre o bruto (%)	1,00%	0,75%	0,50%

Obs: Os fatores de transformação utilizados foram: densidade da GB de 1,2656 kg m-3; 1 m3 equivalendo a 6,29 barris equivalentes de petróleo (bep) (PETROBRAS, 2009).

Tabela 6			
Entradas e saídas e o saldo final considerando injeção de um banco			
Cenários	A-1banco	B-1banco	C-1banco
Dados auxiliares			
Volume de óleo produzido (bep)	44.730	188.224	387.203
Entradas			
GB para reinjetar (R\$)	30.887,84	86.916,70	103.072,90
Preço do óleo produzido (R\$)	2.683.772,73	24.017.368,22	81.777.293,71
Total entradas	2.714.660,57	24.104.284,93	81.880.366,61
Saídas			
GB para injetar (R\$)	38.609,80	102.254,95	114.525,44
Transporte da GB	19.467,58	51.020,03	58.308,59
Custo operacional do barril produzido com injeção de solução aquosa (R\$)	1.162.968,18	4.366.794,22	7.155.513,20
<i>Royalties</i> para o estado e municípios da Bahia sobre o bruto (R\$)	268.377,27	1.801.302,62	4.088.864,69
<i>Royalties</i> para a educação superior do estado da Bahia sobre o bruto (R\$)	26.837,73	180.130,26	408.886,47
Total saídas	1.516.260,56	6.501.502,08	11.826.098,39
Entradas – Saídas	1.198.400,01	17.602.782,85	70.054.268,23
Saldo final	1.198.400,01	17.602.782,85	70.054.268,23

Tabela 7			
Entradas e saídas e o saldo final considerando injeção de três bancos			
Saldo Inicial	A-3bancos	B-3bancos	C-3bancos
Entradas			
Volume de óleo produzido (bep)	95.231	441.917	1.084.169
Entradas			
GB para reinjetar (R\$)	30.887,84	86.916,70	103.072,90
Preço do óleo produzido (R\$)	5.713.838,71	56.388.603,65	228.976.422,40
Total entradas	5.744.726,55	56.475.520,36	229.079.495,30
Saídas			
GB para injetar (R\$)	38.609,80	102.254,95	114.525,44
Transporte da GB	19.467,58	51.020,03	58.308,59
Custo operacional do barril produzido com injeção de solução aquosa (R\$)	2.475.996,77	10.252.473,39	20.035.436,96
<i>Royalties</i> para o estado e municípios da Bahia sobre o bruto (R\$)	571.383,87	4.229.145,27	11.448.821,12
<i>Royalties</i> para a educação superior do estado da Bahia sobre o bruto (R\$)	57.138,39	422.914,53	1.144.882,11
Total saídas	3.162.596,42	15.057.808,17	32.801.974,22
Entradas – Saídas	2.582.130,14	41.417.712,18	196.277.521,07
Saldo final	2.582.130,14	41.417.712,18	196.277.521,07

Variáveis mais significativas

Todos os cenários simulados se mostraram favoráveis, apesar das entradas no cenário menos favorável serem bem menos prováveis de ocorrer.

A injeção de três bancos, apesar de cada banco ter volume menor do que o volume poroso a ser varrido, mostrou ser mais interessante em razão de requerer menor volume de GB para varrer maiores regiões das rochas reservatório.

A variável com maior impacto é o transporte, que encarece o processo muito fortemente no saldo final. No entanto, existem alguns fatores que devem baratear o cenário A:

- (i) a capacidade instalada de produção mais perto da Bahia é maior do que a simulada;
- (ii) a obrigatoriedade de suprir o mercado interno brasileiro com biodiesel e o aumento anual do percentual, certamente, vão causar aumento da produção;
- (iii) As plantas da Petrobras devem entrar em produção regular em futuro próximo e o

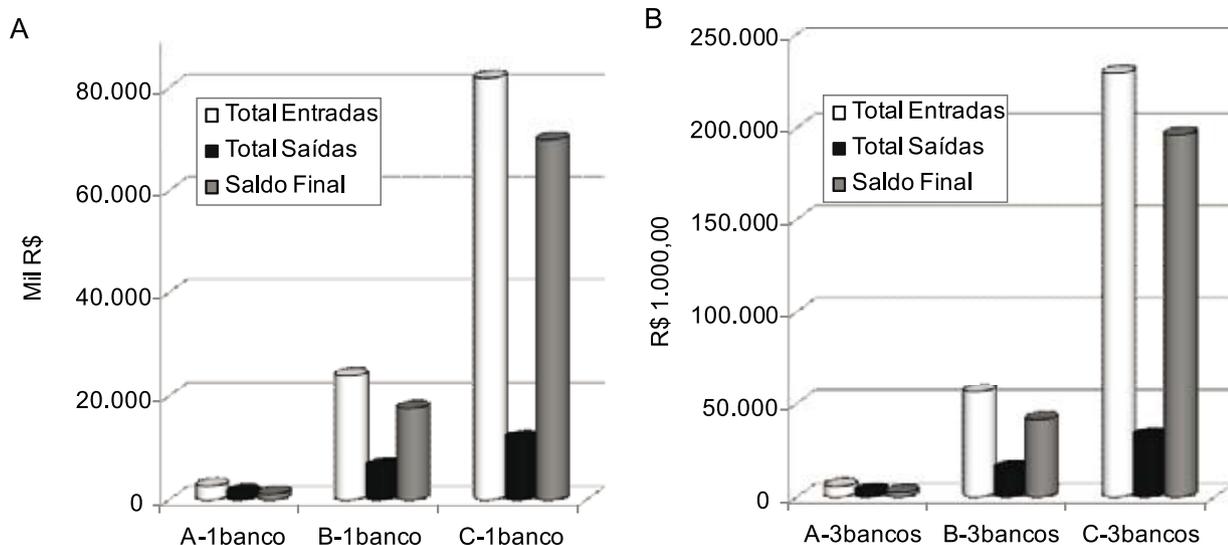


Figura 4
Resultados para os vários cenários

transporte pode vir a ser por ductos, o que barateará bastante;

- (iv) O preço da GB deve cair, pois, se for purificada, o volume no mercado requererá que as aplicações aumentem e, no momento, não existe ainda nenhuma outra aplicação que possa consumir os grandes volumes da EOR;
- (v) O preço do barril de petróleo deve aumentar, pois estamos num dos níveis mais baixos das últimas décadas.

Finalmente, a disponibilidade de GB é uma condicionante da viabilidade técnica, sendo por isso os cenários baseados principalmente neste fator.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da GB com fluido EOR na indústria do petróleo tem como vantagem imediata oferecer uma opção de viabilizar economicamente um combustível renovável. Tem as vantagens indiretas de potencializar a agricultura familiar e a melhora do IDH das populações da Bahia, desde que os recursos sejam devidamente aplicados pelas prefeituras, o que pode ser atingido com o fortalecimento das associações de produtores, dos Conselhos da Comunidade e com o orçamento participativo.

Aumenta os recursos do estado e dos municípios em montantes que podem ser bem expressivos, além

de contribuir significativamente para o aumento do PIB de diversas formas.

Os impactos ambientais no solo e em condições de reservatório já estão sendo estudados com diversos alunos de pós-graduação de modo a garantir a avaliação SMS da neurotoxicidade para biocompatibilidade humana de GB e do fluido recuperado com GB. No entanto, já foi observado que:

- a) não gerará ácido sulfídrico, pois não existe enxofre em quantidades significativas;
- b) a glicerina já é utilizada rotineiramente pela microbiota e conhecem-se bem os bio produtos gerados;
- c) a glicerina tem sido utilizada em solos arenosos para aumentar o tempo de permanência da água junto às raízes das plantas, não tendo apresentado aumento de toxidez;
- d) os resíduos de sais da GB têm potencial efeito como fertilizantes.

Ora, estamos numa época em que a humanidade se move cada vez mais para processos autossustentáveis e em que no planeta a energia de fonte renovável é apenas 13%, e em que o Brasil é exemplo por ter 46% de fonte renovável, distribuída em hidráulica e eletricidade (15%) e biomassa (31%) (MME, 2007). A proposta aqui delineada é uma contribuição da P&D&I Bahia para o aumento da sustentabilidade do planeta.

No caso de utilização da GB para EOR, uma tecnologia não-renovável e já bem estabelecida passa a contribuir para a viabilidade econômica da primeira fase de uma tecnologia renovável, tal mãe que nutre seu próprio filho.

REFERÊNCIAS

- ADVFN. Energia. 2009. Disponível em: <<http://br.advfn.com/?adw=215&gclid=CPTe3tfh95g CFQu GgodNxQNoA>>. Acesso em: 25 fev. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). *Biocombustíveis*. Rio de Janeiro: ANP, 2009b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/capa_cidade_plantas.asp>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- _____. *Dados estatísticos*. Rio de Janeiro,: ANP, 2009a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- _____. Instrução Normativa nº 516 da Secretaria de Receita Federal de 22 fev. 2005. [Brasília]: Ministério da Fazenda, 2005. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislação/ins/2005/in_5162005.htm>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- _____. Resolução nº 15 de 17 de julho de 2006. Estabelece as especificações de óleo diesel e mistura óleo diesel/biodiesel – B2 de uso rodoviário, para comercialização em todo território nacional, e define obrigações dos agentes econômicos sobre o controle da qualidade do produto e revoga o normativo que menciona. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jul. 2006. Seção 1, p. 66.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – 2008. Rio de Janeiro: ANP, 2008. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/comheca/anuario_2008.asp>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- BABADAGLIA. T. J. *Pet. Sci. Eng.* 2007. p. 221-246, v. 57.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Conversão de Moedas*. [Brasília]: BCB, 2009. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/?TXCONVERSAO>>. Acesso em: 25 fev. 2009.
- BANCO DO BRASIL. *Câmbio*. [Brasília]: BB, 2009. Disponível em: <<http://www44.bb.com.br/appbb/portal/on/intc/mpe/index.jsp>>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- BENDER, M. Economic feasibility review for community – scale farmers cooperatives for biodiesel. *Bioresour Technol*, v. 70, n. 1, p.81, 1999.
- BODIESEL. Production Estimate Graph. 2009. Disponível em: <http://www.biodiesel.org/g/pdf_files/fuelfactsheets/Production_Graph_Slide.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- BORGES, S. M. S. Recuperação secundária de óleo pesado e completação de reservatórios de campos maduros utilizando o subproduto (glicerina bruta) da produção do biodiesel. Petrobras, 2005. Prêmio Petrobras de Tecnologia (categoria Recuperação).
- BP. Statistical Review of World Energy. June. 2008 Disponível em: <<http://www.bpc.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>>. Acesso em: 25 fev. 2009.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Resenha energética brasileira: resultados preliminares de 2007*. Brasília: MME, 2008.
- DEMIRBAS. A. Progress and recent trends in biofuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, USA, n. 33, p.1, 2007.
- DEMIRBAS, A. Importance of biodiesel as transportation fuel. USA, *Energy Policy*, 35, p. 4661. 2007.
- IEE. *Biocombustíveis na Petrobras*. 2009. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/evento_anp/apresentacoes.htm>. Acesso em: 17 fev. 2009.
- EUROPEAN BIODIESEL BOARD. *The EU biodiesel industry*. 2009. Disponível em: <<http://www.ebb-eu.org/stats.php>>. Acesso em: 15 fev. 2009
- GAROFALO, R. Biodiesel - a European Overview. *OCL-Oleagineux Corps Gras Lipides*, França, v. 9, n. 5, p.99, 2002.
- HAMELINCK, C. N.; FAAIJ, A. P. C. Outlook for advanced biofuels. *Energy Policy*. USA, v. 34, n. 17, p. 3268-3283, 2006.
- MANDIQUÉ, E. J. et al. EOR field experiences in carbonate reservoirs in the United States. *Spe Reservoir Evaluation & Engineering*. USA, v. 10, p. 667-686, 2007.
- MATOS, Paulo C. C.; QUINTELLA, C. M., Melhoria da elevação e do escoamento de petróleos parafínicos pela adição da Glicerina Bruta, coproduto do biodiesel. 2007. Manuscrito submetido para apreciação: 3ª Edição do Prêmio Petrobras de Tecnologia: Categoria 4: Tecnologia de logística e de Transporte de Petróleo, Gás e Derivados, 2007.
- MFRURAL. *Preço da glicerina*. 2009. Disponível em: <<http://www.mfrural.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- PARR, Russel L. *Royalty rates for licencing intellectual property*. USA: John Wiley & Sons, 2007. ISBN 978-0470-06928-8.
- PETROBRAS. *Conversão de Unidades-Fatores*. 2009. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/ri/port/DestaquesOperacionais/ExploracaoProducao/ManualProcedimentos_ConversaodeUnidades.asp>. Acesso em: 25 fev. 2009.
- PRADHAN, A. et. al. The Energy Balance of Soybean Oil Biodiesel Production: A Review of Past Studies. *Transactions of the Asae*, USA, v. 51, n. 1, p. 185-194. 2008.
- QUINTELLA, C. M. et al. *Recuperação secundária ou produção de petróleo, com uso de glicerina bruta ou glicerol coproduto da produção de biodiesel, em injeção e extração ou lavagem*. Patente BRPI 0506358-2, 2005.
- _____. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. *Química Nova*, Brasil, v. 32, n. 3, p. 793-808, 2009.
- _____. EOR with brute glycerin (GB), sub-product of the biodiesel production, as a method to increase by two-fold the recovery factor and contribute to the cost effectiveness of renewable fuel. *SPE Journal*, USA, 2009. (Submetido, ainda não publicado).
- _____. Selectivity of enhanced oil recovery (EOR) to branching degree and to molecular fraction of crude oil as a function of the chemical nature of the injected fluid: detergent

GLICERINA BRUTA (GB) ORIUNDA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: TRANSFORMANDO ESTE SUBPRODUTO EM COPRODUTO COM ALTO VALOR AGREGADO E BAIXO CUSTO PREPARATIVO, UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

SDS, polymer PEO, technical glycerin and brute glycerin (GB) from biodiesel. *Journal of Physical Chemistry B*, USA, 2009. (Submetido, ainda não publicado).

_____. Enhanced oil recovery (EOR) with brute glycerin (GB) co-product of the biodiesel productions: sand and silt reservoirs. *Energy and Fuels*, 2009. (Submetido, ainda não publicado).

RANGANATHAN, S. V. et al. An overview of enzymatic production of biodiesel. *Bioresource Technology*, USA, v. 99, p. 3975-39810, jul. 2008.

ROCHA, P. S.; SOUZA, A. O. de A. B. de; CÂMARA, R. J. B.. O futuro da Bacia do Recôncavo, a mais antiga província petrolífera brasileira. *Bahia Análise & Dados: energia e desenvolvimento*, limites e possibilidades para o Nordeste, Salvador, v. 11, n. 4, p. 32-44, mar. 2002.

ROSA, A. José. et al. *Engenharia de Reservatórios de Petróleo*. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

SANCHES, C. P. Petróleo Parafínico na bacia do Recôncavo Bahiano. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, n. 34, p. 101, abr./jun. 1991.

O Projeto Biodiesel no Brasil e na Bahia: inclusão social e desenvolvimento regional¹

Celia Regina Sganzerla Santana^A
Thiago Reis Góes^B

Resumo

Com base na exposição das linhas mestras dos programas de produção de biodiesel, nos âmbitos federal e estadual, em face ao panorama atual da produção, o presente texto propõe uma análise crítica dos resultados alcançados no estado da Bahia, particularmente no que se refere ao desenvolvimento regional e à inclusão social. A discussão evidencia que persistem os desafios para que sejam alcançados os benefícios sociais, almejados pela inclusão da agricultura familiar na produção competitiva do biodiesel, assim como o desenvolvimento regional decorrente desse processo. Por outro lado, a identificação de potencialidades e limitações da produção de biodiesel pela agricultura familiar aponta para uma adequação das ações públicas aos objetivos da iniciativa governamental.

Palavras-chave: Biodiesel. Desenvolvimento regional. Inclusão social.

Abstract

From the exhibition of key approaches for biodiesel production programmes at Federal and State levels and in light of the current production outlook, this text puts forward a critical analysis of the results attained in the State of Bahia, particularly with regards to regional development and social inclusion. The discussion showed that challenges persist so the desired social benefits are reached by including family farmers in competitive biodiesel production and regional development which results from this process. On the other hand, the identification of potentials and limitations to family farmers producing biodiesel indicates the adjustment of public activities to government initiative objectives.

Keywords: Biodiesel. Regional development. Social inclusion.

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) expressa a importância estratégica da produção e difusão do combustível oriundo da biomassa para a matriz energética brasileira. Implementado a partir de 2004, o Programa Federal foi uma resposta à demanda por fontes alternativas, sobretudo as renováveis, necessárias para garantir a segurança energética e também requisito para o desenvolvimento sustentável do país.

Dotada de ampla diversidade de recursos naturais, a Bahia ocupa posição privilegiada no cenário da produção de biodiesel. O governo estadual, assim como o governo federal, está ciente dessa oportunidade e considera a questão do biodiesel uma estratégia de desenvolvimento regional, e, portanto, um eixo de atuação de políticas públicas de desenvolvimento econômico e social, bem como de conservação ambiental.

Contudo, tanto no âmbito federal quanto estadual, alcançar objetivos concretos requer o aperfeiçoamento das iniciativas públicas de fomento à produção do biodiesel. A difusão de novas tecnologias, a inserção no mercado internacional, a produção aliada ao desenvolvimento social, a preservação do meio-ambiente, o combate às desigualdades regionais, a oportunidade de novos negócios com agregação de valor e a compatibilidade entre a

¹ Os elementos de discussão propostos por este texto são, em grande parte, um reflexo da síntese apresentada pela Diretoria de Estudos da SEI como resultado do projeto Rodadas de Discussão – Biodiesel: Inclusão Social e Desenvolvimento Regional, realizado em junho de 2008.

^A Mestranda em Desenvolvimento Regional e Urbano pela Universidade Salvador (Unifacs); graduada em Arquitetura pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental; trabalha na Diretoria de Estudos da SEI. celiaregina@sei.ba.gov.br

^B Mestre e graduado em Economia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); coordenador de Estudos Especiais da Diretoria de Estudos da SEI. thiagogoes@sei.ba.gov.br

produção e segurança alimentar são desafios, que permanecem postos até o presente, para que a estratégia do biodiesel seja convertida em motor de desenvolvimento.

Os questionamentos gerados com o objetivo de superação desses desafios são o foco central deste artigo. Verifica-se a necessidade de uma análise crítica do panorama da produção de biodiesel no estado da Bahia, tanto para com o objetivo de identificar suas potencialidades e limitações quanto para sugerir recomendações que possam orientar as ações públicas, adequando-as aos objetivos da iniciativa governamental. Ressalta-se, entretanto, que o texto não pretende esgotar a temática, limitando-se aos aspectos econômicos, sociais e regionais envolvidos nos programas de governo. Os desafios relativos às melhores rotas tecnológicas e inovações no setor de bioenergia, embora fundamentais para o sucesso da agenda governamental, não serão aqui abordados, devendo constituir estudo específico.

Na primeira seção do texto, apresentam-se as linhas mestras do PNPB, quais sejam, motivações diretrizes e instrumentos. Em seguida, expõem-se os aspectos relevantes da produção nacional do biodiesel. A terceira seção constitui uma análise crítica dos elementos considerados determinantes para o sucesso do “projeto biodiesel” na Bahia, no que se refere à sua articulação com o programa nacional e a seus principais desafios e perspectivas. A última parte do texto foi reservada para algumas recomendações e considerações.

O PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL (PNPB)

Motivações, diretrizes e instrumentos

Os efeitos motivadores para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel giraram em torno das dimensões econômica, ambiental, social e regional, norteadoras da busca por fontes alternativas de energia, sobretudo as renováveis. Em primeiro

lugar, o contexto energético mundial caracterizado pela tendência crescente nos preços do petróleo, predominante no mercado nos últimos trinta anos, funcionou como um estímulo econômico para a introdução de fontes que reduzissem a dependência da matriz energética brasileira em combustíveis de origem fóssil, de modo a garantir a segurança energética. Nesse sentido, o biodiesel se configurou como uma alternativa.

Em segundo lugar, as questões ambientais, trazidas à tona pelo aumento do efeito estufa e, conseqüentemente, pelo aumento da temperatura global justificam o uso do biodiesel como fonte de energia renovável, capaz de reduzir as emissões de gás carbônico na atmosfera, de acordo com os preceitos do desenvolvimento sustentável.

Por sua vez, a dimensão social motivadora da produção nacional do biodiesel é representada pela oportunidade de inserção da agricultura familiar em uma importante cadeia produtiva, gerando emprego e renda para este grupo social. Finalmente, a dimensão regional contempla uma possível redução das desigualdades regionais através do aproveitamento de potencialidades, tanto da produção de matérias-primas vegetal e animal para a produção do biodiesel, quanto do adensamento de sua cadeia produtiva em regiões mais carentes do país, tal como o Norte e o Nordeste e, dentro desse, o semiárido.

Com essas expectativas, foi lançado oficialmente, em 2004, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), sendo sua implementação um marco fundamental para o desenvolvimento da produção do biodiesel no Brasil. Trata-se de um programa interministerial do governo federal, sob coordenação da Casa Civil da Presidência da República, que objetiva a implementação, de forma sustentável, tanto técnica como economicamente, da produção e uso do biodiesel.

Para que o biodiesel fosse, de fato, inserido na matriz energética brasileira, tornou-se necessário estabelecer a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. Assim, por meio da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, estabeleceu-se a mistura gradual obrigatória do biodiesel ao diesel, a partir do ano de 2008, criando um mercado para o

Os efeitos motivadores para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel giraram em torno das dimensões econômica, ambiental, social e regional

biodiesel. Consequentemente, a obrigatoriedade do biodiesel gerou uma demanda crescente por esse insumo energético. Tal fato explica o *boom* dos investimentos feitos em novas plantas para produção do biodiesel, com o aumento da capacidade instalada para produção.

Além da obrigatoriedade da mistura para garantir a demanda e o suprimento do biodiesel, havia a necessidade de garantir os preços competitivos e a qualidade do biodiesel. Para tanto, instituíram-se os Leilões Públicos para compra do biodiesel. O objetivo dos mesmos é estimular o desenvolvimento do potencial da cadeia produtiva do biodiesel no país, através de uma política de aquisições. Os leilões públicos visam reduzir a volatilidade de preços em um mercado ainda incipiente, o que permite reduzir riscos para o investimento tanto na etapa industrial quanto na etapa agrícola (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 2008).

Inclusão social e desenvolvimento regional: cerne do projeto

Conforme foi exposto, o programa contemplou as dimensões econômica, ambiental, social e regional. Todavia, pode-se considerar que seus pilares centrais são a inclusão social e o desenvolvimento regional. Dessa forma, seu arcabouço regulatório foi desenhado para garantir a inclusão social e atenuar as disparidades regionais.

Para tanto, o governo federal lançou o Selo Combustível Social. Trata-se de um conjunto de medidas específicas destinadas a estimular a inclusão social da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel, conforme Instrução Normativa nº 01, de 05 de julho de 2005. Em 30 de setembro de 2005, o MDA publicou a Instrução Normativa nº 02 para projetos de biodiesel com perspectivas de consolidarem-se como empreendimentos aptos ao Selo Combustível Social. O enquadramento social de projetos ou empresas produtoras de biodiesel permite acesso a melhores condições de financiamento junto ao BNDES e outras instituições financeiras, além do direito de concorrência

em leilões de compra de biodiesel. As indústrias produtoras obtêm direito à desoneração de alguns tributos, mas deverão garantir a compra da matéria-prima e preços pré-estabelecidos, oferecendo segurança aos agricultores familiares. Há, ainda, possibilidade dos agricultores familiares participarem como sócios ou quotistas das indústrias extratoras de óleo ou de produção de biodiesel, seja de forma direta, seja por meio de associações ou cooperativas de produtores. Os agricultores familiares também têm acesso a linhas de crédito do Pronaf, por meio dos bancos

Além da obrigatoriedade da mistura para garantir a demanda e o suprimento do biodiesel, havia a necessidade de garantir os preços competitivos e a qualidade do biodiesel. Para tanto, instituíram-se os Leilões Públicos para compra do biodiesel

que operam com esse programa, assim como acesso a assistência técnica, fornecida pelas próprias empresas detentoras do Selo Combustível Social, com apoio do MDA por meio de parceiros públicos e privados (PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BODIESEL, 2009).

Além dos benefícios propiciados pela obtenção do Selo Social, as regras tributárias do PNPB permitem que o produtor industrial de biodiesel, contribuinte de impostos como o PIS/Pasep e a Cofins, possa optar entre uma alíquota percentual que incide sobre o preço do produto, ou pelo pagamento de uma alíquota específica, que é um valor fixo por metro cúbico de biodiesel comercializado, conforme dispõe a Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005. Essa lei dispôs que o Poder Executivo poderá estabelecer coeficientes de redução para a alíquota específica, que poderão ser diferenciadas em função da matéria-prima utilizada na produção, da região de produção dessa matéria-prima e do tipo de seu fornecedor (agricultura familiar ou agronegócio).

Portanto, ao regulamentar a lei, o Decreto nº 5.457, de 6 de junho de 2005, estabeleceu reduções diferenciadas em relação à alíquota específica, em três níveis distintos de desoneração tributária: o primeiro nível beneficia o biodiesel fabricado a partir de mamona ou palma produzidas nas regiões Norte, Nordeste e no semiárido pela agricultura familiar com a desoneração de PIS/Pasep e Cofins, que para este caso é total, ou seja, a alíquota efetiva é nula (100% de redução em relação à alíquota geral de R\$ 217,96/m³); o segundo nível de redução contempla o biodiesel fabricado a partir de qualquer matéria-prima que seja

produzida pela agricultura familiar, independentemente da região, e a alíquota efetiva é R\$ 70,02/m³ (67,9% de redução em relação à alíquota geral); e, por último, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou palma produzidas nas regiões Norte, Nordeste e no semiárido pelo agronegócio, a alíquota efetiva é R\$ 151,50/m³ (30,5% de redução em relação à alíquota geral).

Dessa forma, além de privilegiar os agricultores familiares, o regime tributário estabelecido no PNPB tem por objetivo desonerar a produção do biodiesel em regiões menos dinâmicas como o Norte, Nordeste e semiárido (PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL, 2009).

PANORAMA ATUAL DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL

A partir da implementação do PNPB, observou-se um crescimento significativo da produção do biodiesel no país. A criação impositiva de uma demanda cativa desse combustível, baseada na obrigatoriedade da adição do B100 ao diesel de petróleo, parece ser responsável pelo fenômeno que impulsionou uma série de investimentos no setor. Com a expectativa de crescimento da demanda por B100, impulsionada pela evolução do percentual da mistura obrigatória, aumenta tanto a capacidade instalada de produção quanto a própria produção do biodiesel no país (Quadro 1).

Segundo dados da Agência Nacional de Petróleo Gás e Biocombustíveis (ANP), entre 2005, ano em que se aprovou a lei que estabeleceu a obrigatoriedade da adição de um percentual de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional, e 2008 a produção do biodiesel cresceu de 736 m³ para 1.164.332 m³. A capacidade estimada para a produção de biodiesel no país é atualmente de 3.876.537,30 m³/ano, ou seja, quase o triplo do que, de fato, foi produzido em 2008. Essa capacidade de produção ociosa para produção de B100 pode arrefecer o *boom* de investimentos verificado nos últimos anos no setor, visto que a capacidade estimada de produção atual já supera a demanda estimada para o biodiesel, a partir da adição de 5% do B100 ao diesel, que é de 2.500.000 m³ (Quadro 1).

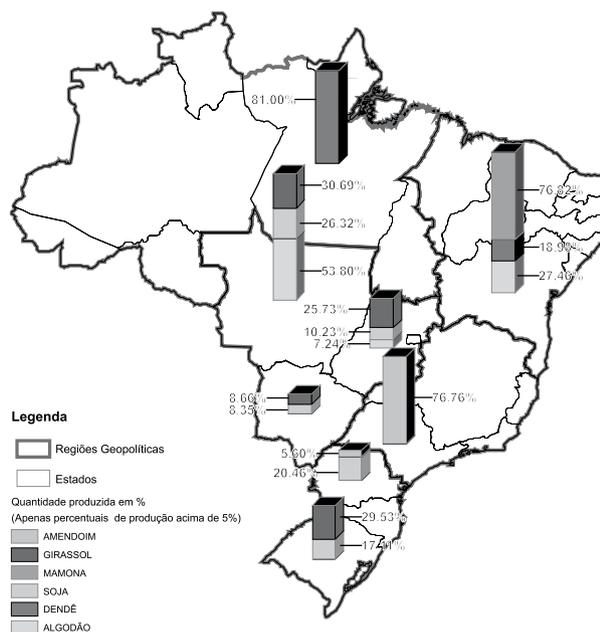
Ano	BX	Demanda estimada biodiesel (milhões de litros)
2007	B2	840
2008	B2 - B3	840 - 1.300
2009	B3	1500
2010	B5	2500

Quadro 1
Evolução da mistura e demanda estimada de biodiesel no Brasil

Fonte: ROSA, Jânio. Restrições da produção familiar de biodiesel na competição em escala mundial (qualidade de produção e presteza no fornecimento). In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONOMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional. Salvador: SEI, 2008. p. 135-140. (Rodadas de discussão).

Nota: Dados elaborados pelos autores

As seis oleaginosas mais utilizadas como matéria-prima para produção do biodiesel no país apresentam uma territorialidade específica. Observa-se que a produção de soja, responsável pela maior parte da produção, concentra-se no Centro-Sul (Cartograma 1).

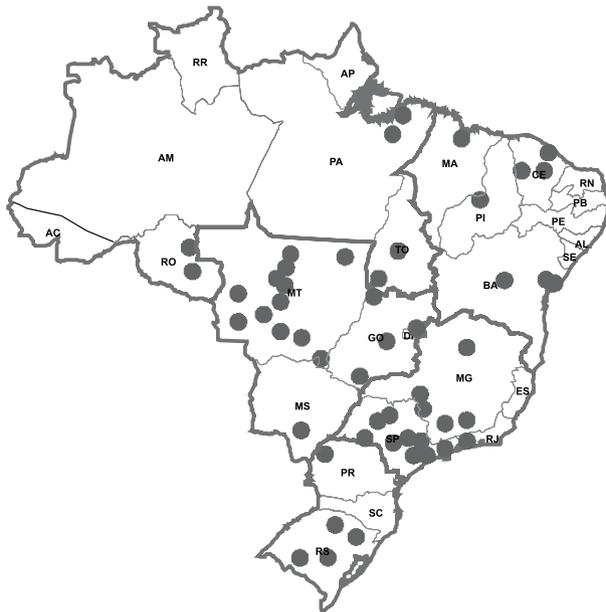


Cartograma 1
Territorialidade das seis principais oleaginosas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil: produções mais expressivas

Fonte: IBGE/Diretoria de Pesquisas/Coordenação de Agropecuária/Produção Agrícola Municipal 2007.

Nota: Dados trabalhados pelos autores.

Tal concentração evidencia a importância da disponibilidade de matéria-prima, como um fator de competitividade, no que se refere às decisões de localização das usinas; esta afirmação se evidencia a seguir, pela visualização da distribuição espacial dos municípios que possuem unidades produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP. O mapeamento revela uma concentração de plantas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país (Cartograma 2).



Cartograma 2
Distribuição espacial dos municípios brasileiros com Unidades Produtoras de Biodiesel autorizadas pela ANP

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)–Boletim Mensal do Biodiesel (SRP). Portaria ANP n.º 54/01.

Nota: Dados trabalhados pelos autores

Do ponto de vista da produção, contudo, a região Nordeste, apesar do número reduzido de plantas autorizadas, é a segunda maior do país. Essa região – onde o destaque é a produção baiana – fica atrás apenas da região Centro-Oeste, na qual se destaca o Mato Grosso, maior produtor nacional (Cartograma 3).

A concentração de usinas e da produção na região Centro-Oeste parece estar associada ao



Legenda

- Regiões Geopolíticas
- Estados
- Número de Usinas Autorizadas pela ANP
- Produção de Biodiesel ano 2008/ em m³

Cartograma 3
Unidades produtoras autorizadas e volume de biodiesel produzido em 2008 (m³)

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)–Boletim Mensal do Biodiesel (SRP).

Nota: Dados trabalhados pelos autores.

fato dela ser a maior produtora das matérias-primas utilizadas, atualmente, na produção do biodiesel, quais sejam: óleo de soja e sebo bovino (Gráfico 1).

Da mesma forma, a distribuição espacial das esmagadoras, das refinarias e das bases distribuidoras de biodiesel do país corrobora tal argumento por apresentar também uma concentração regional no Centro-Sul. Os centros produtores de oleaginosas, provavelmente, favorecem essa concentração (Cartograma 4).

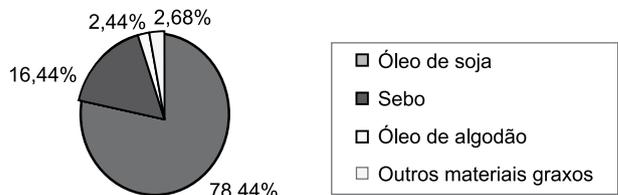
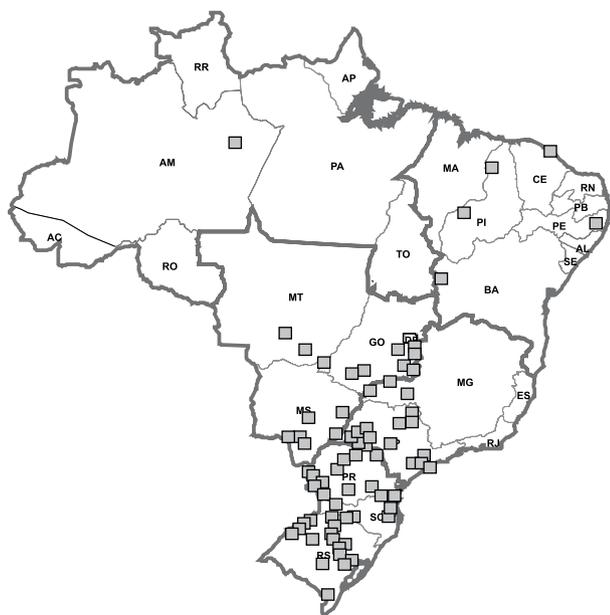


Gráfico 1
Matéria-prima utilizada para produção de biodiesel

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)–Boletim Mensal do Biodiesel (SRP).

Nota: Dados trabalhados pelos autores.



Cartograma 4
Distribuição espacial das esmagadoras e bases distribuidoras de biodiesel no Brasil

Fonte: BENZECRY, Marcos. Planejamento estratégico tecnológico e logístico para o Programa Nacional de Biodiesel. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional. Salvador: SEI, 2008. p. 151-160. (Rodadas de discussão).

Nota: Dados elaborados pelos autores

De acordo com o estudo do IBP (2007), o maior adensamento da cadeia produtiva do biodiesel na região Centro-Sul do país permite a otimização dos fluxos logísticos, evidenciando, assim, a maior competitividade para a produção do B100 nessa região. Outra constatação importante é que a otimização dos custos de produção, sobretudo os custos logísticos, e a proximidade com centros consumidores, mostraram-se mais importantes para a competitividade da produção do biodiesel do que os benefícios fiscais previstos no modelo tributário específico para o setor. A região Nordeste e, sobretudo, a Norte, regiões que o governo brasileiro busca dinamizar através do PNPB, ainda não apresentam um adensamento da cadeia, embora a produção do Nordeste seja relevante no cenário nacional. Ressalta-se, entretanto, que a produção de biodiesel no Nordeste não é feita a partir das oleaginosas que o modelo tributário

privilegia, qual sejam, mamona e dendê, mas sim de soja e algodão.

A forma como o modelo tributário, específico para o setor de biodiesel, está estruturado pode estar gerando efeito contrário ao objetivo almejado, que é dinamização das regiões menos dinâmicas via incentivos fiscais. Conforme foi apresentado, no caso de tais regiões – Norte e Nordeste e, dentro desta, o semiárido – a aquisição da matéria-prima da produção familiar ficou condicionada a um percentual mínimo de 50% – percentual muito alto –, o que pode estar afugentando novos investimentos nessas regiões. O número de novas usinas em fase de regularização nessas regiões é muito inferior às outras regiões do país, onde são exigidas contrapartidas menores para obtenção dos benefícios fiscais. Nesse sentido, há necessidade de alteração nos percentuais exigidos para cada região.

Ainda com respeito às oleaginosas que o modelo tributário beneficia, particularmente a mamona e o dendê, foi possível observar (Gráfico 1) que atualmente os óleos derivados destas oleaginosas não se constituem em principais fontes para a produção do biodiesel no país, seja por questões técnicas, seja por questões econômicas, ou ambas. Pelo menos do ponto de vista econômico, a escala de produção parece ser fundamental na definição da matéria-prima para produção do biodiesel no país. Além da escala, o preço médio das oleaginosas parece ser outro fator determinante para sua seleção na produção do biodiesel. Por sua vez, o teor de óleo e a produtividade não demonstram ser preponderantes, visto que a soja, principal matéria-prima utilizada, apresenta, relativamente, pouca oleosidade e baixa produtividade (Quadro 2).

Com efeito, a soja é a oleaginosa que apresenta preços relativamente menores e maior escala de produção – fatores que explicam a sua utilização, quase que exclusiva, na produção de biodiesel no país. Ademais, o volume da produção das outras oleaginosas, pelo menos a curto prazo, não apresenta condições de responder à crescente demanda verificada a partir da obrigatoriedade do B2 e B3 e, em 2010, do B5.

Oleaginosas	Produção (mil ton.)	Produtividade (Kg/há)	Preço médio (R\$/Kg)	% do óleos
Soja	51.182	2.230	0,42	17-21
Algodão Herbáceo	3.666	2.913	0,94	15-16
Dendê	903	10.275	1,52	20-22
Amendoim	314	2.318	0,95	40-45
Mamona	168	727	0,55	45-55
Girassol	60	1.270	0,41	40-55

Quadro 2

Características das principais oleaginosas destinadas à produção de biodiesel

Fonte: BENZECRY, Marcos. Planejamento estratégico tecnológico e logístico para o Programa Nacional de Biodiesel. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional*. Salvador: SEI, 2008. p. 151-160. (Rodadas de discussão).

Nota: Dados elaborados pelos autores.

PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA BAHIA

A grande extensão territorial, associada a condições edafoclimáticas propícias ao cultivo das diversas oleaginosas utilizadas como matéria-prima para produção do biodiesel, confere ao estado da Bahia grande potencialidade no setor. O governo do estado, seguindo a estratégia nacional, instituiu no final de 2007 o Programa Estadual de Bioenergia, embora as iniciativas de fomento à produção e uso de biodiesel no estado da Bahia tivessem sido iniciadas em 2003, com o Programa de Biodiesel da Bahia (PROBODIESEL BAHIA).

O Probiobiodiesel Bahia foi criado visando fazer da Bahia um importante produtor de biodiesel. Sob coordenação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) do governo do estado, o objetivo estratégico do programa era produzir e inserir um combustível renovável na matriz energética estadual. Buscava-se a ampliação e consolidação da produção e do processamento de oleaginosas na Bahia e o fomento à implantação de usinas produtoras de biodiesel em escala comercial, com produção contínua. Os objetivos contemplavam, ainda, o fortalecimento da agricultura familiar e a sua inserção na cadeia produtiva do biodiesel (AVZARADEL, 2008).

Entretanto, com a mudança de governo em 2007, instituiu-se o Programa Estadual de Bioenergia, com finalidade de gerir e fomentar ações para o desenvolvimento da biomassa no território baiano, bem como implantar no estado o biodiesel como combustível adicional à matriz energética, além de estimular pesquisas relacionadas ao programa, sob coordenação da Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (Seagri).

Ressalta-se que os dois programas se assemelham bastante no que diz respeito aos objetivos. Com a mudança na coordenação institucional dos projetos, pode ter havido quebra na continuidade das ações e perda de conhecimento tácito incorporado na instituição e nas pessoas que trabalhavam diretamente no programa. Contudo, a inclusão social, foco principal do projeto estadual e federal de apoio e fomento ao biodiesel, ganhou força a partir do momento que a Seagri, mais especificamente a sua Superintendência de Agricultura Familiar (Suaf), passou a coordenar o programa estadual.

Apesar das iniciativas de fomento para produção de biodiesel já estarem, de alguma forma, sendo desenvolvidas, o potencial e, particularmente, os paradigmas de competitividade para produção de biodiesel no estado ainda estão sendo testados.

Ao analisar a produção das oleaginosas e sua espacialização na Bahia, observa-se que a produção de soja, concentrada no oeste baiano, é a maior entre as oleaginosas cultivadas no estado. O algodão, também cultivado no oeste baiano, tem uma produção relativamente alta, apresentando, inclusive, maior produtividade que a soja. Ainda predomina no estado a baixa escala de produção para algumas oleaginosas como mamona, dendê, girassol e pinhão manso. Entretanto, as expectativas, para os gestores do programa baiano, quanto à produção dessas oleaginosas na Bahia são otimistas. O dendê, cultivado no litoral, aparece como uma oleaginosa de alto potencial de expansão produtiva. A mamona, cultivada principalmente no semiárido, alcança uma projeção de quase três vezes a produção atual. Verifica-se também a aposta no girassol e no pinhão manso (Quadro 3).

Oleaginosas	Área plantada (ha) 2006-07	Área plantada (ha) projeção 2015	Produção (t) 2006-07	Produção (t) projeção 2015	Rendimentos (Kg/ha) 2006-07	Rendimento (kg/ha) projeção
Algodão	276.824	600.000	1.087.918	2.700.000	3.930	4.500
Amendoim	6.349	30.000	7.369	54.000	1.161	1.800
Dendê	44.941	80.000	176.089	960.000	3.918	12.000
Girassol		100.000		1.800.000		1.800
Mamona	116.393	400.000	68.615	600.000	590	1.500
Soja	850.000	1.200.000	2.295.000	3.480.000	2.700	2.900
Pinhão manso		120.000		480.000		4.000
Total	1.294.507	2.530.000	3.634.991	10.074.000		

Quadro 3 Perspectiva de produção e rendimento de oleaginosas na Bahia

Fonte: CARVALHO, Benedito. Culturas oleaginosas na Bahia: restrições e potencialidades. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional. Salvador: SEI, 2008. p. 109-117. (Rodadas de discussão).

Nota: Dados elaborados pelos autores.

No que se refere à produtividade (Kg/ha), o destaque é para o dendê. Entretanto, com uma produção pequena e bastante concentrada na região sul do estado, onde quase não há usinas nem esmagadoras, e com seu elevado preço relativo, parece ficar inviabilizada sua utilização para a produção de biodiesel, a despeito de seu grande potencial. A mamona, apesar de sua baixa produtividade (Kg/ha) e baixa escala de produção, é considerada fundamental para o programa do biodiesel, tanto em nível federal quanto estadual, por apresentar característica produtiva aderente à lógica produtiva da agricultura familiar. Entretanto, há desafios que precisam ser vencidos tanto do ponto de vista tecnológico, dada a alta viscosidade do seu óleo, quanto de competitividade, em razão do alto preço do óleo de mamona. No que diz respeito à soja, sua produtividade (Kg/ha) não é a maior do conjunto de oleaginosas investigadas pelo estudo apresentado. No entanto, ela é a mais empregada para a produção de biodiesel no país e na Bahia. Esse dado corrobora a afirmação de que o preço e a escala de produção são os fatores que, de fato, definem a matéria-prima a ser utilizada na produção de biodiesel.

Em geral, a produtividade das oleaginosas cultivadas na Bahia (Kg/ha) é inferior à produtividade brasileira (Quadro 4), conquanto esta última ainda se encontre em um patamar de produtividade inferior aos cultivares das mesmas oleaginosas em outros países. Evidencia-se, dessa forma, que há um grande potencial produtivo para as espécies de oleaginosas tradicionalmente cultivadas no estado.

Oleaginosas	Produtividade (Kg/ha)	
	Brasil	Bahia
Mamona	741	611
Dendê	10.102	3.938
Soja	2.503	2.289
Girassol	1.473	
Amendoim	2.094	1.169
Algodão	2.974	2.988

Quadro 4 Comparação entre as produtividades médias brasileiras e baianas

Fonte: CARVALHO, Benedito. Culturas oleaginosas na Bahia: restrições e potencialidades. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional. Salvador: SEI, 2008. p. 109-117. (Rodadas de discussão).

Nota: Dados elaborados pelos autores.

No que se refere à produção de biodiesel na Bahia, é possível observar que a produção do combustível aumentou significativamente nos últimos anos. Segundo dados da ANP, em 2005 não havia produção em escala de biodiesel no estado, a não ser para fins de pesquisa. Já em 2006, a produção aumentou para cerca de 4.238 m³. Em 2007 a produção foi de 70.942 m³/ano e em 2008 a produção foi de 65.982 m³/ano. A explosão verificada na produção de biodiesel no estado foi reflexo dos investimentos em plantas produtivas. A Bahia possui, atualmente, três usinas autorizadas para produção de biodiesel, a saber: Brasil Ecodiesel, no município de Iraquara, com produção estimada pela ANP de, aproximadamente, 129.600 m³/ano; a empresa Comanche, no município de Simões Filho, com produção estimada

pela ANP de 120.600 m³/ano; e a usina da Petrobras, situada no município de Candeias, com capacidade de produzir 56.520 m³/ano. Nesse sentido, a capacidade produtiva no estado é muito superior ao que vem sendo produzido. No caso específico da planta da Petrobras, sua produção foi de 9.620 m³ em 2008, quando começou a operar a partir do segundo semestre.

Destaca-se que a grande motivação para a produção de biodiesel no estado são os benefícios sociais que esse combustível pode gerar. As expectativas são otimistas, por parte dos gestores públicos, para inclusão da agricultura familiar no programa do biodiesel, via aumento da participação dos pequenos agricultores no cultivo das principais oleaginosas produzidas no estado, sobretudo o pinhão manso e a mamona. Essa expansão parece se dar por meio do aumento da área plantada (Quadro 5).

Entretanto, ainda há incertezas quanto à inclusão social no processo de produção do biodiesel na Bahia. Com base em entrevistas com alguns agricultores familiares na região de Irecê e a partir de estudos sobre as características e lógica produtiva desse segmento social na Bahia, observa-se que atualmente a agricultura familiar se encontra à margem do processo produtivo de produção do biodiesel. Esta constatação vai de encontro aos reais objetivos do projeto, que é fortemente pautado na inclusão social via participação efetiva da agricultura familiar na cadeia produtiva. Não obstante, parece haver conflitos entre a lógica empresarial, mais dinâmica, competitiva e concentradora, e a lógica produtiva da agricultura familiar, menos dinâmica e com sérios problemas estruturais. Ou seja, o próprio quadro

socioeconômico da agricultura familiar, sobretudo nas áreas menos dinâmicas, como o semiárido, restringe a atuação efetiva desse segmento social numa lógica produtiva competitiva e concentrada.

A inadequação para o trato agrícola por falta de informações e capacidade técnica também é problema que dificulta a participação da agricultura familiar no processo produtivo do biodiesel. A não adequação para o trato agrícola das oleaginosas implica, em geral, em uma baixa produtividade do trabalho dos agricultores familiares e, conseqüentemente, da produtividade agrícola. Dessa forma, há incertezas quanto ao aumento da produtividade por hectare das diversas oleaginosas nas diferentes regiões do estado, questão fundamental para obtenção de vantagens competitivas e aumento da escala de produção.

A questão da organização produtiva, do cooperativismo e associativismo dos pequenos agricultores é um processo bastante complicado, fruto da própria exclusão desse segmento da esfera mercadológica e da própria questão cultural. A morosidade das ações conjuntas e associadas propicia desvantagens competitivas para a agricultura familiar quando comparada com um setor dinâmico como a agroindústria. O problema da concentração fundiária no estado e o endividamento agrícola por parte dos agricultores familiares também aparecem como fatores limitantes para a real inclusão da agricultura familiar em um projeto dessa monta.

Ademais, a tecnologia de produção, em vigor nas usinas instaladas no país e na Bahia, está voltada, principalmente, para produção de biodiesel com base na soja e algodão, o que de certa forma é um fator limitante para sua produção tomando-se por base oleaginosas mais compatíveis com a produção familiar.

Produto	Nº famílias atual	Nº famílias projeção 2010	Área plantada atual (ha)	Área plantada projeção 2010 (ha)
Mamona	62.000	75.000	100.000	140.000
Girassol	30.743	47.360	30.743	95.600
Amendoim	4.200	18.500	2.800	37.000
Dendê	3.800	8.500	10.500	31.500
Pinhão manso	0	40.000	0	80.000
Algodão	500	2.500	500	10.000

Quadro 5
Projeção da participação da agricultura familiar no cultivo das oleaginosas na Bahia

Fonte: FLORÊNCIO, Alton. Capacidade da agricultura familiar responder às demandas requeridas de produção do biodiesel. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional. Salvador: SEI, 2008. p. 129-134. (Rodadas de discussão).

Nota: Dados elaborados pelos autores.

Do ponto de vista do apoio institucional de fomento à produção e uso do biodiesel no estado, observa-se que apesar do avanço institucional dos programas, mais em virtude do amadurecimento das iniciativas do que dos resultados alcançados até o momento, e da mobilização dos atores envolvidos no processo produtivo, sobretudo dos agricultores familiares, as ações vêm apresentando certa morosidade, como o adiamento da finalização do projeto da usina esmagadora do município de Lapão, o que pode levar a um descrédito das políticas.

[...] do ponto de vista dos ganhos sociais do programa, o grande desafio é tornar a agricultura familiar competitiva, e, portanto, capaz de atuar de forma ativa dentro da cadeia produtiva. É preciso entender sua lógica produtiva e seu quadro socioeconômico nos diferentes territórios da Bahia

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cadeia produtiva de biodiesel na Bahia, assim como a nacional, está em processo de formação e consolidação dos seus elos produtivos estando, portanto, imatura. Da mesma forma, encontra-se o programa estadual de fomento à produção de biodiesel. Conforme pôde ser constatado anteriormente, ainda há incertezas importantes quanto ao êxito do Programa-programa, com maior complexidade de solução, nas políticas de inclusão dos pequenos agricultores. Uma razão a mais para a assertiva de que este segmento social enfrenta o maior grau de incerteza quanto à viabilidade econômica da sua participação no PNPB, é o fato deste segmento social já ter carências sobre todos os aspectos relativos à sobrevivência humana: acesso à terra, à habitação, à infraestrutura de transportes, ao saneamento, a equipamentos sociais de educação e de saúde, financiamento, etc. Ainda mais grave é o fato de que esse conjunto de incertezas se encontra territorialmente definido e concentrado, na maioria das vezes.

Assim, para alcançar os objetivos almejados pelo programa estadual, esta cadeia produtiva, sobretudo nos seus elos iniciais, necessita fortemente do apoio do estado para seu desenvolvimento. Isso requer, em primeiro lugar, formulação adequada de iniciativas e ações de fomento à produção do biodiesel e das matérias-primas utilizadas para sua produção; em segundo lugar, a implementação, de uma gestão estratégica, sistemática e contínua, onde haja articu-

lação de políticas públicas específicas ou setoriais, como as políticas para o desenvolvimento e uso do biodiesel, com políticas horizontais, como de saúde, educação e infraestrutura urbana e logística. Ou seja, por se tratar de necessidades básicas, tais elementos

de suporte à vida, mesmo que exercidos nos seus padrões mínimos de exigências, passam a ser fundamentais para viabilizar e manter, a médio e longo prazo, qualquer atividade econômica, notadamente a do biodiesel, que requer condições especiais de produção, a fim de tornar-se competitiva, visto que o programa do biodiesel deve ser viável tanto do ponto de vista estratégico e político

quanto do ponto de vista econômico. Ou seja, deve ser autossustentável e competitivo.

Assim, do ponto de vista dos ganhos sociais do programa, o grande desafio é tornar a agricultura familiar competitiva, e, portanto, capaz de atuar de forma ativa dentro da cadeia produtiva. É preciso entender sua lógica produtiva e seu quadro socioeconômico nos diferentes territórios da Bahia para, só então, formular políticas públicas adequadas para sua inclusão. Além disso, é preciso considerar que, em razão dos diferentes níveis de desenvolvimento econômico e social dos municípios baianos, os benefícios sociais da inclusão da agricultura familiar no projeto devem ser considerados diferentemente.

Ademais, um programa com as características do biodiesel requer ações importantes de estímulos por parte das instâncias públicas, para todos os portes de investidores, sejam grandes empresas ou agricultores familiares, com políticas diferenciadas para cada região do estado da Bahia.

Tais predicados só podem ser supridos pela conjugação de esforços dos três níveis de governo, trabalhando de forma articulada no tempo e em cada território. Isso significa uma gestão com alto grau de complexidade, pois implica em ajustes de programas com focos territoriais bastantes definidos em seus objetivos, com as ações submetidas às mesmas prioridades de investimentos e realizadas em tempos compatíveis com as demandas locais.

É importante ressaltar que toda essa complexidade deve ser enfrentada para viabilizar um conjunto de ações públicas destinadas a dar viabilidade à produção de biodiesel com base na agricultura familiar e que também esteja associada a uma estratégia de desenvolvimento regional.

Em função disso, é imprescindível institucionalizar uma instância, no governo da Bahia, que assuma a responsabilidade pela escolha das áreas piloto e inicie um processo de discussão capaz de conduzir os trabalhos de montagem de um modelo institucional que possa ser assimilado tanto pelo governo federal quanto pelos governos municipais e atores locais.

Ademais, considerando que a informação e o conhecimento constituem as armas mais importantes para o desenvolvimento no mundo atual, os tratos agrícolas para a produção de biodiesel tendem a se basear, cada vez mais, em requerimentos tecnológicos e com procedimentos de gestão dos negócios que demandam um acompanhamento sistemático dos avanços na área, a fim de manter a competitividade frente a mercados mundiais. Aliado a isso, a produção vai requerer avanços no desenvolvimento regional, do ponto de vista das suas novas demandas em infraestruturas urbanas e sociais. As populações, alvo do programa do biodiesel como inclusão social, constituem aquelas com níveis críticos de informação e de capacitação técnica para enfrentar os avanços tecnológicos e de capacitação para a identificação de novas políticas para o desenvolvimento regional.

Nesse sentido, é indispensável a montagem de ambientes regionais de capacitação, utilizando as estruturas das universidades estaduais, as novas universidades federais instaladas na Bahia e outros centros de pesquisa. Duas abordagens de capacitação devem ser trabalhadas: gestão dos negócios para elevar a qualidade administrativa das pequenas unidades produtivas cooperativadas e para desenvolver a capacidade técnica dos tratos agrícolas, e a qualificação continuada para oferecer informações, conhecimentos e técnicas de montagem de estratégias de desenvolvimento de caráter territorial, com o intuito de construir coletivamente as capacitações necessárias para o desenvolvimento regional.

Também é necessário aprofundar o conhecimento sobre as questões regionais da Bahia, notadamente daqueles espaços onde as atividades voltadas para a agricultura familiar, com ênfase no biodiesel, sejam mais intensas

No mundo atual, onde as inovações se constituem em elementos fundamentais para a competitividade, a necessidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) ganha destaque por ser imprescindível para o processo de aprendizagem inovativa e tecnológica. Assim,

P&D na cadeia produtiva do biodiesel, sobretudo na parte agrícola, faz-se necessária. As sementes com maiores possibilidades de desenvolvimento no estado da Bahia e voltadas para viabilizar a agricultura familiar, mamona, pinhão manso e dendê, estão em fase pouco desenvolvida

de pesquisa, implicando em sua incapacidade de utilização, no momento atual, para responder à produtividade requerida. Dessa forma, é imprescindível que o governo do Estado possa iniciar ações capazes de estimular as pesquisas sobre essas oleaginosas, tanto envidando esforços junto a organismos nacionais como a Embrapa, como estimulando outros centros de pesquisas nacionais e estaduais através de criação de linhas de financiamento.

Também é necessário aprofundar o conhecimento sobre as questões regionais da Bahia, notadamente daqueles espaços onde as atividades voltadas para a agricultura familiar, com ênfase no biodiesel, sejam mais intensas. É necessário expor claramente os pontos mais relevantes do desenvolvimento regional, principalmente aqueles que dão suporte diretamente às famílias, como a oferta de água, saneamento, energia elétrica, saúde, educação, transportes, lazer etc., como também as atividades direta ou indiretamente ligadas às atividades produtivas, como a oferta de equipamentos de armazenagem, de apoio ao sistema de transportes de escoamento, a oferta de comércio e serviços etc. Importante ressaltar a organização espacial de todas essas redes de serviços e equipamentos, funcionando de forma compatível entre si e com a concentração das manchas de produção.

Enfim, só uma gestão pública focada territorialmente, persistente no tempo e qualificada na sua formulação, acompanhamento e avaliação pode viabilizar o projeto do biodiesel com inclusão social e um desenvolvimento regional menos desequilibrado.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). Brasília: ANP, 2009. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2009.
- AVZARADEL, A. C.; *A contribuição da política estadual para viabilizar a participação da agricultura familiar no programa nacional de produção e uso de biodiesel: o caso da Bahia*. 2008. Dissertação (Mestrado)-COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.
- BAHIA. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Salvador: SEAGRI, 2009. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/>>. Acesso em: fev./mar. 2009.
- BAHIA. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação. Salvador: SECTI, 2009. Disponível em: <<http://www.secti.ba.gov.br/>>. Acesso em: mar 2009.
- BENZECRY, Marcos. Planejamento estratégico tecnológico e logístico para o programa nacional de biodiesel. In: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional*. Salvador : SEI, 2008. p. 151-160. (Rodadas de discussão).
- 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. *Lex*: coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, v.69, p. 1138, jun. 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 5 de julho de 2005. Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão de uso do selo combustível social. *Lex*: coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, v.69, p.4385-4392, jul. 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 02, de 30 de setembro de 2005. Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos ao enquadramento de projetos de produção de biodiesel ao selo combustível social. *Diário Oficial da União*. 30 set. 2005. Acesso em: mar. 2009.
- BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. *Lex*: coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, v.69, p.121-127, jan. 2005.
- 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. *Lex*: coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, v.69, p. 1027-1033, maio 2005.
- BRASIL. Portaria ANP nº 54, de 30 de março de 2001. Estabelece normas e procedimentos para o envio de informações mensais sobre o processamento, movimentação e estoque de matérias-primas, produção, movimentação, qualidade e estoque de derivados, em instalações industriais e em outros locais de faturamento, por meio do conjunto de formulários "Demonstrativo de Controle de Produtos Processados - DCP". *Lex*: coletânea de legislação e jurisprudência, São Paulo, v.65, p. 2135-2141, mar. 2001.
- IBGE. *Produção agrícola municipal 2007*: cereais, leguminosas e oleaginosas. Rio de Janeiro, 2008. 58 p.
- PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BODIESEL – PNPB. Brasília: Prossiga/Ibict, 2009. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2009.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Relatório biodiesel: inclusão social e desenvolvimento regional*. Salvador: SEI, 2008. 203p. (Rodadas de discussão).

O biodiesel na Bahia: uma análise da potencialidade baiana na produção de oleaginosas

Vitor Bufon Krohling^A
Gilca Garcia de Oliveira^B
Poliana Costa Matos^C
Maria Idalina de Sant'Ana^D

Resumo

O estado da Bahia possui áreas consolidadas de oleaginosas distribuídas ao longo de seu território, além de abarcar o maior número de agricultores familiares do Brasil, aproximadamente 625.000. De acordo com o histórico da evolução da produção de oleaginosas no Estado, tem-se que dentre os cultivos anuais, a mamona foi aquele que mais respondeu ao crescimento do preço defasado, 59,48, ou seja, o crescimento de R\$ 1,00 no preço defasado incrementa em 59,48 toneladas a produção. As elasticidades-preço defasados com relação à quantidade produzida de todas as culturas foram inelásticas. As respostas quanto ao aumento da área cultivada foram positivas em todos os cultivos estudados, sendo maiores no algodão. Este estudo mostra a potencialidade de crescimento do cultivo da mamona, que apresenta ainda como vantagem o fato de estar ligada à lógica produtiva da agricultura familiar baiana.

Palavras-chave: Biodiesel. Produção de oleaginosas. Agricultura familiar. Bahia.

Abstract

The State of Bahia has consolidated areas of oilseeds distributed throughout the region, as well as being the home for approximately 625,000 family farmers, which is the largest number in Brazil. In accordance with the evolutionary history of oilseed production in the State, it was the castor oil plant that had a better response to growth of the out of date price of 59.48 within annual cultivations. In other words, a R\$1.00 rise in the out of date price increased production by 59.48 tonnes. The out of date price elasticities were inelastic in relation to the quantity of all cultivations produced. Responses regarding the increase in cultivated area was positive in all of the cultivations studied, being greater in cotton. This study shows the growth potential for castor oil plant cultivation, which also has the advantage of being connected to the productive logic of the Bahian family farmer.

Keywords: Biodiesel. Oilseed production. Family farming. Bahia.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com a dependência do petróleo nas matrizes energéticas mundiais tem levado a um grande esforço internacional em desenvolver tecnologias para a produção e o uso de energias limpas, que decorre de uma conjunção de fatores que favorecem a mudança para uma nova matriz

energética de base renovável, onde haja a substituição gradual do petróleo por matéria-prima renovável.

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 para o consumo de combustíveis renováveis. Além disso, a demanda mundial por combustíveis de origem renovável vem apresentando uma tendência de crescimento e o Brasil tem potencial para ser o principal produtor e um grande exportador mundial destes combustíveis.

^A Economista graduado pela Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia (FCE/UFBA). vitorbk@hotmail.com

^B Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); graduada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); professora do Curso de Mestrado em Economia (CME-UFBA). ggo@ufba.br

^C Economista graduada pela Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia (FCE/UFBA). polianamatos@hotmail.com

^D Graduada em Administração pelo Centro Universitário de Desenvolvimento do Centro Oeste (Unidesc); consultora do Programa de Biodiesel, Petrobras Biocombustível, liasantana_1@yahoo.com.br

Neste cenário, o estímulo à produção do biodiesel no Brasil aparece como alternativa de diversificação da matriz energética e ainda pode gerar benefícios de natureza social, econômica e ambiental. A corrida internacional para o desenvolvimento de programas de pesquisa, produção e uso de energias renováveis ganhou dimensões estratégicas, tanto pela busca da autossuficiência, quanto pela liderança tecnológica e comercial do setor.

As discussões sobre biodiesel no Brasil têm priorizado as oleaginosas mais intensivas em mão de obra e que sejam capazes de incluir regiões à margem do processo de desenvolvimento econômico. Neste contexto, destaca-se a região Nordeste como potencial produtora de oleaginosas para a produção do biodiesel, podendo utilizar-se desta alternativa para incluir no processo pequenos agricultores desprovidos de alternativas rentáveis.

A Bahia, com sua extensão territorial, condições edafoclimáticas adequadas e com o maior número de agricultores familiares de todos os estados do Brasil, é vista com grande potencial para a exploração de biomassa para fins alimentícios, químicos e energéticos.

Este artigo tem como objetivo identificar o potencial evolutivo do estado da Bahia na produção de oleaginosas para o Programa Biodiesel.

CARACTERIZAÇÃO DO BIODIESEL

O biodiesel é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente o combustível de origem fóssil. As matérias-primas que podem ser utilizadas para a produção de biodiesel são: óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais.

A experiência de utilização do biodiesel no mercado de combustíveis tem se dado em quatro níveis de

concentração¹: Puro (B100), Misturas (B20 – B30), aditivo (B5) e aditivo de lubricidade (B2). Por ser biodegradável, não-tóxico e praticamente livre de enxofre e aromáticos, é considerado um combustível ecológico (BIODIESELBR, 2007).

A viabilização do biodiesel requer a implementação de uma estrutura organizada para produção e distribuição, de forma a atingir com competitividade os mercados potenciais. A introdução do biodiesel, portanto, requer investimentos ao longo de toda a cadeia produtiva para assegurar a oferta do produto

e a perspectiva de retorno do capital empregado para a sustentabilidade no longo prazo.

Os benefícios ambientais podem, ainda, gerar vantagens econômicas. De acordo com Holanda (2004), o Brasil poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), já que existe a possibilidade da 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”, através do Fundo Bio de Carbono (FBC), administrados pelo Banco Mundial.

O potencial de geração de empregos e renda é outra importante motivação para a produção de biodiesel. Segundo estudos desenvolvidos pelos Ministérios do Desenvolvimento Agrário (MDA), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e da Integração Nacional e das Cidades (Minter), a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar podem ser gerados, aproximadamente, 45 mil empregos no campo, com uma renda média anual de R\$ 4.900,00 por emprego. Admitindo-se que para um emprego no campo são gerados três empregos na cidade, seriam criados, então, 180 mil empregos (HOLANDA 2004).

¹ Utiliza-se a nomenclatura Bxx para indicar o percentual de biodiesel adicionado do diesel mineral.

TRAJETÓRIA HISTÓRICA DO BIODIESEL

Os primeiros motores tipo diesel eram de injeção indireta. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe. O combustível especificado como óleo diesel somente surgiu com o advento dos motores diesel de injeção direta, sem pré-câmara (BIODIESELBR, 2007).

O uso direto de óleos vegetais como combustível foi rapidamente superado pelo uso de óleo diesel mineral por fatores tanto econômicos quanto técnicos. Àquela época, os aspectos ambientais e sociais, que hoje privilegiam os combustíveis renováveis, não eram considerados relevantes. No entanto, o aumento sistemático do preço do petróleo no mercado internacional, a partir 1973, levou a sociedade a refletir a respeito da produção e consumo de energia, especialmente no que tange aos combustíveis de fontes não-renováveis. Para Expedito Parente, professor pesquisador e presidente da Tecbio², “o ano de 1973 representou um verdadeiro marco na história energética do Planeta, pois o homem passou a valorizar as energias, posicionando-as em destaque com relação aos bens de sua convivência” (PARENTE, 2003, p. 91)

Assim, em todo o mundo, foram dedicados muitos esforços para a superação da crise onde, basicamente, incidiram dois tipos de ações: a conservação ou economia de energia e o uso de fontes alternativas de energia.

No Brasil, na década de 1970, a crise do petróleo, juntamente com a crise do açúcar, impulsionou o Programa Nacional do Álcool, mais conhecido como Proálcool³. Este programa, de tecnologia 100% nacional, foi o primeiro a produzir energia mecânica utilizando a transformação dos organismos vegetais presentes na cana-de-açúcar – ou seja, a primeira tentativa nacional de se obter energia de forma renovável.

² Empresa de pesquisa e produção de biodiesel.

³ Este programa esteve sob a tutela do professor José Walter Bautista Vidal, então secretário de Tecnologia Industrial que, com o auxílio de uma equipe de especialistas, passou a adaptar motores para o uso de combustíveis de origem vegetal como alternativa àqueles que funcionavam apenas com os derivados de petróleo.

Em 1980, a Resolução nº 7, do Conselho Nacional de Energia, instituiu o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Proóleo)

Em 1979, a paralisação da produção iraniana provocou o segundo grande choque do petróleo, elevando o preço médio do barril ao equivalente a atuais US\$ 80. Os preços permaneceram altos até 1986, quando voltaram a cair. Depois das crises do petróleo de 1973 e 1979, os países buscaram resolver a questão do petróleo de duas formas: aumentando a produtividade da energia e aumentando as taxas de juros a níveis inéditos. Como

resultado, os países donos das grandes reservas de petróleo aumentaram as taxas de extração de petróleo (CRISES ..., 2006).

Embora o Proálcool tenha se iniciado em 1975, somente em 1979, após o segundo choque do petróleo, o Brasil lança a segunda fase deste programa de forma mais ousada, estabelecendo como meta a produção de 7,7 bilhões de litros em cinco anos. O objetivo do Estado era aumentar a produção de alimentos e exportáveis do setor rural, buscando a estabilidade interna e o equilíbrio nas contas externas, além de transferir para a agricultura a responsabilidade de tentar superar a crise do petróleo, que afetara profundamente o Brasil, já que o país era grande importador deste produto (BIODIESELBR, 2007).

A chamada “crise do petróleo” foi à mola propulsora das pesquisas realizadas na época. O lobby canavieiro garantiu o Proálcool, mas o desenvolvimento de outros combustíveis alternativos não teve a mesma sorte, apesar dos fatores agroclimáticos, econômicos e logísticos positivos. O Brasil passou a produzir álcool em grande escala e, em 1979, quase 80% da frota de veículos produzida no país tinham motores a álcool, (BIODIESELBR, 2007).

Em 1980, a Resolução nº 7, do Conselho Nacional de Energia, instituiu o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Proóleo). Entre outros objetivos, o programa pretendia substituir o óleo diesel por óleos vegetais em mistura de até 30% em volume, incentivar a pesquisa tecnológica para promover a produção de óleos vegetais nas diferentes regiões do Brasil e buscar a total substituição do óleo diesel por óleos vegetais.

Neste período, o Brasil produzia cerca de 15% do petróleo consumido internamente e os preços

internacionais eram os mais elevados de toda a história, resultantes do segundo choque do petróleo. A meta era de, em cinco anos, produzir 1,6 milhões de m³ de óleos para fins energéticos. Contudo, a viabilidade econômica era questionável: em valores (US\$) de 1980, a relação de preços internacionais óleos vegetais *versus* petróleo, em barris equivalentes, era de 3,30 no caso do dendê; 3,54 para o girassol; 3,85 para a soja e de 4,54 para o amendoim. Com a queda dos preços do petróleo a partir de 1985, essa disparidade de preços no mercado internacional ampliou-se e o Proóleo foi progressivamente esvaziado, embora oficialmente não tenha sido desativado (BIODIESELBR, 2007).

O biodiesel no mundo

Os biocombustíveis vêm sendo testados atualmente em várias partes do mundo. Países como Argentina, Estados Unidos, Malásia, Alemanha, França e Itália já produzem biodiesel comercialmente, estimulando seu desenvolvimento em escala industrial. Desde o início dos anos 1990, o processo de industrialização do biodiesel foi impulsionado na Europa – o principal mercado produtor e consumidor de biodiesel em larga escala.

Segundo dados da *European Biodiesel Board (EBB)*, o biodiesel tem sido produzido em escala industrial na União Europeia (UE) desde 1992, sendo que, atualmente, existem por volta de 40 plantas industriais na UE. Estas plantas estão localizadas principalmente na Alemanha, Itália, Áustria, França e Suécia, onde já está em vigor legislação específica para promover e regular o uso de biodiesel, destinada à melhoria das condições ambientais através da utilização de fontes de energia mais limpas.

Na França, as principais matérias-primas utilizadas são óleo de colza e girassol, e a capacidade de produção francesa, em 2007, foi de 1.250 mil toneladas. Na Alemanha, a capacidade de produção a partir da colza, em 2007, foi de 4.500 mil toneladas, resultado que a transforma na principal produtora no âmbito da UE. Na Europa foi assinada, em maio

de 2003, uma Diretiva pelo Parlamento Europeu destinada à substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis. A proposta é ter 5,75% de adição de biodiesel ao diesel a partir de 2010.

Desde o início dos anos 1990, o processo de industrialização do biodiesel foi impulsionado na Europa – o principal mercado produtor e consumidor de biodiesel em larga escala

Nos EUA, a principal matéria-prima utilizada é a soja, e sua capacidade de produção, em 2007, foi de 4.587 mil toneladas. Há uma série de incentivos fiscais para o biodiesel no país e as legislações estaduais estipulam sua adição ao diesel entre 2% a 5%. O programa de biodiesel norte-americano foi criado pela Lei do Senado S517, de 25/04/2002, que apresenta como meta a produção de 20 bilhões de litros por ano. Além da lei federal, existem leis estaduais de apoio à utilização de biodiesel.

O uso do biodiesel na UE recebe incentivo à produção através de uma forte desoneração tributária e de importantes alterações na legislação do meio ambiente. Os fabricantes europeus de motores apoiam a mistura de 5% de biodiesel. Na mistura até 30% ou biodiesel puro (Alemanha) muitos fabricantes dão garantia, como a *Volkswagen, Audi, Seat, Skoda, PSA, Mercedes, Caterpillar e Man* (para alguns modelos). Na Alemanha, mais de 1.800 postos de combustíveis já comercializam biodiesel puro.

Durante a década passada, a Comunidade Europeia aplicou cerca de €100 milhões no Projeto de Demonstração de Biodiesel, considerado o mais relevante entre todos os programas europeus de bioenergia. O programa americano de biodiesel, de menor porte, também tem recebido expressivo apoio. No curto período, de 1992 a 1997, foram desenvolvidos cerca de 350 projetos de pesquisa sobre biodiesel nos Estados Unidos, e um impressionante conjunto de estudos sobre produção, comercialização, uso e suas implicações (BIODIESELBR, 2007).

A maior parte do óleo vegetal empregado no programa europeu vem do cultivo da colza. No entanto, os custos de produção de óleo vegetal são, em média, cerca de duas vezes superiores ao do diesel mineral. Para atingir a meta de 2010 nas condições atuais, o nível de subsídios, na forma de isenção de impostos, seria de aproximadamente 2,5 bilhões de euros/ano (BIODIESELBR, 2007).

O BIODIESEL NO BRASIL

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 para o consumo de combustíveis renováveis.

O Brasil tem características que o definem como estratégico na produção de energias renováveis: a possibilidade de incorporação de áreas à agricultura de energia; a possibilidade de múltiplos cultivos dentro do ano calendário. Isso permite que o país detenha uma das mais limpas matrizes energéticas do mundo (BRASIL, 2005).

Tem havido grande estímulo do governo federal, no sentido de ampliar a parcela de fontes renováveis na matriz energética nacional. Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão subordinado ao Ministério de Minas e Energia (MME), aponta um incremento de 1,5 pontos percentuais da participação das Fontes de Energia Renováveis na Matriz Energética Brasileira, de 2006 a 2007, passando de 44,9 para 46,4%, enquanto os países da OECD (Organização para o Desenvolvimento e Crescimento Econômico) apresentam 6,7% e no mundo são 12,9% de energia renovável (BRASIL, 2008).

Em 2004, com a fabricação de veículos bicompostíveis com 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 álcool à gasolina em proporção próxima a 25%.

Desde 2003, foi criada uma Comissão Intermistrial permanente para propor e acompanhar as providências necessárias à introdução de novos combustíveis no Brasil, sendo estabelecidas quatro metas consideradas prioritárias (ACARINNI, 2006): a) autorizar oficialmente a mistura de até 2% de biodiesel ao diesel mineral; b) desenvolver mecanismos para produção de oleaginosas e biodiesel destinados à inclusão social; c) definir um modelo

tributário aplicável à cadeia produtiva do biodiesel; 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.

Oferta e demanda de biodiesel no Brasil

No estudo elaborado por Accarini (2006), enquanto a mistura B2 não era obrigatória (período 2005/2007), a demanda por biodiesel seria infinitamente elástica no âmbito do preço do diesel (D2005/2007) 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 litros por ano (D2008) e os preços dependeriam da evolução da oferta (Gráfico 1).

Numa sequência ideal, a oferta evoluiria de S2006 para S2007 e depois para S2008, situação em que a trajetória AB representada no Gráfico 1 poderia ser caracterizada como a chamada "curva de aprendizado" da produção de biodiesel. A inclinação dessa curva é tanto mais acentuada quanto mais eficientes as inovações tecnológicas introduzidas na cadeia produtiva do biodiesel (ACCARINI, 2006).

O potencial de crescimento do biodiesel no Brasil será viabilizado pela evolução das pesquisas, testes, investimentos e produção. Admitindo-se a mistura de 20% ao diesel mineral (B20), tem-se um mercado de, aproximadamente, R\$ 15 bilhões, com potencial para gerar aproximadamente dois milhões de oportunidades de trabalho diretas e indiretas no setor agrícola, incluindo a agricultura familiar, isso sem considerar o crescimento do consumo interno e a perspectiva de conquistar mercados externos para esse combustível de fontes renováveis (ACCARINI, 2006).

A capacidade instalada para produção de biodiesel no país é de 2,5 bilhões de litros/ano. Com a demanda estimulada pela obrigatoriedade do B2, a partir de janeiro de 2008, e a antecipação da meta para a obrigatoriedade do B3, no segundo semestre desse mesmo ano, projeta-se que a capacidade para produção de biodiesel no país totalize, ao término de 2008, aproximadamente, quatro bilhões de litros.

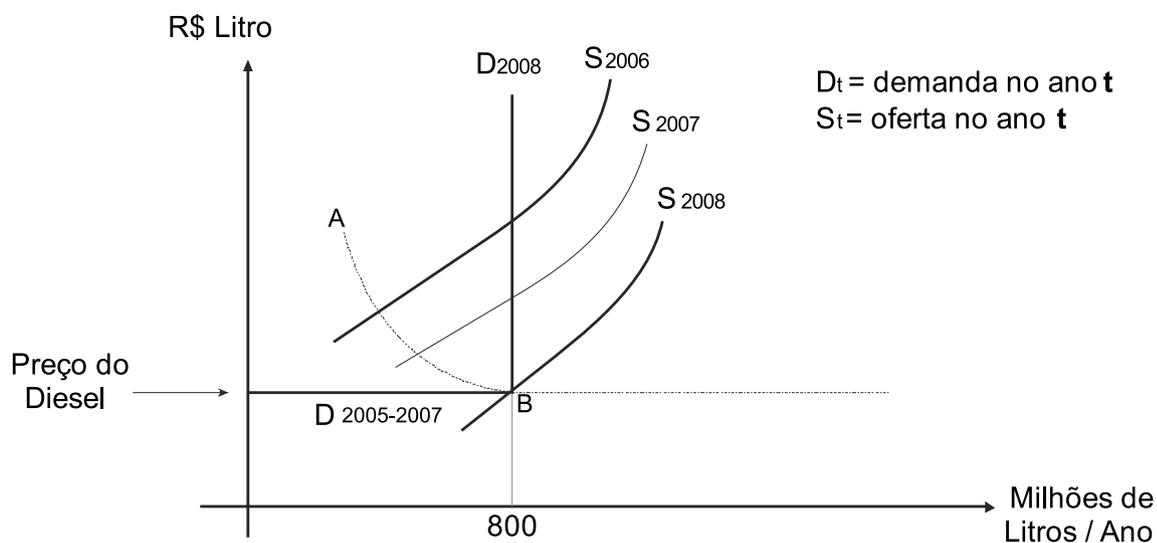


Gráfico 1
Representação do mercado de biodiesel e da curva de aprendizado

Fonte: ACCARINI, José Honório. Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas. Bahia Análise & Dados: energias alternativas, Salvador, v. 16, n. 1, p. 51-64, jun. 2006.

De acordo com o estudo realizado pelo Instituto de Pós-graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPEAD/UFRJ) em parceria com o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP) em 2007, os pontos que mais preocupam os agentes envolvidos na cadeia de suprimento do biodiesel são relativos à garantia de suprimento de matéria-prima e à qualidade do produto. A partir dessas considerações, é possível entender que o maior problema é o suprimento do biodiesel com a qualidade exigida pelas normas estabelecidas, principalmente considerando-se as diversas rotas de produção, o que dificulta a garantia de uma mesma especificação para o produto final.

No Brasil, observa-se que, embora se disponha de uma diversidade de matérias-primas a ser utilizada como fonte de óleo ou gordura, a situação atual levou ao uso do óleo de soja e sebo bovino como principais insumos. Entre as principais oleaginosas cultivadas no Brasil e que podem ser aproveitadas na produção de biodiesel, a que apresenta o maior percentual de área colhida é a soja, com 92,5% do total, seguida pelo algodão (5,5%), mamona (1%), amendoim (0,5%), palma (0,3%) e girassol (0,2%) (COPPEAD, 2007).

No entanto, o volume produzido de determinada oleaginosa não deve ser o único critério a ser

considerado para a escolha, sendo outros fatores também importantes, tais como: área de produção/adaptação regional/políticas públicas, produção por unidade de área, ciclo da cultura, possibilidades de arranjos produtivos e tecnologia disponível (na fase agrícola), além da facilidade no processo de extração, a presença de ácidos graxos e os co-produtos – na fase industrial (COPPEAD, 2007).

Adicionalmente à exploração de matéria-prima oleaginosa, é possível e encontra-se em prática no Brasil o uso de gordura animal, notadamente sebo bovino, para a produção de biodiesel. Neste caso, destaca-se que 90% dos frigoríficos nacionais encontram-se na região Centro-Sul do país, gerando uma quantidade de 720.000 t de sebo, em 2006, volume maior que o potencial de óleo de algodão.

O biodiesel consumido no Brasil tem utilizado predominantemente a soja e o sebo bovino como matéria-prima, colocando em risco um dos principais objetivos da política, a inserção de agricultores familiares.

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.

BIODIESEL NA BAHIA

O estado merece destaque especial por apresentar condições adequadas para produzir diversas oleaginosas que são matérias-primas para a produção do biodiesel, principalmente a mamona, a soja, o dendê, o algodão, o girassol, que recentemente vem sendo introduzido em algumas áreas do estado, e o pinhão manso, que se apresenta como uma excelente alternativa para o semiárido. Além de abarcar o maior número de agricultores familiares do Brasil, aproximadamente 625.000.

A Bahia produz uma variedade importante de oleaginosas, distribuídas em regiões distintas. A produção de soja e de algodão concentra-se no oeste, enquanto o dendê é produzido no litoral e a mamona no semiárido. Vale ressaltar que o estado é o maior produtor nacional de mamona e o segundo de algodão, com 79% e 22% da produção nacional, respectivamente.

Para atender aos objetivos do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o governo da Bahia criou, em 2003, a Rede Baiana de Biocombustíveis, que reúne representantes de órgãos públicos, das empresas e dos centros de pesquisa e universidades. Suas principais ações são: o melhoramento das matérias-primas cultivadas e a produção de sementes certificadas para aumentar a produtividade por hectare, além de promover um aumento na oferta de biodiesel.

Em 05 de dezembro de 2007, o Decreto 10.650 criou a Comissão Executiva do Programa Estadual de Produção de Bioenergia (BahiaBio), com a finalidade de gerir e fomentar ações, aplicações e desenvolvimento para o uso de biomassa no território baiano, bem como implantar no estado o biodiesel, como um biocombustível adicional à matriz energética, além de estimular pesquisas relacionadas ao Programa Estadual de Produção de Bioenergia. Este programa objetiva incentivar e desenvolver a produção de bioenergia na Bahia, buscando atender demandas dos mercados interno e externo; apoiar e ampliar a produção e o processamento de oleaginosas no estado da Bahia para fornecer matéria-

prima às indústrias de biodiesel; diversificar a matriz energética do estado com a utilização de biodiesel em motores automotivos e estacionários; além de atrair investimentos para implantação de usinas processadoras de biodiesel (BAHIABIO, 2007).

As principais metas do Programa de Biodiesel do Estado são: a produção de 517 mil m³ de biodiesel a partir de 2010 e 773 mil m³ a partir de 2012; atender as demandas de biodiesel no estado, correspondentes a 60 mil m³ em 2008 (B3), 100 mil m³ a partir de 2013 (B5) e gerar receitas com a venda do excedente nos mercados nacional e internacional; e atender a demanda futura da indústria oleoquímica, de aproximadamente 80 mil m³ de óleo de palmiste. Espera-se que este programa esteja completamente implantado no ano de 2012, e para que isto aconteça são necessários investimentos da ordem de R\$ 12,3 bilhões, divididos entre três subprogramas: Etanol, Biodiesel e Co-geração de energia, (BAHIABIO, 2007).

A Bahia conta com 11 usinas produtoras de biodiesel, sendo que três delas se encontram em fase de construção (Global Ag Biodiesel, LLC, Biobrax e Universidade Federal da Bahia – UFBA), três ainda em planejamento (Multigrain, Candelle e Dagrís), uma usina-piloto, já produzindo (Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC), uma construída e não produzindo (Biobrax, em Una) e três construídas e produzindo – Comanche Biocombustíveis da Bahia Ltda (OLIVEIRA; SANT'ANA, 2009).

Evolução da oferta das oleaginosas na Bahia

Neste estudo utiliza-se de um ferramental econômico por meio da estimação de uma equação de oferta representando cada uma das principais oleaginosas do estado. A função de oferta de determinado produto tem como variáveis explicativas o preço dos fatores de produção, dada uma determinada tecnologia. Neste estudo optou-se por desenvolver uma equação na qual, no setor agrícola, a produção em um determinado período é função dos preços do produto no período anterior e da área colhida, na tentativa de expressar a realidade da atividade.

Sendo assim, o modelo econométrico ajustado está representado na equação 1:

$$Q_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 A_t + \hat{\beta}_2 P_{t-1} + \hat{\mu}_t \quad (1)$$

Onde:

Q_t é a quantidade produzida das principais oleaginosas, expressa em tonelada no ano t;

A_t é a área colhida em ha no ano t;

P_{t-1} é preço expresso em R\$/tonelada no ano t-1;

$\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$ são parâmetros do modelo;

$\hat{\mu}_t$ é o erro aleatório.

E as respectivas elasticidade-preço defasado da oferta das oleaginosas dadas por $\xi_{p,t-1} = \frac{\partial Q_t / Q_t}{\partial P_{t-1} / P_{t-1}}$, onde Q_t é a quantidade no tempo t e P_{t-1} é o preço defasado em um período para que seja considerado o período de resposta aos preços necessário ao processo produtivo da agricultura.

Para o modelo econométrico proposto utiliza-se a estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) sob as hipóteses do Modelo Clássico de Regressão Linear (MCRL) para a análise de dados de série temporal.

As análises dos resultados empíricos são condicionais, portanto, à não-rejeição das hipóteses do modelo MCRL. As estimações foram realizadas usando dados anuais de produção, área e preço obtidos do IBGE. A amostra cobre o período de 1990 a 2007. Para o preço dos produtos foi utilizado como deflator o IGP-M, e todos os preços foram deflacionados para o mês de novembro de 2008.

As estimativas realizadas têm como objetivo identificar o comportamento das principais oleaginosas produzidas na Bahia em função de suas principais variáveis explicativas. Não se busca uma análise de previsão. Neste sentido, optou-se por manter as variáveis em nível, mesmo aquelas que não foram estacionárias.

Resultados

As culturas produzidas na Bahia com potencial para a produção de biodiesel têm uma relevante distribuição territorial. A cultura da mamona está presente na região do semiárido, com a forte participação da agricultura familiar em sua produção. O dendê encontra-se presente no Baixo Sul, cultivado por agricultores familiares em sistemas agroflorestais combinados com cravo, guaraná, piaçava, pimentado-reino, pimenta jamaica, dentre outros. O algodão e a soja que seriam os cultivos mais diretamente relacionados com a agricultura patronal, em grandes extensões de cultivos.

Os principais resultados do exercício econométrico relacionado à mamona, ao dendê, ao algodão e à soja relacionados ao seu potencial evolutivo encontram-se na Tabela 1.

De acordo com o resultado da estimação, pode-se verificar que os coeficientes que representam o efeito da área colhida e do preço sobre a produção de mamona foram altamente significativos. Pode-se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que

Tabela 1
Estimação de oferta de oleaginosas – Bahia – 2008

	Variáveis	Parâmetro	Desvio padrão	t	Probability	
Mamona	Intercepto	-55.198,48	10.660,76	-5,177	0,0001	$\bar{R}^2 = 0,83$
	Área	0,60	0,09	6,470	0,0000	F-statistic = 40,62 Prob 0,0000
	Preço (t-1)	59,48	11,97	4,973	0,0002	Durbin-Watson = 1,540
Dendê	Intercepto	34.788,99	7,81	4,45	0,0005	$\bar{R}^2 = 0,89$
	Área	3,30	0,22	1,53	0,0000	F-statistic = 6,72 Prob 0,0000
	Preço (t-1)	-2,55	1,25	-2,04	0,0601	Durbin-Watson = 2,05
Algodão	Intercepto	-535.806,3	193.096,3	-2,77	0,0149	$\bar{R}^2 = 0,66$
	Área	3,66	0,67	5,50	0,0001	F-statistic = 16,33 Prob 0,0002
	Preço (t-1)	2,19	1,15	1,90	0,0002	Durbin-Watson = 0,82
Soja	Intercepto	-468.011,2	254.917,7	-1,84	0,0877	$\bar{R}^2 = 0,84$
	Área	2,65	0,40	6,58	0,0000	F-statistic = 4,45 Prob 0,0000
	Preço (t-1)	3,33	5,79	0,57	0,5746	Durbin-Watson = 1,57

Fonte: Elaboração própria.

um aumento de R\$ 1,00 no preço defasado de um ano da mamona aumentaria a produção da mamona 59,5 toneladas em média. Enquanto o aumento de um hectare na área colhida aumentaria a produção em 0,60 toneladas, em média.

Pode-se ainda afirmar que a equação da oferta estimada apresentou um coeficiente de determinação (\bar{R}^2) elevado, indicando que 80,3% das variáveis observadas na oferta de mamona em baga são explicadas pelas variáveis pré-determinadas no modelo.

O teste conjunto das variáveis utilizadas no modelo (teste F) mostrou-se estatisticamente significativo, de forma que rejeita-se a hipótese nula de que todos os parâmetros são iguais a zero.

A elasticidade-preço defasado da quantidade para a mamona foi de 0,6952, ou seja, um aumento de 1% no preço defasado da mamona provoca um aumento da área cultivada em 0,69%.

Dada a importância social do agronegócio da mamona no Nordeste brasileiro, é fundamental o comprometimento governamental por meio de políticas agrícolas e industriais adequadas, ou seja, políticas que favoreçam o produtor, que gerem uma remuneração satisfatória para que, conseqüentemente, venham a plantar mais.

A sustentabilidade de um programa de biodiesel baseado na mamona exigirá fortalecimento substancial da base agrícola, de suporte para o desenvolvimento e disseminação de novas variedades. O fator principal de incentivo ao agricultor é estabelecer unidades esmagadoras diretamente ligadas aos produtores, onde estes possam se beneficiar não apenas das vendas de bagas de mamona, as quais hoje oferecem alto risco, mas também da comercialização do óleo bruto. Com a ligação dos produtores com unidades esmagadoras agrega-se valor ao produto, tirando a dependência dos produtores aos atravessadores para vender a produção e assim possibilitando uma maior renda ao produtor.

Os coeficientes que representam o efeito da área colhida e do preço sobre a produção de dendê foram altamente significativos. Pode-se inferir, a partir da análise dos parâmetros, que o preço defasado de

dendê não contribui para o aumento da oferta deste produto. Enquanto o acréscimo de um hectare na área colhida aumentaria a produção em 3,3 toneladas, em média. Portanto, a área colhida de dendê e as variáveis omitidas no modelo são aquelas que

mais influenciam no aumento da sua oferta. Este aspecto revela muito da dendeicultura na Bahia: é uma produção baseada em palmeiras antigas com baixa produtividade, dos tipos espontânea ou dura.

Pode-se ainda inferir que a equação da oferta estimada

apresentou um coeficiente de determinação (\bar{R}^2) elevado, indicando que 80,9% das variáveis observadas na oferta de dendê são explicadas pelas variáveis pré-determinadas no modelo. A probabilidade para o teste F em que são testadas todas as variáveis em conjunto no modelo mostra que as variáveis conjuntas são estatisticamente significativas.

A elasticidade-preço defasado da quantidade ofertada do dendê foi de -0,0033, ou seja, um efeito inverso pouco representativo, no qual o aumento de 1% no preço defasado do dendê provoca uma redução da área colhida em 0,0033%. Verifica-se que a lógica da produção do dendê não segue os preceitos da teoria neoclássica, uma vez que os dendezeiros são culturas tipicamente permanentes e a dendeicultura baiana tem como base palmeiras antigas, pouco produtivas e com baixo dinamismo de sua cadeia produtiva.

O Brasil, que atualmente importa óleo de dendê, não deve se tornar autossuficiente tão cedo, pois a área plantada deveria ser dobrada para atender a crescente demanda do mercado. Neste cenário, embora exista viabilidade econômica para a produção do biodiesel a partir do dendê, o óleo deverá continuar sendo destinado à indústria de alimentos, que ainda garante melhor remuneração ao produto.

Para promover a expansão da dendeicultura será necessário superar alguns entraves como: a falta de incentivos governamentais específicos, o alto custo da implementação de novas lavouras, a longa maturação do investimento (cerca de três anos de espera), além da necessidade da usina estar próxima à produção – pois a matéria-prima bruta tem pouco

Dada a importância social do agronegócio da mamona no Nordeste brasileiro, é fundamental o comprometimento governamental por meio de políticas agrícolas e industriais adequadas

valor comercial e o transporte em longas distâncias fica inviável, já que o processamento precisa ser efetuado logo após a colheita. No estado da Bahia, a necessidade de inclusão de cultivares mais produtivas e de renovação das áreas é fundamental.

Com base nos resultados obtidos pelo modelo estimado é possível afirmar que os efeitos da área colhida e do preço sobre a produção de algodão são significativos e que, a partir da análise dos parâmetros, um aumento de R\$ 1,00 no preço defasado de um ano de algodão aumentaria a produção deste em 2,19 toneladas, em média.

Enquanto o aumento de um hectare na área colhida aumentaria a produção em 3,66 toneladas, em média. Pode-se inferir ainda que a equação da oferta estimada apresentou um coeficiente de determinação (\bar{R}^2) elevado, indicando que 66% das variáveis observadas na oferta de algodão são explicadas pelas variáveis pré-determinadas no modelo. A probabilidade para o teste F em que são testadas todas as variáveis em conjunto no modelo mostra que as variáveis conjuntas são estatisticamente significativas.

A elasticidade-preço defasado da quantidade ofertada do algodão foi de 0,010, ou seja, o crescimento de 1% nos preços defasados levam ao crescimento de 0,010% da área de algodão no estado da Bahia.

Avzaradel (2008) cita estudo de Barros outros (2006) que revela que o biodiesel de algodão do Nordeste é o mais barato do Brasil. Levando-se em conta o processo produtivo completo do biodiesel, produz-se no Nordeste um litro de biodiesel a R\$ 0,662 em uma planta com capacidade de processamento de 100 mil litros anuais. Comparado ao biodiesel de soja e mamona, o de algodão apresenta uma vantagem de quase 100%.

Os coeficientes estimados, o efeito da área colhida sobre a produção de soja foi significativo, enquanto o coeficiente que representa o efeito do preço não pode ser classificado como tal. Assim, um aumento de um hectare na área colhida aumentaria a produção em 2,65 toneladas, em média. Pode-se ainda inferir que

a equação da oferta estimada apresentou um coeficiente de determinação (\bar{R}^2) elevado, indicando que 84% das variáveis observadas na oferta de soja são explicadas pelas variáveis pré-determinadas no modelo. A probabilidade para o teste F em que

são testadas todas as variáveis em conjunto no modelo mostra que as variáveis conjuntas são estatisticamente significativas.

A elasticidade-preço defasado da soja foi de 0,00157, ou seja, o aumento de 1% no preço defasado da soja provoca um aumento da área colhida em 0,0016%, mostrando a rigidez produtiva no agronegócio. Os agricultores ligados ao

agronegócio, que compõem os principais produtores de soja na Bahia, têm elevada informação sobre a cadeia produtiva, e a pouca flexibilidade na escolha de um cultivo alternativo surge da não existência de outro que seja tão rentável quanto a soja.

Verifica-se que a inserção da agricultura familiar no Programa Biodiesel ficará comprometida caso a oferta de grãos para a produção de biodiesel seja contemplada pela soja e pelo algodão, que são culturas tipicamente produzidas pela agricultura patronal em grandes áreas de monocultivo.

Não foram realizadas estimativas para o girassol, por não haver série histórica com informações suficientes para a estimação, e para o pinhão manso, em razão do seu cultivo ser ainda preliminar, especialmente em áreas experimentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biodiesel vem se estabelecendo como uma possibilidade concreta de substituição do diesel mineral com potencialidades de inserção social da agricultura familiar na cadeia produtiva, de menores impactos ambientais, proporcionando menor dependência internacional do diesel mineral.

Algumas oleaginosas têm se mostrado menos viáveis para a produção de biodiesel. Na Bahia, do ponto de vista econômico, observou-se que o leque das oleaginosas competitivas para a produção do

O biodiesel vem se estabelecendo como uma possibilidade concreta de substituição do diesel mineral com potencialidades de inserção social da agricultura familiar na cadeia produtiva, de menores impactos ambientais, proporcionando menor dependência internacional do diesel mineral

biodiesel no estado é mais limitado, reduzindo-se à soja e ao algodão, por possuírem altas escalas e produtividades, bem como menor preço do óleo.

A mamona, assim como o dendê, não faz parte da relação das oleaginosas mais competitivas para produção do biodiesel, em razão de sua baixa escala de produção e o preço do óleo relativamente alto, destinado a outros mercados. Estes cultivos não se mostraram viáveis, do ponto de vista econômico, para produção de biodiesel. Além disso, há questões relativas à inviabilidade técnica da utilização dessas matérias-primas para a produção de biodiesel, por causa das suas altas taxas de viscosidade. No entanto, a inserção social tem sido um critério fundamental na definição de estratégias de fomento dos cultivos, e, neste sentido, a mamona e o dendê têm sido as culturas privilegiadas no PNPB, uma vez que são aquelas em que se encontra um número relevante de agricultores familiares envolvidos na sua produção.

A inserção efetiva da agricultura familiar ainda é um desafio na implantação do PNPB, sendo que sua presença nos demais elos da cadeia do biodiesel, para além da produção de matéria-prima, tem sido fortemente defendida pelos movimentos sociais e assessorias técnicas.

Outro desafio posto é a pressão da monocultura, ligada à agroindústria, que tem se mostrado mais rentável sobre os policultivos, que estão ligados à lógica produtiva da agricultura familiar. As disparidades regionais têm sido notadas à medida que a implantação do biodiesel parece favorecer um desenvolvimento regional concentrado espacialmente e amparado na monocultura, com leque reduzido de oleaginosas.

Há que se avaliar também que a competitividade da agricultura familiar na produção das oleaginosas passa pela necessidade de maior aporte de base tecnológica e de insumos produtivos, que pode desequilibrar o balanço energético no processo produtivo. Neste sentido, políticas públicas que garantam a inserção de forma sustentável destes agricultores são fundamentais, estabelecendo assistência técnica, garantia de preços justos e de mercado, sendo imprescindível que a soberania alimentar das famílias seja respeitada no conjunto de cultivos estabelecidos para o comércio e para a subsistência.

REFERÊNCIAS

- ACCARINI, José Honório. Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas. *Bahia Análise & Dados: energias alternativas*, Salvador, v. 16, n. 1, p. 51-64, jun. 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008.
- AVZARADEL, A. C. *A Contribuição da Política Estadual para Viabilizar a Participação da Agricultura Familiar no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: O Caso da Bahia*. 2008. Dissertação (Mestrado)-UFRJ. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/anaavzaradel.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- BAHIABIO - Rede Baiana de Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br>>. Acesso em: out. e nov. 2007.
- BIODIESELBR. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: out. e nov. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano Nacional de Agroenergia, 2006-2011*. [Brasília]: MAPA, 2005. 120 p. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/PLANONACIONALDOAGROENERGIA1.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2007.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2008*. [Brasília]: BEM, 2008. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20080508_1.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2009.
- COPPEAD – Centro de Estudos em Logística. UFRJ, Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – IBP. *Planejamento Estratégico Tecnológico e Logístico para o Programa Nacional de Biodiesel*. Rio de Janeiro, 2007.
- CRISES externas estimularam desenvolvimento da indústria do petróleo no país. *Notícias Radiobrás*. [Brasília], 2006. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/materia_i_2004.php?materia=262619&editoria=&q=1>. Acesso em: 20 jun. 2007.
- HOLANDA, A. *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 200 p. (Séries altos estudos, n.1).
- IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008.
- OLIVEIRA, G. G., SANT'ANA, M. I. de. *Levantamento de informações disponíveis sobre a cadeia produtiva de biodiesel no Estado da Bahia: aspectos agrônômicos, da agricultura familiar e da cadeia produtiva*. Salvador: OIT/Governo do Estado da Bahia, 2009. No prelo.
- PARENTE, Expedito José de Sá. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003.
- PROGRAMA BRASILEIRO DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2007 – 03 dez. 2007.

Estratégias para inserção do território do sisal no programa de biodiesel

Giovani Ferreira da Silva^A

Gisele Ferreira Tiryaki^B

Marcelo Dultra^{C*}

Resumo

O Território do Sisal na Bahia possui um dos menores indicadores de desenvolvimento humano do país e, juntamente com a Amazônia, é uma das regiões mais suscetíveis aos impactos do aquecimento global. O consórcio de oleaginosas com o sisal constitui uma possibilidade de geração de renda para os agricultores, possibilitando o abandono do modelo de monocultura do sisal e a inclusão social pela ação cooperativada da agricultura familiar. Utilizando a abordagem de Filière, o presente artigo tem por objetivo delinear uma proposta de atuação da agricultura familiar no Território do Sisal a partir das oportunidades elencadas pelo Plano Nacional de Produção de Biodiesel. Dentre as estratégias identificadas, o estudo prioriza o desenvolvimento de pesquisas de plataformas de produção de oleaginosas na região associadas ao esmagamento com gestão cooperativada e integrada à cadeia de produção do sisal.

Palavras-chave: Biodiesel. Agricultura familiar. Sustentabilidade. Cooperativismo. Cadeia Produtiva.

Abstract

The Sisal Region in Bahia has one of the lowest human development indicators in the country and, together with the Amazon, is one of the regions most susceptible to the impacts of global warming. The partnership of oilseeds with sisal creates the possibility of income generation for farmers, allowing them to abandon the sisal mono-culture model and makes social inclusion possible via the cooperative activity of family farming. Using the Filière approach, this article's objective is to outline an action proposal for family farming in the Sisal Region from opportunities detailed on the National Biodiesel Production Plan. Among the strategies identified, the study prioritizes research development on oilseed production platforms associated with the crushing effect in the region, using cooperative management and integrated with the sisal production chain.

Keywords: Biodiesel. Family farming. Sustainability. Cooperativism. Productive Chain.

INTRODUÇÃO

O fomento à produção de biodiesel representa uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento do país, além de possuir importantes externalidades positivas para o desenvolvimento regional e para a preservação ambiental. A redução dos níveis de importação de óleo diesel com ganhos na

balança comercial, o desenvolvimento tecnológico local e a oportunidade de dinamizar a geração de emprego e renda na zona rural são importantes vertentes do ponto de vista de desenvolvimento econômico para o país. A redução da pressão social nas periferias das grandes cidades pela redução do êxodo rural, por sua vez, amplifica a importância de tal iniciativa sob a ótica econômica e social. Sob o enfoque ambiental, têm-se benefícios na redução de teores de fuligem, aromáticos e enxofre, com impactos positivos na redução dos custos de saúde pública.

A disponibilidade de terras agricultáveis e clima favorável no país para o aproveitamento de diferentes matérias-primas (e.g. mamona, dendê, girassol, soja, algodão, óleos e gorduras residuais

^A Mestrando em Regulação da Indústria de Energia da Universidade Salvador (Unifacs); graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e em Economia pela Universidade Católica do Salvador (UCSal).

^B Doutor em Economia pela George Mason University; mestre em Economia pela Northeastern University; pesquisadora Prodoc/CNPq; coordenadora do Grupo de Pesquisa em Regulação, Gestão e Desenvolvimento Sustentável na Universidade Salvador (Unifacs).

^C Mestre em Administração e graduado em Administração de Empresas pela Universidade Salvador (Unifacs); pesquisador no Núcleo de Estudos Organizacionais e Tecnologias de Gestão (Neoteg) do Programa de Pós-Graduação em Administração da Unifacs.

* Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

e gordura animal) são também motivadores para a introdução do combustível renovável. Diante disto, o governo delineou mecanismos inseridos no Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) com o objetivo de incentivar a produção do biodiesel necessário para atender as metas previstas no marco regulatório.

O arcabouço regulatório desenvolvido a partir do PNPB buscou acelerar a curva de aprendizado nas fases agrícola e agroindustrial para melhorar a competitividade do biodiesel frente ao diesel fóssil. Além disso, enfatizou a descentralização do desenvolvimento econômico e a abordagem social do programa, ao procurar criar estímulos à produção agrícola em pequenas propriedades na região Norte e no semiárido nordestino. Buscou-se, assim, evitar a tendência econômica da produção concentrada em extensas unidades monocultoras próximas às regiões de consumo, características presentes no modelo de produção do álcool no Sudeste ou ainda no agronegócio empresarial agrícola da soja e algodão no Centro-Oeste.

O Território do Sisal caracteriza-se por apresentar irregularidade pluviométrica interanual, com concentração de chuvas em três a quatro meses do ano, e solos com baixa capacidade de retenção hídrica. As secas periódicas reduzem ou dizimam a produção agrícola. As estiagens produzem um efeito devastador nas economias locais, tornando agudo o quadro socioeconômico e estimulando a emigração populacional. A existência de culturas adaptáveis a essas condições de clima e solo, como o sisal, tem trazido certo dinamismo para a economia local, não obstante carecer de inovações produtivas.

O cultivo de oleaginosas para uso na produção do biodiesel pode representar uma opção para a diversificação das atividades agrícolas da região, onde a maior parte das propriedades é familiar e pode, portanto, usufruir dos benefícios associados ao PNPB. Como essas culturas utilizam

mão de obra intensiva, espera-se um impacto positivo em termos de geração de emprego e renda, além de ganhos com a diversificação de atividades produtivas e com a promoção do desenvolvimento sustentável.

O cultivo de oleaginosas para uso na produção do biodiesel pode representar uma opção para a diversificação das atividades agrícolas da região, onde a maior parte das propriedades é familiar e pode, portanto, usufruir dos benefícios associados ao PNPB

O presente trabalho tem por objetivo delinear uma proposta de atuação da agricultura familiar no território do sisal a partir das oportunidades elencadas pelo PNPB. Neste sentido, utilizando a abordagem *Filière*, será apresentada uma proposta de atuação da agricultura familiar no Território do Sisal da

Bahia, salientando a necessidade de pesquisa de plataformas de produção de oleaginosas na região, associadas ao esmagamento com gestão cooperativada e integrada à cadeia de produção do sisal.

O artigo está estruturado da seguinte forma. A primeira parte apresenta os aspectos climáticos e os indicadores socioeconômicos do Território do Sisal na Bahia, salientando os potenciais efeitos do aquecimento global e a relação entre a elevação da concentração dos gases de efeito estufa e o aumento da aridez da região. A seção seguinte descreve a cadeia produtiva do sisal como a principal atividade econômica nos municípios da região, discriminando a composição de custos na área agrícola e industrial, assim como a sua estrutura de comercialização. Na terceira seção são apresentadas as oleaginosas que têm potencial para adaptarem-se às condições edafoclimáticas e que possam ser consorciadas com o sisal, enquanto a quarta seção apresenta as estratégias para a inserção da região no PNPB, apontando para a necessidade de desenvolvimento de plataformas de produção de oleaginosas e de organização dos agricultores sob a forma de cooperativas ou associações para capacitá-los a concorrer no mercado do biodiesel. A última seção apresenta as considerações finais.

CARACTERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA DO TERRITÓRIO DO SISAL

O Território do Sisal encontra-se inserido no semiárido brasileiro, onde predomina o bioma da caatinga. Apresenta uma vegetação diversificada, caracterizada pela existência de plantas xerófilas, com alta resistência ao stress hídrico. É uma área que vem sofrendo significativamente com a devastação causada pelo homem, em função da formação de pastagens, da utilização da vegetação nativa para a produção de energia e até mesmo das queimadas, que podem levar à extinção de espécies importantes para a população local e para a manutenção e sobrevivência do ecossistema. Segundo Leal e outros (2005), trata-se do ecossistema mais degradado do país após a mata atlântica e o cerrado.

As estiagens na região carecem de informações climatológicas consistentes para melhor caracterizar os efeitos de fenômenos atmosféricos dominantes na evolução do clima da região. Em amplo levantamento de estudos sobre o semiárido, Sales (2002) caracteriza a desertificação como decorrente da degradação ambiental da região em função de vários fatores, destacando as mudanças climáticas e as atividades humanas, sendo necessária a condução de uma análise específica para melhor compreensão e intervenção no fenômeno.

Segundo Sampaio (1995) e Prado (2003), a precipitação anual varia de 1.500 mm nas regiões mais altas e subúmidas para 500 mm nas áreas centrais, chegando a 240 mm nas regiões mais áridas. Pode-se perceber que existe um grande mosaico de microclimas, com diferentes potenciais agrônômicos a serem aproveitados.

Com relação aos efeitos do aquecimento global sobre a região, Monteiro (2007) e Pinto e Assad (2008) situam o semiárido nordestino, juntamente com a Amazônia, como as áreas mais afetadas pelo efeito estufa no país. Com base nos dados do *Intergovernmental Panel on Climate Change*

(IPCC, 2006), projeta-se elevação na temperatura e redução de pluviosidade significativas, conforme o aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera¹. Pinto e Assad (2008) observam que a elevação na temperatura acentuará a falta de água, com impacto na vegetação e nas culturas agrícolas da região, concluindo que a produção de mandioca no semiárido será muito prejudicada já em 2020, com impactos na segurança alimentar da região. O fenômeno da intensificação

da aridez na caatinga do Nordeste é enfatizado por Marengo (2007 apud MONTEIRO, 2007), que aponta para a tendência de aumento das áreas áridas e hiperáridas, e até mesmo desertificação nas áreas mais centrais do Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco e o centro-norte baiano. Para Leal e outros (2005), no presente, a desertificação já ameaça 15% da região semiárida.

As microrregiões do estado da Bahia onde o sisal é cultivado ocupam um terço do semiárido baiano, que, por sua vez, representa em torno de 68% da área total do estado (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 2003). De acordo com a Tabela 1, cerca de 4% da população da Bahia habita o Território do Sisal, região que possui baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDHs), com alguns municípios apresentando IDHs até 20% abaixo da média do país (UNITED NATIONS, 2002) e inferior ao IDH de alguns países africanos, como África do Sul, Namíbia, Gabão e Guiné Equatorial. Caso fosse segregada, a região ocuparia a 119ª posição, onde o Brasil foi relacionado na 73ª posição, em um conjunto de 173 países presentes no Relatório de Desenvolvimento Humano 2002 (UNITED NATIONS, 2002).

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), existem em torno de 63,5 mil propriedades nas regiões da Bahia

As microrregiões do estado da Bahia onde o sisal é cultivado ocupam um terço do semiárido baiano, que, por sua vez, representa em torno de 68% da área total do estado

¹ Projeta-se reduções entre 10% e 20% na pluviosidade nas regiões mais áridas, nos cenários de climático otimista e pessimista, respectivamente (IPCC, 2006).

Tabela 1
Dados socioeconômicos do Território do Sisal

Município	Pop. 2007	Área (km²)	Densidade Pop. (Hab/km²)	PIB 2006 (R\$ milhões)	Renda/CAPITA 2006 (R\$)	IDH-M (2000)	Índice de aridez ¹
Araci	51.912	1.524	34,1	112,02	2.275,22	0,557	0,21 a 0,50
Barrocas	13.182	188	70,1	48,67	3.755,07	-	0,21 a 0,65
Biritinga	13.961	431	32,4	38,09	2.598,92	0,596	0,21 a 0,50
Candeal	9.019	455	19,8	21,53	2.226,01	0,610	0,21 a 0,65
Cansanção	32.789	1.320	24,8	84,68	2.588,22	0,538	0,05 a 0,50
Conceição do Coité	60.835	1.086	56,0	227,12	3.833,3	0,611	0,21 a 0,50
Ichú	5.881	128	45,9	12,48	3.691,82	0,675	0,21 a 0,65
Itiúba	35.749	1.731	20,7	74,65	2.051,65	0,574	0,21 a 0,50
Lamarão	11.988	356	33,7	17,36	1.936,01	0,608	0,50 a 0,65
Monte Santo	52.249	3.285	15,9	128,36	2.253,41	0,534	0,21 a 0,50
Nordestina	12.172	471	25,8	28,71	2.106,65	0,550	0,21 a 0,50
Queimadas	27.186	2.098	13,0	63,27	2.463,73	0,613	0,21 a 0,50
Quijingue	27.068	1.271	21,3	69,37	2.463,72	0,526	0,05 a 0,50
Retirolândia	11.938	204	58,5	37,38	3.529,43	0,625	0,21 a 0,50
Santa Luz	33.633	1.597	21,1	81,67	2.618,53	0,646	0,21 a 0,50
São Domingos	8.818	265	33,3	25,26	3.489,97	0,624	0,21 a 0,50
Serrinha	71.383	568	125,7	269,47	3.567,12	0,658	0,21 a 0,65
Teofilândia	20.702	318	65,1	48,98	2.499,83	0,607	0,21 a 0,50
Tucano	48.740	2.801	17,4	133,54	2.466,71	0,582	0,21 a 0,65
Valente	21.512	357	60,3	78,44	3.899,94	0,657	0,21 a 0,50
TERRITÓRIO	570.717	20.454	27,9	1.601,05	2.805,30	0,581	-
BAHIA (%)	4,05%	3,62%	111,90%	1,66%	40,53%	88,37%	-
BRASIL (%)	0,31%	0,24%	129,12%	0,07%	22,11%	95,60%	-

Nota: (1) Índice de Aridez de Thornthwaite, elaborado com base na evapotranspiração potencial. As faixas utilizadas para classificação segundo este método são: Hiperárido – Índice < 0,05; Árido – Índice = 0,05 a 0,20; Semiárido – Índice = 0,21 a 0,50; Subúmido – Índice = seco 0,51 a 0,65; Subúmido e úmido – Índice > 0,65 (BRASIL, 2002).

Fonte: IBGE (2005) e PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (2003).

onde o sisal é cultivado, das quais 95,7% famílias, com tamanho médio de 12,6 hectares (ALVES; SANTIAGO, 2006). Em termos de área plantada, o sisal ocupa o segundo lugar no ranking das culturas agrícolas do território, superado apenas pelo feijão, com 117 mil hectares².

DETERMINANTES DA CADEIA PRODUTIVA DO SISAL

Poucas são as culturas agrícolas que se adequam às características edafoclimáticas do semiárido brasileiro. O sisal (*Agave Sisalana*

Perrine) adaptou-se bem às condições de clima e solo da região, por ser uma planta semixerófila, adequada às regiões tropicais e subtropicais e com capacidade para suportar secas prolongadas e temperaturas elevadas (AMORIM NETO; BELTRÃO, 1999). O sisal é uma das principais espécies responsáveis pela permanência de milhares de pessoas no meio rural, sendo o alicerce da economia do território, mesmo nos períodos em que as adversidades climáticas são maiores.

O produto extraído desta planta é uma fibra natural, de excelente qualidade, que é utilizada para a confecção de tapetes, carpetes e cordas, dentre outros produtos. Toda a produção é feita artesanalmente, tendo, portanto, baixa produtividade e, conseqüentemente, baixa competitividade, quando comparada a fibras sintéticas, o que

² Segundo o IBGE (2007), a área plantada de feijão no Território do Sisal representou 2,8% da área plantada no Brasil, enquanto a produção foi de apenas 1,9% do total produzido no país no mesmo período, o que denota a agricultura de subsistência e intensiva em mão de obra, além do efeito das secas com perda dos plantios.

traz prejuízos para a região e para os agricultores cuja renda é gerada primordialmente do sisal.

Quando cortada e submetida ao desfibramento, a folha do sisal apresenta a seguinte composição: o suco representa 80% do seu peso, enquanto a polpa, a fibra e a bucha representam 15%, 4% e 1%, respectivamente. O desfibramento consiste na separação da polpa e suco da fibra mediante esmagamento. O equipamento utilizado é a Paraibana, que possui motor de combustão interna movido a óleo diesel, com potência entre sete e 12 CV, e capacidade operacional de 0,20 kg/h. Esta máquina desfibradora apresenta um consumo de diesel de 40 litros por tonelada de fibra seca, possuindo alta mobilidade, baixo custo e fácil manutenção (EMBRAPA., 2006).

Após o desfibramento no campo, as fibras são submetidas à secagem no sol e em seguida transferidas às bateadeiras – onde são retiradas a bucha e o pó –, classificadas e enfardadas. Os principais parâmetros na definição da qualidade do produto são o comprimento da fibra, o teor de umidade, a coloração e a isenção de impurezas, como cascas e fragmentos. De acordo com Oashi (1999), esta cadeia de produção conduz a um custo cinco vezes superior ao obtido na África Oriental, referência mundial do produto em qualidade e eficiência na cultura.

No que se refere aos usos do produto, é empregado na produção de cordas, produtos de artesanato, como tapetes, bolsas, carpetes e capachos, além da produção de papel. As fibras podem ser utilizadas também na indústria automobilística, movelaria e eletrodomésticos, em copolímeros na substituição de derivados de petróleo (ALVES; SANTIAGO, 2006). Existem algumas empresas que, além de comercializar a fibra bruta, promovem o beneficiamento com a produção de cordas e artesanato. Os demais subprodutos podem ser usados: (i) na alimentação de bovinos e caprinos; (ii) como adubo orgânico; e (iii) os derivados do suco que podem servir como fármacos, bioinseticidas e cicatrizantes (OASHI, 1999; FAPESB, 2002;

PAZ; SOGLIA, 2005). Atualmente, no entanto, não existem aplicações comerciais para tais usos.

A cadeia produtiva do sisal está ilustrada na Figura 1. O produtor do sisal negocia sua lavoura com proprietários de motores, que também são, normalmente, proprietários rurais. Esta “terceirização” do processo de colheita, de desfibramento, de lavagem e de secagem da fibra permite que o proprietário rural não estabeleça vínculos empregatícios com os trabalhadores rurais, que são contratados pelo proprietá-

rio do motor, também responsável pela compra do óleo diesel necessário para o funcionamento das máquinas desfibradoras. O “dono do motor”, por sua vez, é financiado pelo proprietário da bateadeira em troca da fibra bruta, que passará pelo processo de remoção do pó e enfardamento, para posterior comercialização. O proprietário da bateadeira direciona a fibra processada para a indústria ou diretamente para o exportador.

Apesar de integrada, os elos da cadeia produtiva do sisal são fracos, não existindo cultura de contratos formais na região, tanto comerciais quanto tecnológicos, assim como de relações de trabalho. De acordo com Pereira e outros (2006), apesar de existir um grande número de pequenos produtores rurais, o número de bateadeiras é limitado, e estas são, em sua grande maioria, de propriedade ou vinculadas aos exportadores. Existe, portanto, uma estrutura de mercado de oligopsônio, com os proprietários das bateadeiras/exportadores absorvendo em torno de 40% da receita bruta obtida com o sisal, o “dono do motor” capturando 25,2% da renda bruta e o proprietário do campo de sisal absorvendo 23,8%, restando aos trabalhadores que desfibram o sisal em torno de 10,4% da renda gerada (ALVES e SANTIAGO, 2006).

A cultura do sisal tem apresentado um desempenho declinante nos últimos anos e não se observa evolução tecnológica nas práticas de cultivo e processamento do sisal. Na parte agrícola, existe pouca pesquisa agrônômica

Apesar de integrada, os elos da cadeia produtiva do sisal são fracos, não existindo cultura de contratos formais na região, tanto comerciais quanto tecnológicos, assim como de relações de trabalho

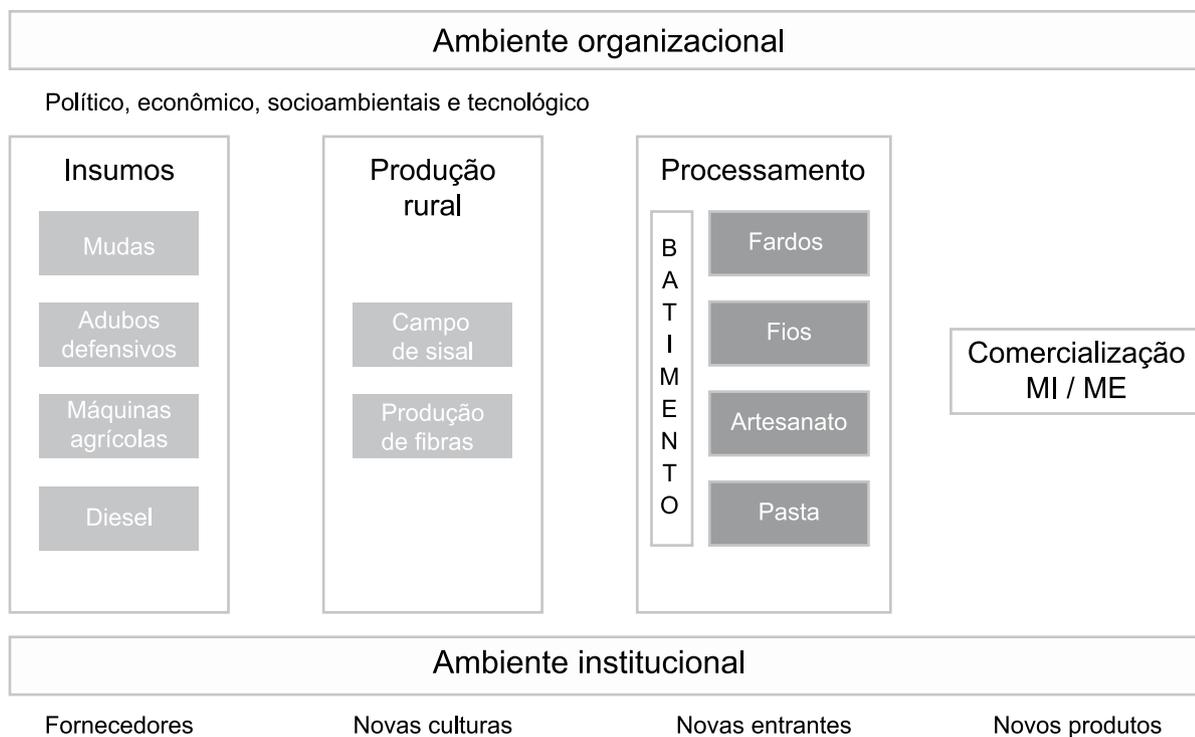


Figura 1
Cadeia produtiva do Sisal

Fonte: Adaptado de Neves e outros (2004)

associada à obtenção de variedades associadas aos diferentes microclimas, doenças e de práticas que promovam a fertilidade dos solos. Em relação à extração da fibra no campo, as alterações na máquina permitiram uma redução nos acidentes de trabalho associados ao seu uso, embora sua produtividade permaneça baixa. Os equipamentos utilizados na industrialização dos fios foram adquiridos ainda nos anos 1970 (ALVES; SANTIAGO, 2006).

De acordo com Suinaga e outros (2006), vários fatores têm contribuído para esse desempenho desfavorável, com destaque para: (i) o baixo índice de aproveitamento da planta e dos resíduos do desfibramento e a concorrência com as fibras sintéticas; (ii) o baixo valor pago pela a fibra; (iii) o elevado custo de se iniciar o plantio do sisal; e (iv) a falta de inovação tecnológica nos equipamentos utilizados na fase agrícola e no processamento da fibra.

Mais recentemente, a valorização cambial vem dificultando a exportação do produto. A realocação do produto anteriormente exportado para o

mercado interno tem gerado excesso de oferta, deprimindo preços no país. Isto, associado à estrutura de comercialização, tem feito com que os preços ao produtor permaneçam em patamares muito baixos, gerando inclusive o deslocamento de áreas de produção para a pecuária. Mesmo a política governamental de incentivo ao plantio e de preços mínimos não tem sido suficiente para reverter o declínio da cultura.

Para diminuir a dependência da geração de renda e emprego somente por meio do cultivo do sisal, é importante estimular a diversificação das culturas produzidas na região, gerando alternativas sustentáveis e focando na melhoria das condições de vida da população local. Sendo assim, faz-se necessário incentivar estudos relacionando as características climáticas e do solo da região, identificando novas variedades que tenham desempenho satisfatório e que possam ser assimiladas pela cultura agrícola da região. Pinto e Assad (2008) sugerem a busca de espécies adaptadas à região como forma de adaptação às mudanças climáticas, propondo o uso de fertilizantes nitrogenados

ajustados à necessidade das plantas, como forma de reduzir as emissões de N_2O .

O cultivo de oleaginosas para produção de biodiesel tem o potencial de dinamizar a economia da região, ao fomentar uma atividade econômica complementar à cultura do sisal. É importante salientar, contudo, que a diversificação de usos da produção agrícola pode também direcionar as áreas agrícolas para insumos energéticos. Como o mercado energético tem muito maior escala que o mercado agrícola, qualquer variação na demanda de petróleo implica em grandes variações de preços nas oleaginosas que podem ser utilizadas para produção de biocombustíveis. Desta maneira, a introdução de novas atividades produtivas na região deve ser analisada considerando os impactos econômicos, mas também seus aspectos ambientais e sociais.

POTENCIAL PRODUTIVO DE OLEAGINOSAS NO TERRITÓRIO DO SISAL

Algumas espécies de plantas com potencial para a produção de óleo a ser utilizado na produção de biodiesel mostram-se aptas ao cultivo no Território do Sisal, como a mamona (*Ricinus communis*), o algodão (*Gossypium sp*), o girassol (*Helianthus annuus L*) e o amendoim (*Arachis hypogaea L*). Destaca-se, particularmente, o cultivo do algodão e da mamona, que apresentam possibilidade de retorno mais elevado por meio do plantio consorciado (ver Tabela 2). Além disso, são culturas intensivas em mão de obra,

resistentes à seca e adaptáveis às condições de solo da região, conforme indicado no zoneamento realizado pela Embrapa. Existe, ainda, a perspectiva de aproveitamento de espécies nativas como ouricuri, moringa e pinhão manso, muito embora não exista o cultivo disseminado de oleaginosas na região.

A mamona, por exemplo, é uma cultura intensiva em mão de obra, bem adaptável às condições edafoclimáticas da região. A torta da mamona pode ser utilizada como adubo de ótima qualidade e como ração animal, enquanto o óleo pode ser aproveitado em várias indústrias (e.g. fabricação de lubrificantes, de detergentes e de tintas e vernizes). A região central do estado da Bahia tem se destacado na produção de mamona, com uma área cultivada em mais de 150 mil hectares e representando uma alternativa de cultivo para a agricultura familiar. Trata-se de uma cultura com a plataforma de produção consolidada e de sólido conhecimento da capacidade de resposta da planta às diversas condições de microclimas do semiárido. A existência de usos alternativos para o óleo da mamona, no entanto, tem criado competição significativa ao seu cultivo para a produção do biodiesel.

O estado da Bahia é o segundo maior produtor de algodão do país, com destaque para os municípios de São Desidério e Barreiras. Seu cultivo, realizado por pequenos produtores com mão de obra familiar, é restrito a algumas regiões do semiárido, muito embora seja adaptável ao clima seco da região (WALDHEIM et al., 2006).

Tabela 2
Resultado esperado com o cultivo de oleaginosas: cultivo isolado versus cultivo consorciado

Culturas	R\$/Kg	Isolado		Consórcio		Custos		Margem	
		Produtividade	Receita	Produtividade	Receita	Iso-lado	Consórcio	Iso-lado	Consórcio
Algodão Herbáceo	1,030	400 a 1.000	721	250 a 400	1.154	600	300	121	854
Amendoim	0,650	400 a 700	358	300 a 400	1.047	800	350	(442)	697
Girassol	0,500	300 a 600	225	250 a 400	982	600	250	(375)	732
Mamona	0,560	400 a 1.500	532	300 a 600	1.071	600	300	(68)	771
Sisal	0,910	600 a 1.200	819	-	-	151	-	699	-

Nota: Produtividade e receita estão expressos em kg/ha/ano, enquanto custos e margem foram expressos em R\$/ha.
Fonte: Cartaxo (2008).

O principal produto obtido é o línter, fibra utilizada na fabricação de tecidos e outros produtos. O óleo bruto corresponde a 15% da semente do algodão e a torta pode ser utilizada como ração animal.

O amendoim também possui elevado teor de óleo nos seus grãos, revelando, assim, bom potencial para ser utilizado na produção de biodiesel. Oleaginosa de ciclo curto e de fácil cultivo, o amendoim adapta-se facilmente a diversas condições de clima, muito embora sua produtividade seja influenciada por fatores ambientais, particularmente a temperatura (SANTOS; GONDIM; FREIRE, 2006). O amendoim é normalmente cultivado por agricultores familiares, em consórcio com o milho. A existência de usos alternativos competitivos para o amendoim, particularmente na indústria alimentícia, no entanto, pode significar um entrave ao uso em larga escala dessa oleaginosa para a produção de biodiesel.

Existe ainda a possibilidade do cultivo do girassol na região, que também é uma cultura de ciclo curto (120 dias). O cultivo desta oleaginosa vem crescendo gradativamente no estado da Bahia, mas faz-se necessário realizar estudos de introdução desta espécie nas áreas do sisal, considerando as condições climáticas, uma vez que se trata de uma planta mais exigente em termos de pluviosidade. Além do farelo obtido com o esmagamento dos grãos, que é uma excelente fonte de alimentação para animais, a incorporação da biomassa após a colheita dos capítulos pode ser utilizada para promover uma melhoria das condições dos solos.

As características climáticas da região fazem com que a produção de alimentos atual seja basicamente de subsistência. O estímulo à produção consorciada de oleaginosas com o sisal pode abrir espaço para a expansão de culturas alimentícias aclimatadas, como amendoim e, até mesmo, o ouricuri³. A possibilidade da produção de óleo e biodiesel servirem de escoadouro para excesso de oferta pode fixar um patamar mínimo de preços para os grãos, de forma a estimular a produção de oleaginosas. Este comportamento tem sido observado na riciniquímica e a gestão cooperativada poderá

oferecer os sinais adequados de preços para permitir a melhoria de renda do agricultor.

Em relação ao suporte tecnológico, Cartaxo e outros (2007) defendem que a apropriação tecnológica pela agricultura familiar passa pela articulação com a assistência técnica rural, em ações modulares de teste e demonstração, além da organização produtiva nas comunidades. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (2008), a intensificação da atividade agrícola para produção de biocombustíveis pode causar danos ao solo, à água e à biodiversidade, podendo inclusive aumentar emissões de efeito estufa. As boas práticas agrícolas associadas ao suporte tecnológico e a melhoria da infraestrutura permitem que estes impactos adversos sejam minimizados ou até mesmo revertidos. Assim, o suporte através de órgãos de extensão como a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e a Embrapa, com a implantação das unidades de teste e demonstração (UTDs), é uma alternativa consolidada que pode suprir a lacuna tecnológica na área agrícola (CARTAXO et al, 2007). O arranjo institucional das UTDs deve privilegiar a capacitação dos agricultores para desenvolvimento conjunto das tecnologias, incorporando e aprimorando as técnicas e aprendizados locais.

Os agricultores já dispõem da Cooperativa Valentense de Crédito Rural (Coopere), cooperativa de crédito que poderia alavancar financeiramente a implantação das oleaginosas. Na área industrial e comercial, a Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira (Apaeb) possui estrutura de gestão na cadeia produtiva do sisal. Incorporar as atividades industriais da produção de óleo vegetal e biodiesel seria o desafio a ser vencido, e a atuação no mercado da Apaeb, ou outra cooperativa a ser criada para tal fim, permitiria que os agricultores conseguissem receber melhores preços na comercialização das matérias-primas.

INSERÇÃO COMPETITIVA DA REGIÃO SISALEIRA NA CADEIA DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Como mecanismo de melhoria de eficiência e sustentabilidade, a introdução de oleaginosas no Território do Sisal deve estar integrada com

³ O ouricuri é uma palmeira bem adaptada às condições edafoclimáticas da região, sendo explorada de forma extrativista, mas com grande potencial alimentício, ornamental e forrageiro (RAMALHO, 2006). Suas amêndoas possuem teor de óleo de cerca de 50% e a torta obtida após a extração do óleo é de grande teor nutritivo, sendo comercializada como ração animal.

a produção do sisal, sendo necessário avaliar a sua capacidade de inserção no mercado. A competitividade das cadeias produtivas agroindustriais tem se intensificado como consequência da maior exigência dos consumidores em termos de qualidade de produtos e estabilidade da oferta, além da globalização financeira e abertura de mercados à concorrência externa.

Atualmente, a competitividade impõe a integração das fases da produção agrícola ao transporte, armazenagem, processamento e comercialização da produção. A oferta agroindustrial caracteriza-se por produtos com baixa diferenciação, pouca sazonalidade da produção, reduzido risco climático, grande volatilidade de preços e necessidade de mecanismos de financiamento adequados.

A criação destes mecanismos está associada à existência de coordenação entre os atores nas cadeias produtivas. A forma como esta integração agrega eficiência e desempenho à cadeia produtiva pode ser avaliada por diferentes metodologias, dentre as quais se pode destacar a *Commodity System Approach* (CSA) e *Filière* (CASTRO, 2000; ZYLBERSTAJN; NEVES, 2000; CALLADO, 2005).

O conceito de CSA aponta que a existência de coordenação nas cadeias produtivas tem por função organizar o fluxo de insumos e informações, além de proporcionar o equilíbrio de preços nas etapas da cadeia (GOLBERG, 1968 apud BENEDETTI et. al., 2006). A metodologia baseia-se na análise das transformações que a matéria-prima passa até chegar ao consumidor final em um enfoque sistêmico, tratando-se de um produto único e em determinada região geográfica (SIMIONI et al., 2007). As estruturas de mercado, a conduta e o desempenho das empresas no segmento são analisados, englobando, também, as instituições envolvidas no ambiente institucional e organizacional do processo produtivo (ZYLBERSTAJN; NEVES, 2000). Segundo Simioni e outros (2007), utiliza-se o arcabouço teórico da matriz insumo-produto de Leontief para caracterizar a ligação entre as empresas. Oashi (1999) coloca

Atualmente, a competitividade impõe a integração das fases da produção agrícola ao transporte, armazenagem, processamento e comercialização da produção

que este ponto torna a metodologia dependente da disponibilidade e qualidade de informações, fator que pode ser limitante na abordagem para países em desenvolvimento.

Já o enfoque da *Filière*, metodologia adotada neste artigo, refere-se ao fluxo da matéria-prima até o consumidor, como um arranjo em fila da comercialização, passando pela industrialização e chegando até a produção⁴. O consumidor, por meio das suas preferências, municia com informações a cadeia, estabelecendo os vínculos entre as etapas de produção. Esta metodologia ressalta que as cadeias de produção podem ser estudadas a partir de subsistemas sucessivos, compondo o sistema produtivo como um todo, e que as estratégias das empresas são entendidas com base na avaliação técnico-econômica dos gargalos da cadeia.

O estudo do arranjo em fila contempla a associação entre cadeias produtivas em caso de uso múltiplo de produtos, conforme ilustrado na Figura 2. O aumento da captura de renda pela agricultura familiar passa pela existência da produção cooperativa. O controle da produção de derivados de sisal pelas entidades da agricultura familiar no território através da Apaeb vem permitindo, ao longo dos anos, a modificação da cadeia produtiva, viabilizando o aumento de ganhos pelo agricultor. Já existe, portanto, uma organização de produção estruturada na região que servirá de modelo para o beneficiamento da produção de oleaginosas. É possível identificar as seguintes associações entre as cadeias de produção de sisal e de oleaginosas: (i) o transporte de fibra do campo para as bateadeiras, levando insumos e torta de esmagamento para uso como ração ou adubo; (ii) uso do suco do sisal como nematicida e inseticida; e (iii) uso de biodiesel nos motores de sisal.

⁴ Oashi (1999), que também utiliza a metodologia de *Filière* para analisar a cadeia produtiva do sisal na Paraíba, justifica a estagnação da cultura pela pouca ênfase aos aspectos tecnológicos em novos usos para a fibra e subprodutos e pela estrutura oligopolizada da comercialização do setor. Entretanto, o autor não identifica a inserção de novas culturas como forma de dinamizar a economia da região.



Figura 2
Integração das cadeias produtivas de Sisal e oleaginosas

Fonte: Adaptado de Oashi (1999).

De uma forma geral, o principal entrave à produção e utilização do biodiesel são os seus elevados custos de produção, estimados em até três vezes mais que o diesel fóssil, a depender da matéria-prima agrícola utilizada. Assim, a competitividade do biocombustível depende, essencialmente, do preço da matéria-prima e de aumentos significativos nos preços do petróleo (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2004; BARBWAL; SHARMA, 2005). Espera-se que os custos agrícolas declinem com a disseminação da produção e com a introdução de inovações técnicas que permitam o adensamento energético das culturas.

Com o objetivo de incentivar a produção do biodiesel necessário para atender as metas previstas no marco regulatório, o governo introduziu quatro mecanismos inseridos no PNPB: o Selo Combustível Social, o Programa de Incentivos Creditícios, os Leilões Públicos e o Regime Tributário Diferenciado. Busca-se, assim, acelerar a curva de aprendizado nas fases agrícola e agroindustrial, para que o biodiesel tenha preços competitivos com o diesel fóssil.

O Selo Combustível Social tem como objetivo incentivar a participação da agricultura familiar no

PNPB, através da concessão de benefícios creditícios para o produtor de biodiesel que adquira parte das matérias-primas para a produção de biodiesel da agricultura familiar⁵. Com isso, busca-se conferir ao programa uma característica de inclusão social, através de incentivos maiores para a agricultura familiar. Os incentivos visam conferir competitividade aos pequenos agricultores, compensando escala, tecnologia e capacitação gerencial disponíveis em grandes propriedades geridas pelo agronegócio. Tenta-se, assim, evitar a tendência econômica da produção concentrada em extensas unidades monocultoras, que consolidou o modelo de produção do álcool no Sudeste e a produção de soja e algodão no Centro-Oeste⁶.

O Programa de Incentivos Creditícios, por sua vez, destina melhores condições de financiamento para os produtores de biodiesel que possuem o Selo Combustível Social e estão localizados nas

⁵ O Selo Combustível Social é concedido para os produtores de biodiesel que adquirirem matéria-prima da agricultura familiar em percentuais mínimos conforme determinação da Lei 11.097 (BRASIL, 2005). Recentemente, o percentual mínimo foi fixado em 30% para todas as regiões do país.

⁶ Zimmer e outros (2006) discutem as melhores práticas na produção de soja e constata que, mesmo em uma agricultura suportada em práticas tecnológicas, ocorre o efeito da redução dos custos operacionais com o tamanho da propriedade.

regiões mais pobres do país. São oferecidas linhas de crédito com taxas de juros reduzidas, menor exigência de capital próprio do investidor (20% dos itens financiáveis no projeto) e possibilidade de uso, como garantia do financiamento, dos contratos de compra e venda de biodiesel. Essas linhas de crédito são disponibilizadas pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e instituições financeiras credenciadas.

Já a Resolução ANP nº 31/05 regulamentou o mecanismo de compra obrigatória e antecipada pelas refinarias e importadores de óleo diesel junto aos produtores de biodiesel através de leilões. Foram habilitados a fazer oferta do biocombustível os produtores que possuíssem o Selo Combustível Social e cuja capacidade de produção já tivesse sido homologada pela agência. Trata-se de um estímulo a investimentos em projetos de produção de biodiesel, pois são emitidos certificados com o pagamento antecipado da produção. Foram introduzidos diante da avaliação de que não havia competitividade do biodiesel, a capacidade das usinas instaladas era insuficiente e faltava atratividade no mercado para novos investimentos. Os leilões foram criados como mecanismo temporário para implantação das unidades produtivas, deixando a livre negociação de produtores e compradores para a fase de adição obrigatória do biodiesel.

Se, por um lado, os leilões criaram incentivos para a instalação de unidades produtivas, não resolveram o problema de custo de produção do biodiesel. O persistente aumento de preços de *commodities* agrícolas até meados de 2008 elevou o custo do óleo vegetal, que representa cerca de 80% do custo de produção. A FAO (2008) considera que, além da

flutuação da demanda mundial por produtos agrícolas, a crescente interação com os mercados financeiros e de energia justifica a volatilidade dos preços das *commodities*. A recente crise econômica confirmou esta interação, mostrando que a relação entre o preço do barril de petróleo e dos óleos vegetais determina a competitividade do biodiesel.

Em relação ao Regime Tributário, existe a redução progressiva da tributação federal para os produtores que estão localizados nas regiões Norte, Nordeste e no semiárido, que possuem o Selo e que utilizam como matérias-primas qualquer oleaginosa produzida pela agricultura familiar (ver Tabela 3). A adoção de alíquotas diferenciadas por fonte de matéria-prima e região onde é produzida possui a finalidade de promover o desenvolvimento regional e a inserção social. No que se refere à incidência do ICMS, o Convênio 11.306/06 no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) adotou a alíquota uniforme de 12% em todo o país, embora existam alguns empreendimentos cooperados da agricultura familiar que obtiveram deduções ou a isenção. Na Bahia, a regulamentação foi feita através da Lei nº 11.052/08, que instituiu o Programa de Agroenergia Familiar e concedeu deduções no imposto para despesas relativas à assistência técnica, aquisição de sementes, investimentos e apoio financeiro para cooperativas da agricultura familiar.

A organização da sua cadeia de produção tem garantido à soja a posição de principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel, apesar dos incentivos para a utilização de oleaginosas produzidas pela agricultura familiar. De acordo com estimativa do MDA (BRASIL, 2006), cerca de 60% do biodiesel produzido naquele ano utilizava a soja

Tabela 3
Impostos Federais Incidentes: Biodiesel e Diesel Fóssil

	Biodiesel				Diesel Fóssil
	AF (NO, NE e semiárido)	AF – Demais regiões ¹	AI (NO, NE e semiárido) ²	Regra geral	
	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro
CIDE	-	-	-	-	0,070
PIS/COFINS	0,000	0,070	0,151	0,222	0,148
Total	0,000	0,070	0,151	0,222	0,218

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (2005)

Notas: AF = agricultura familiar; AI = agricultura intensiva; (1) redução de 68% em relação à regra geral; (2) redução de 32% em relação à regra geral.

como matéria-prima, mesmo com os incentivos do PNPB. A sustentabilidade social e ambiental da soja, no entanto, tem sido amplamente questionada. É intensiva em capital e pouco geradora de empregos, além de não representar uma opção para integração econômica das regiões mais pobres do país.

É neste cenário que se pretende fazer a introdução competitiva de produção de matérias-primas para o biodiesel no Território do Sisal. A apropriação de uma parcela maior na formação de valor da cadeia produtiva será obtida com a organização da cadeia e a instalação de agroindústrias na região. A estrutura capilarizada de transporte de sisal e a infraestrutura rodoviária e ferroviária existente poderão ser utilizadas na logística da comercialização dos grãos, permitindo ampliar a área de atuação das instalações industriais. A presença local de esmagamento de grãos possibilitará, além da agregação de renda, a produção de torta que pode ser utilizada como adubo orgânico ou ração animal.

A região é próxima das unidades produtoras de biodiesel já em operação em Candeias e Simões Filho, assim como das bases de distribuição em Juazeiro e Madre de Deus. Desta forma, a logística pode ser otimizada, utilizando o retorno do transporte de combustíveis entre refinarias e usinas para as bases, reduzindo o custo de transporte do óleo vegetal. As estratégias de inserção da região no PNPB devem contemplar a produtividade agrícola, a dispersão da produção de grãos, a escala das instalações industriais e os mecanismos de comercialização como itens críticos na análise de competitividade do esmagamento na região. A escala de produção do esmagamento é determinada pela disponibilidade de grãos na área de influência da unidade, limitada pelos custos de transporte. Quanto maior é o adensamento da produção, maior é a escala do esmagamento e menor o custo do óleo produzido (HAMACHER et al., 2006).

Recomenda-se a instalação de UTDs na região por ser de fundamental importância no desenvolvimento de técnicas agrônomicas associadas ao conhecimento local. É necessário dispor do

apoio de instituições como EBDA e Embrapa para fomentar a inovação, o aumento da produtividade e a adaptação das plataformas produtivas às condições e cultura locais. A apropriação de conhecimento pelo agricultor familiar está intimamente

associada ao aumento de produtividade das culturas na região, que, por sua vez, influencia a viabilidade para a implantação de agroindústrias. A divulgação das informações geradas dentro das UTDs, assim como das

condições de mercado das oleaginosas adaptadas à região, auxiliará na disseminação das culturas no planejamento das atividades agrícolas. No momento em que se consolidem estas culturas, deve ser estimulada a implantação de campos de sementes certificadas.

Também como estratégia de inserção da região no PNPB, é possível promover a substituição do diesel mineral utilizado nos motores de sisal e máquinas agrícolas pelo biocombustível. Testes realizados recentemente indicam que motores estacionários, de modelo similar aos utilizados para o desfibramento, não apresentam alterações de desempenho quando utilizando combinações com o diesel em até 20% (JULIATO, 2007). A utilização de 100% de biodiesel, com modificações mínimas nos motores, poderia trazer um ganho competitivo significativo para a cadeia produtiva do sisal caso haja viabilidade de implantação de unidade de biodiesel na região. A competitividade do produto é auxiliada pela não-incidência dos tributos federais regulamentada pela Lei 11.116 (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2005) e pode ser melhorada com a redução de incidência de ICMS sobre o óleo vegetal.

As opções de oleaginosas para consórcio com o sisal no semiárido baiano assumem papel social de grande relevância à medida que utiliza a força de trabalho familiar em pequenos lotes de terra, gerando diversificação da renda e desenvolvimento econômico regional, além de fixar o homem no campo. A organização da produção de forma cooperada representa uma oportunidade de desenvolvimento

As opções de oleaginosas para consórcio com o sisal no semiárido baiano assumem papel social de grande relevância

mediante o compartilhamento de técnicas mais produtivas e sustentáveis inseridas no âmbito das UTD's. Esses arranjos podem proporcionar aos atores sinergia entre elos das cadeias produtivas, permitindo superar restrições enfrentadas pelos produtores com a produção de sisal isoladamente ou ainda a concorrência com a produção de oleaginosas do agronegócio.

Assim, a terceira estratégia para promover a inserção da região no PNPB é garantir que, com o arranjo cooperado, haja a organização da cadeia de oleaginosas, reduzindo os custos de transação decorrente da ação de intermediários, elemento comum nas cadeias agrícolas de diversas regiões do estado da Bahia. A APAEB, por exemplo, possui infraestrutura para agregar a produção de oleaginosas à produção de sisal e, caso assuma a liderança da cadeia produtiva, possibilitará a verticalização por extensão de produto. Este tipo de estratégia é tratada por Souza e Braga (2007) como diversificação concêntrica, e, após relacionar diversas ações de diversificação em cooperativas, esses autores entendem que a nova base de negócios deve apresentar sinergia com as atividades preexistentes. Otimiza-se, assim, a utilização dos recursos produtivos, criando oportunidades para que os cooperados ampliem as suas atividades econômicas.

A comercialização da produção deve preconizar a venda unificada da produção para aumento do poder de barganha dos produtores agrícolas através da cooperativa. Para conseguir a adesão dos cooperados, é interessante instituir uma política transparente, com a elaboração de contratos de compra da produção, com garantia de preços mínimos e mecanismos de reajustes de preços conforme obtido na venda unificada. A ação cooperada deve envolver também a compra unificada de sementes (ou a sua distribuição quando os campos de sementes estiverem operando), insumos e combustível, além da coleta da produção de grãos e da armazenagem da produção, utilizando a infraestrutura de transporte do sisal. A integração de atividades agrícolas e industriais possui capacidade de promover a inclusão social e a diminuição das diferenças de renda pelo estímulo ao suprimento local na aquisição de ativos e serviços.

Diante do exposto, a produção de oleaginosas é relacionada e sinérgica às atividades produtivas do sisal, permitindo ganhos de competitividade à produção na região. As estratégias analisadas acima devem ser complementadas, ainda, pelas seguintes iniciativas:

- Sensibilização dos agricultores para o envolvimento voluntário no empreendimento, mediante a participação da comunidade na tomada de decisões e na resolução de problemas;
- Estabelecimento de linhas de crédito para financiamento do cultivo direcionadas ao perfil do agricultor da região, através de cooperativas de crédito (e.g. COOPERE); e
- Utilização de tratores da associação para formação de cultivos nas propriedades agrícolas a custo de reposição do equipamento.

Os agentes acima elencados atuam de maneira conjunta, cooperando e estimulando os processos de aprendizagem e difusão de conhecimento, de maneira a criar condições de desenvolvimento, de inovação e de potencialização dos ganhos em escala na produção. A integração de atividades agrícolas e industriais, mais especificamente, tem grande potencial de promover a inclusão social e a diminuição das diferenças de renda, através do estímulo ao suprimento local na aquisição de ativos e serviços.

Estimativas preliminares indicam que a inserção do Território do Sisal no PNPB terá impactos relevantes em termos de emprego e renda. Na área agrícola, a depender da oleaginosa cultivada em consórcio com o sisal, é estimado um aumento entre 4,7% e 22,2% na renda líquida por hectare, conforme ilustrado na Tabela 2, isto sem considerar possíveis aumentos na produtividade do sisal em função do consórcio⁷.

Impactos adicionais podem ser contabilizados, caso haja a instalação de uma unidade de esmagamento na região. Por exemplo, a implantação de planta de médio porte, com capacidade de processamento de cerca de oito mil litros de óleo de mamona por dia, implicaria na necessidade de envolvimento de cerca de duas mil pequenas

⁷ De acordo com Paz e Soglia (2005), experimentos na região indicam que o consórcio do sisal com mamona, amendoim, feijão e milho, mandioca e feijão, algodão herbáceo e gergelim levou a um aumento do número de folhas por planta de sisal e na altura da planta de sisal, e a um melhor desenvolvimento das folhas.

propriedades (para atender tal capacidade de esmagamento, seria necessário o cultivo de cerca de seis mil hectares). Com base em dados da análise de viabilidade do esmagamento da mamona apresentados por Santos e outros (2007), tal unidade levaria à agregação adicional de renda gerada com a comercialização do óleo e da torta da ordem de R\$ 800 mil por ano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Território do Sisal na Bahia carece de diversificação das atividades produtivas, com o cultivo do sisal sendo associado, em alguns casos, com a caprinocultura e ovinocultura. Nos últimos anos, a cultura do sisal tem apresentando um desempenho declinante, com redução na área plantada e na produtividade. Não tem se observado evolução tecnológica nas práticas de cultivo e processamento do sisal e a baixa remuneração paga pela fibra, a competição dos fios sintéticos e o elevado custo de produção tornam a expansão da cultura do sisal pouco atrativa.

Neste contexto, o cultivo de oleaginosas para produção de biodiesel tem o potencial de dinamizar a economia da região, promovendo um maior desenvolvimento rural, com o uso mais eficiente do solo e a geração de postos de trabalho e renda. Além disso, a maior biodiversidade e a possibilidade de uso de biodiesel nos motores de sisal e máquinas agrícolas podem contribuir para minimizar a elevação da concentração dos gases de efeito estufa, que tem levado ao aumento da aridez da região.

As estratégias de inserção do Território do Sisal no PNPB pressupõem a integração da produção de oleaginosas de forma complementar à do sisal, contemplando a inserção do sistema produtivo de forma que, na maturação do empreendimento, possa competir no mercado sem a necessidade de incentivos ou subsídios. A existência de cooperativas já estruturadas, como o caso da APAEB, constitui um diferencial fundamental como vetor de integração produtiva dos agricultores familiares. Sua atuação na disseminação de plataformas tecnológicas na área agrícola, como suporte para capital de giro e investimento fixo dos agricultores, redução de

custos de transporte e comercialização da produção cooperada permite ganhos de eficiência à agricultura familiar.

Recomenda-se prioritariamente a realização de pesquisas sobre o desempenho do cultivo de oleaginosas, como mamona, algodão, girassol e amendoim, por meio da instalação de UTDs no Território do Sisal. Assim, será possível comprovar se as condições edafoclimáticas da região permitem a introdução destas culturas em consórcio com o sisal de forma competitiva. Além disso, dados coletados nas UTDs permitirão estimar a produtividade das culturas oleaginosas na região, dado fundamental para se avaliar a viabilidade da implantação de plantas de esmagamento com gestão cooperativada, bem como a escala de tais unidades.

Essas iniciativas devem ser aliadas a ações complementares, como a sensibilização dos agricultores para o envolvimento voluntário no empreendimento, estabelecimento de linhas de financiamento para o cultivo de oleaginosas através de cooperativas de crédito e utilização de tratores da cooperativa/associação para formação de cultivos nas propriedades agrícolas a custo de reposição do equipamento.

A Bahia possui uma significativa população de agricultores familiares, principalmente na região semiárida, onde estão localizados os plantios de sisal. A implantação de novas áreas com o cultivo de oleaginosas nesta região permitirá, portanto, a inclusão desses agricultores na cadeia de produção de biodiesel, viabilizando, assim, a geração de emprego e renda, a diversificação das atividades agrícolas e a melhoria na qualidade de vida das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

ABIOVE. *Complexo Soja – Exportações*. São Paulo, 2008a. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/exporta_br.html>. Acesso em: 6 nov.2008.

_____. *Complexo Soja – Balanço Oferta/Demanda*. São Paulo, 2008b. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/balanco_br.html>. Acesso em: 6 nov. 2008.

ALVES, M. O.; SANTIAGO, E. G. Tecnologia e relações sociais de produção do setor sisaleiro. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 37, n. 3, p. 368-81, 2006.

- AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: SILVA, O. R. R. F. da; BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). *O Agronegócio do sisal no Brasil*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPA, 1999. 205 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *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; altera as Leis nos 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. Disponível em: <www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=2655&download>. Acesso em: 4 jan. 2009.
- BARNWAL, B.K.; SHARMA, M.P. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 9, n. 4, p. 363-378, 2005.
- BENEDETTI, O. et al. Uma proposta de modelo para avaliar a viabilidade do biodiesel no Brasil. *Teoria e Evidência Econômica*, v. 14, p. 81-107, 2006.
- 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, do 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; altera as Leis nºs 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. *Lex: coletânea de Legislação e Jurisprudência*, São Paulo, v. 69 p. 1027-1032, maio 2005.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Manual de Desastres Mistos*. Brasília: MIN, 2002. v. 3. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/Desastres_Mistos1.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2009.
- BRASIL. *Lei No. 11.097 de 13 de janeiro de 2005*. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 4 jan. 2009.
- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Agrário. *Política Nacional para o Biodiesel*. Salão Nacional dos Territórios Rurais. Brasília: MDA, 2006. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/0705912581.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2009.
- CALLADO, A. A.C. *Agronegócio*. São Paulo: Atlas, 2005.
- CARTAXO, W. V. *Produtividade de oleaginosas em consórcio com sisal*., Salvador, 2008. Mimeo.
- CARTAXO, W.V. et al. *UTD/ escola de campo: estratégia para a organização da cadeia produtiva do biodiesel de mamona no Polo de Pesqueira, PE*. Campina Grande: CNPA, 2007.
- CASTRO, A. M. G. *Análise da competitividade de cadeias produtivas*. Manaus: EMBRAPA, 2000.
- CAVALETT, O. *Análise do ciclo de vida da soja*. 2008. Tese (Doutorado)-Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008
- EMBRAPA. *Desenvolvimento sustentável da cultura do sisal*, 2003.
- EMBRAPA. Algodão. *Cultivo do Sisal*. Campina Grande- PB: CNPA, 2006. (Sistemas de Produção, n. 5).
- FAO. *The State of Food and Agriculture, Biofuels : prospects, risks and opportunities*. Roma, 2008.
- _____. *Impact of an increased biomass use on agricultural markets, prices and food security: a Longer-Term Perspective*. Roma: FAO, 2006.
- FAPESB. *Enquadramento do arranjo produtivo do sisal*. Mimeo, Salvador, 2002.
- HAMACHER, S. et al. *Estudo de Viabilidade Econômica da Cadeia Produtiva do Biodiesel*. Salvador: SECTI, 2006.
- IBGE. *Produto Interno Bruto dos Municípios: 2002-2005*. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005/tab01.pdf>>. Acesso em: 27 jan.2009.
- _____. *Produção Agrícola Municipal – Cereais, Leguminosas e Oleaginosas: 2002 - 2006*. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pamclo/2002_2006/default.shtm>. Acesso em: 27 jan.2009.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Biofuels for Transport: an International Perspective*. Paris: IEA, 2004.
- IPCC. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Japan: IGES, 2006.
- JULIATO, A. *Análise da Influência de Diferentes Misturas de Biodiesel no Desempenho e Emissões de Poluentes de um Motor Diesel Agrícola*. Tese de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, 2007.
- LEAL, I. R. et al.. Mudando o curso da biodiversidade da caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.
- MONTEIRO, J. M. G. *Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas*. 2007. Tese (Doutorado em Planejamento Energético)-COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.
- NEVES, M.F. et al. *Caracterização e Quantificação de Sistemas Agroindustriais Visando Ações Coletivas: Um Modelo Metodológico*. XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Cuiabá, 27 e 28 de julho de 2004. Disponível em: <<http://www.favaneves.org/arquivos/pdf20.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2009.
- OASHI, M. C. G. *Estudo da cadeia produtiva como subsídio da pesquisa e desenvolvimento do agronegócio do sisal na Paraíba*. 1999. Tese (Doutorado de Engenharia de Produção)- UFSC, Florianópolis, 1999.
- PAZ, V. P. S.; SOGLIA, S. L. *Desenvolvimento tecnológico sustentável da cultura do sisal (TECSISAL) – Relatório Final de Atividades Físicas/Convênio: 332/2003*. [Cruz das Almas]: Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, 2005.
- PEREIRA, H. S.; SILVA, K. S.; GONÇALVES, M. F. *O arranjo produtivo local do sisal: estratégia de desenvolvimento local sustentado do semiárido baiano*. Rede de Apoio aos Arranjos Produtivos Locais do Estado da Bahia, 2006. Mimeo.

- PINTO, H. S.; ASSAD, E.; *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. São Paulo: Embrapa Agropecuária, Cepagri / UNICAMP, 2008. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/aquecimento_agricola.html>. Acesso em: 27 jan. 2009.
- PRADO, D. As caatingas da América do Sul. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003, pp. 3-73.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. *Atlas do Desenvolvimento Humano*. Brasília: PNUD, 2003. Disponível em: <[http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20\(pelos%20dados%20de%202000\).xls](http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20(pelos%20dados%20de%202000).xls)>. Acesso em: 27 jan. 2009).
- RAMALHO, C.I. *Licuri (Syagrus coronata)*. Universidade Federal da Paraíba, manuscrito, 2006. Disponível em: <<http://www.cca.ufpb.br/lavouraxerofila/pdf/licuri.pdf>>. Acesso em : 26 out. 2007.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995, pp. 35-58.
- SCATOLIN, F. D.; MEIRELLES, J. G. P.; PAULA, N. M. *Arranjo produtivo local – o caso da soja*. Rio de Janeiro, 2000. Nota Técnica 17 do Projeto de Pesquisa em Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico-BNDES/FINEP.
- SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. *Espaço e Tempo*, n. 11, p.115-126, 2002.
- SANTOS, M.M.S. et al. Estudos de implantação de unidades de extração de óleo vegetal: estudo de caso soja, dendê e mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2007. Salvador. [Anais...] Salvador, 2007.
- SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, R. M.M. *Cultivo do Amendoim*. Embrapa, 2006. (Sistemas de Produção, n. 7)
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Municípios em síntese – Censo 2000*. Salvador: SEI, 2003.
- SIMIONI, F. J. et al. Análise diagnóstica e prospectiva de cadeias produtivas: uma abordagem Estratégica para o Desenvolvimento. In: CONGRESSO DA SOBER, 45., 2007. Londrina. [Anais..., Londrina, 2007.
- SOUZA, U. R.; BRAGA, M. J.; Diversificação concêntrica na cooperativa agropecuária: um estudo de caso da COMIGO. *Gestão Produtiva*, v. 14, n. 1, p. 169-179, 2007.
- SUINAGA, F. A. et al. *Cultivo de sisal na região semiárida do Nordeste brasileiro*. Embrapa, 2006. (Sistemas de Produção, v. 5).
- UNITED NATIONS. *Human Development Report – 2002*. New York, 2002.
- WALDHEIM, P. V. et al. Zoneamento climático da cana-de-açúcar, da laranja e do algodão herbáceo para a região Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 29, n. 2, p. 28-41, 2006.
- WEHRMANN, M. E. S.; VIANNA, J. N. S.; DUARTE, L. M. G. Biodiesel da soja: política energética, contribuição das oleaginosas e sustentabilidade. III ENCONTRO ANUAL DA ANPPAS, 3., 2006. Brasília,. [Anais...] Brasília, 2006.
- ZIMMER, Y. et al. *The Cash Crop Report 2006: Benchmark Farming System Worldwide*. Braunschweig: Federal Agriculture Research Center, 2006.
- ZYLBERSTAJN, D.; NEVES, M. F. *Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária e distribuição*. São Paulo: Pioneira, 2000.

Análise da competitividade da produção de oleaginosas oriundas da agricultura familiar na região de abrangência da Coopaf

Matheus Boratto Nascimento Campos^A

Aziz Galvão da Silva Júnior^B

Ronaldo Perez^C

Ramon Barrozo de Jesus^D

Natália Domingos Silva^E

Resumo

Avaliou-se neste artigo a competitividade da cadeia de produção das oleaginosas oriundas da agricultura familiar na região de atuação da Cooperativa de Produção e Comercialização da Agricultura Familiar do Estado da Bahia, a Coopaf. A importância desse tipo de análise reside, principalmente, no apoio à tomada de decisões de investimentos e formulação de políticas públicas. A produção a preços competitivos e o fornecimento regular de matérias primas são fatores críticos de sucesso na cadeia de produção e distribuição de óleos vegetais. Através da avaliação de direcionadores de competitividade, concluiu-se que há um grande número de agricultores familiares que podem ser inseridos na cadeia produtiva do biodiesel, mas, para que isso ocorra, os gargalos produtivos, mercadológicos, de gestão e do ambiente institucional devem ser solucionados.

Palavras-chave: Competitividade. Oleaginosas. Agricultura Familiar. Bahia. Biodiesel.

INTRODUÇÃO

A Bahia destaca-se, nacionalmente, na produção das principais oleaginosas, pois é o estado que mais

Abstract

Competitiveness of the oilseed production chain originating from family farming in the region covered by the Production and Marketing of Family Farming Cooperative in the State of Bahia (Coopaf) was evaluated in this article. The importance of this type of analysis principally resides in supporting decision-making on investments and formulating public policies. Competitively priced production and a regular supply of raw materials are critical factors for success in the production chain and for vegetable oil distribution. Through the evaluation of competitiveness drivers, it can be concluded that there is a large number of family farmers that can be inserted into the biodiesel productive chain but the productive, marketing, management and institutional environment bottlenecks must be solved for this to take place.

Keywords: Competitiveness. Oilseeds. Family farming. Bahia. Biodiesel.

produz mamona, segundo em produção de algodão e de dendê, quarto em amendoim, quinto em girassol e sétimo em soja.

A criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), o qual obriga a mescla de biodiesel ao diesel mineral em todo o território nacional, criou o arcabouço legal e institucional para a implementação da cadeia de produção de biodiesel. Conforme a legislação, a compra de biodiesel é realizada através de leilões regulados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A participação de empresas em determinados lotes deste leilão

^A Graduando em Gestão do Agronegócio pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); estagiário do Projeto Biodiesel da UFV. matheus.campos@ufv.br

^B Ph.D. em Administração Rural pela Universidade de Bonn, Alemanha; mestre em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); professor adjunto III do Departamento de Economia Rural da UFV; coordenador-geral e agrícola do Projeto Biodiesel da UFV. aziz@ufv.br

^C Doutor em Engenharia de Alimentos e mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); professor adjunto I do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (UFV); coordenador-geral e industrial do Projeto Biodiesel da UFV. rperez@ufv.br

^D Graduando em Gestão do Agronegócio pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); estagiário do Projeto Biodiesel da UFV. ramonbj.ufv@gmail.com

^E Graduanda em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); estagiária do Projeto Biodiesel da UFV. nataliaufv@hotmail.com

exige o chamado Selo Combustível Social. Este selo somente é concedido se a indústria adquirir matéria-prima (oleaginosas) oriunda da agricultura familiar. Este fato obriga a inclusão de agricultores familiares de oleaginosas na cadeia produtiva do biodiesel por meio destas empresas, abrindo possibilidades para geração de renda e emprego no campo, e desenvolvimento de regiões de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

O girassol e, principalmente, a mamona são as oleaginosas com grande potencial para a estruturação do programa de obtenção de biocombustíveis no estado da Bahia, em razão das características agronômicas das culturas. No caso da mamona, especialmente, a participação e experiência da agricultura familiar local na produção é fator altamente favorável. Por outro lado, a soja e o algodão são oleaginosas que necessitam de maior escala de produção e alto grau de inversão de capital para atingir índices de competitividade adequados, sendo produzidas predominantemente por grandes produtores empresariais. Portanto, não há inserção significativa da agricultura familiar baiana nestas cadeias.

Considerando a importância da análise de competitividade para a tomada de decisão de investimento e ações de políticas públicas, o presente artigo tem como objetivo identificar a estruturação da produção das oleaginosas oriundas da agricultura familiar na região de abrangência da Cooperativa de Produção e Comercialização da Agricultura Familiar do Estado da Bahia (Coopaf) e seus possíveis gargalos e ações corretivas. Tomou-se como base para coleta de dados as informações dos agricultores da região de atuação da Coopaf e dos diretores desta cooperativa. Os agricultores cultivam principalmente a mamona e houve recentes tentativas de cultivo do girassol.

Com a identificação, sistematização e priorização dos gargalos produtivos, mercadológicos, comerciais, tecnológicos, de gestão e ambiente institucional, além da proposição de ações corretivas, criaram-se condições básicas para que os gargalos possam ser solucionados ou minimizados, contribuindo assim para o aumento da competitividade da mamona e do girassol produzidos pela agricultura familiar do estado da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise da competitividade deve identificar a estrutura da cadeia de produção e possíveis gargalos. Representantes das diversas organizações e grupos de interesse devem participar ativamente do processo de análise. Esta análise baseia-se na metodologia proposta pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), *Guidelines for rapid appraisals of agrifood chain performance in developing countries* (SILVA; SOUZA FILHO, 2007).

Para a execução dessa análise foram seguidas as seguintes etapas:

- 1) Definição dos objetivos;
- 2) Delimitação da cadeia de produção e planejamento da pesquisa;
- 3) Coleta de informações (dados secundários e primários);
- 4) Análises das informações;
- 5) Estruturação dos relatórios.

Os fatores determinantes da competitividade das empresas e da cadeia, chamados “direcionadores”, são classificados de acordo com a Figura 1.

Para a apresentação do resultado deste estudo utilizaram-se critérios descritivos e qualitativos. Os critérios descritivos apresentam, de forma detalhada, os direcionadores de competitividade, analisando-os como pontos fortes ou fracos e, portanto, se eles contribuem ou prejudicam a competitividade da cadeia produtiva. Os critérios qualitativos apresentam a competitividade de forma clara e direta, indicando em uma escala que varia desde muito favorável a muito desfavorável. Esse modelo representa as informações descritivas apresentadas na forma de índice. Dessa forma, o diagnóstico de cada direcionador de competitividade, apresentado na forma de quadro ao longo do texto, a partir da utilização do critério descritivo, é transformado em índices qualitativos (PEREZ, 2003).

Os direcionadores são avaliados segundo a intensidade do seu impacto e segundo a sua contribuição para efeito global na competitividade da cadeia, o que se entende na metodologia como relevância.

Para isso, foram atribuídos conceitos como “muito favorável” a aqueles que afetam a competitividade positivamente, “muito desfavorável” a aqueles que representam entraves ou impedimentos à evolução

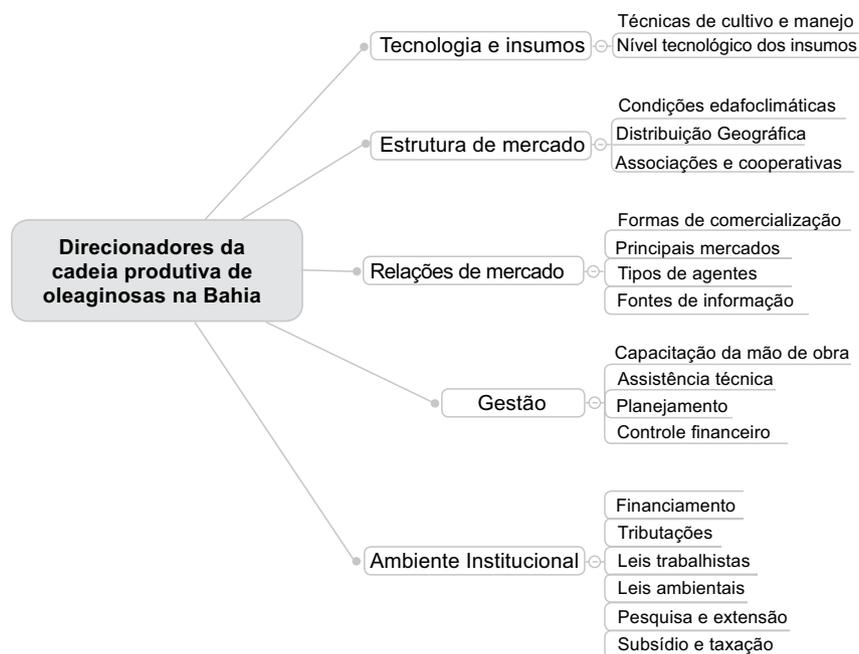


Figura 1
Direcionadores determinantes da competitividade da cadeia produtiva

da competitividade e valores intermediários foram avaliados como “desfavorável”, “favorável” e “neutro”. Uma avaliação quantitativa significa atribuir notas que podem variar em uma escala de (-2) a (2), como se pode observar na Tabela 1 (PEREZ, 2003).

Tabela 1 Notas dos direcionadores		
Índice	Abreviatura	Notas
Muito favorável	MF	2
Favorável	F	1
Neutro	N	0
Desfavorável	D	-1
Muito desfavorável	MD	-2

Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da cadeia de produção das oleaginosas produzidas pelos agricultores familiares ligados à Coopaf baseou-se em informações cedidas pelos cooperados e membros da diretoria da cooperativa através de visita à região. Há produção expressiva de mamona no estado. Na análise também foi incluído o cultivo do girassol, em razão do seu potencial relacionado à agricultura familiar; as tendências de crescimento

da demanda pelo consumo do seu óleo, dadas as características benéficas a saúde humana; e também o incentivo à sua produção, por causa da dependência brasileira do óleo, principalmente argentino.

A Coopaf foi fundada em dezembro 2005, com base no Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (Sescoop), iniciado no final de 2002. Com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), e a oportunidade da agricultura familiar ser incluída neste programa estratégico, a Coopaf, juntamente com a Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado da Bahia (Fetag-BA), tomou a decisão de atuar de forma incisiva na estruturação das cadeias produtivas das oleaginosas cultivadas nos mais de 60 municípios em que atua.

Apesar de existir mais de uma oleaginosa cultivada, em muitos direcionadores as características são as mesmas, independente da cultura. Sempre que necessário serão apresentadas as peculiaridades de cada uma, porém se as características forem próximas não haverá distinção.

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se os municípios de atuação da cooperativa e os volumes de produção dos cooperados em cada município, tanto de mamona quanto de girassol.

ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE DA PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS ORIUNDAS DA
AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DA COOPAF

Tabela 2
Municípios e quantidade produzida de mamona

Municípios (mamona)	Produção (t) 2007	Municípios (mamona)	Produção (t) 2007
Total região Coopaf	59.633	Iuiú	900
Cafarnaum	6.000	Malhada	900
Ourolândia	4.680	Várzea Nova	576
Morro do Chapéu	4.200	Livramento de Nossa Senhora	400
Mulungu do Morro	3.900	Boa Vista do Tupim	270
Nova Redenção	3.000	Presidente Jânio Quadros	270
Souto Soares	2.800	Irecê	240
Iraquara	2.700	Maetinga	238
Presidente Dutra	2.700	Seabra	225
Ibititá	2.400	Iramaia	196
São Gabriel	2.400	Ibipeba	190
América Dourada	2.300	Bom Jesus da Serra	180
Campo Formoso	2.294	Tremedal	96
Canarana	2.000	Sebastião Laranjeiras	90
Andaraí	1.800	Brumado	70
João Dourado	1.600	Sítio do Mato	50
Itaeté	1.440	Malhada de Pedras	45
Jussara	1.400	Serra do Ramalho	30
Umburanas	1.400	Carinhanha	27
Barro Alto	1.260	Belo Campo	24
Lapão	1.120	Mirante	24
Central	1.100	Bom Jesus da Lapa	18
Uibaí	1.080	Lajedo do Tabocal	-
Senhor do Bonfim	1.000		

Fonte: IBGE, 2009.

Tabela 3
Municípios e quantidade produzida de girassol

Municípios (Girassol)	Produção (t) 2007	Municípios (Girassol)	Produção (t) 2007
Total Região Coopaf	2.600	Morro do Chapéu	140
Cícero Dantas	360	Lapão	120
A dustina	342	João Dourado	70
Heliópolis	307	Mundo Novo	70
Ribeira do Pombal	270	Ribeira do Amparo	66
Sítio do Quinto	266	Cafarnaum	35
Paripiranga	180	Canarana	24
Tucano	179	Tapiramutá	21
Araci	150	Barro Alto	-
Irecê	-		

Fonte: IBGE, 2009.

Tecnologia e insumos

Técnicas de cultivo e manejo

Segundo a diretoria da Coopaf, estão neste item os maiores entraves para que sejam alcançados índices de produtividade e rentabilidade acima da

média nacional. A grande maioria dos agricultores não tem acesso à assistência técnica por parte do estado, em razão da defasagem entre número de técnicos e produtores rurais. Encontra-se, com frequência, propriedades que não preparam o solo adequadamente, não utilizam espaçamentos

regulares e que não fazem os tratamentos culturais recomendados.

Segundo a Coopaf, os índices de produtividade na região podem chegar aos 650 kg/ha para a mamona. Já para o girassol podem atingir cerca de 1.200 kg/ha. Enquanto isso a média nacional é de 758 kg/ha para a mamona e de 1.312 kg/ha para o girassol (CONAB, 2009).

Observa-se também a utilização de diferentes variedades de mamona, o que reduz o nível de padronização das plantas, tornando-se também um entrave no que diz respeito principalmente à comercialização, pois cria certa insegurança para o abastecimento da demanda das empresas consumidoras, que temem o não recebimento da produção contratada, além de desvalorizar a produção local por causa da baixa qualidade dos grãos colhidos.

Nível tecnológico dos insumos

A grande maioria dos cooperados da região não faz uso de insumos com nível tecnológico elevado (defensivos, fertilizantes, maquinário). Portanto, os insumos utilizados são somente aqueles necessários para a produção tradicional.

Quanto ao uso de sementes no cultivo da mamona, a maioria dos cooperados cultiva com os grãos selecionados em safras anteriores. Esta prática acarreta redução da produtividade, pelo fato destes grãos não possuírem boa germinação, apresentarem impurezas, problemas fitossanitários e fisiológicos, e desta forma propiciar a formação de um estande não uniforme. Enfim, o uso de grãos e não de semente reduz o potencial produtivo da cultura.

A Coopaf, no intuito de melhorar a produção e produtividade dos cooperados, tem repassado sementes de mamona. A cooperativa também multiplica sementes básicas certificadas pela Embrapa (variedade Paraguaçu), em área de pivô central, na região de Bom Jesus da Lapa. Nesta região não há cultivo de mamona, eliminando o risco de cruzamento com outras variedades.

Com relação ao girassol, em 2006, os agricultores receberam semente híbrida H 360 fornecidas pela Coopaf em parceria com a Brasil Ecodiesel, com potenciais produtivos favoráveis para agricultura

familiar. Estas sementes apresentam resistência à seca, possuem poder germinativo de até 98%, além do alto teor de óleo e boa produtividade de grãos/ha.

Estrutura de mercado

Condições edafoclimáticas

Para caracterizar as condições edafoclimáticas serão utilizados como base os dados do município de Morro do Chapéu, que é sede da Coopaf e se encontra no centro das demais cidades produtoras, sendo um dos municípios que apresenta maior produção de mamona no estado, chegando a 113.142 toneladas em 2007 (IBGE, 2009).

O clima é do tipo tropical de altitude com uma temperatura média de 19,7° C. Normalmente, as temperaturas são amenas, ficando entre 18 e 24° C, mínima e máxima média, respectivamente. O relevo é caracterizado por formas tabulares, dispostas em patamares, que se elevam de 480 a 1.350 m de altitude, o que a caracteriza como uma das cidades mais frias do estado, com temperaturas em torno dos 10°C em algumas épocas do ano e altitude média perto de 1.100 m. E a precipitação média anual geralmente aproxima-se de 800 mm.

A adaptabilidade de cada oleaginosa à região é apresentada a seguir.

Mamona

As precipitações hídricas da região atendem a exigência da cultura: entre 600 e 700 mm, no entanto, como não é bem distribuída ao longo da época de cultivo da cultura poderá ocorrer grande redução na quantidade produzida. O intervalo de temperaturas média anual máxima e mínima no município está dentro do ideal para o desenvolvimento, que deve ser de 20 °C a 35 °C. O plantio da mamona é recomendado em áreas com altitude entre 300 e 1.500 m, logo a região está dentro do intervalo. Os dias são longos, com boa insolação, favorecendo o desenvolvimento e propiciando um aumento da produtividade (AZEVEDO et al, 2001).

Os solos da região são, em sua maioria, latossolos profundos de baixa fertilidade natural. Apesar de produzir em quase todo tipo de solo, a mamona necessita de solos de média a alta fertilidade natural,

para que seu cultivo seja rentável. Logo, para se chegar à boa produtividade, a adubação também é um ponto importante. A análise do solo deve ser realizada para todos os tipos, dando destaque para aqueles de baixa fertilidade natural, onde deve ser feito um estudo buscando saber se o gasto com adubação será pago com o aumento da produtividade, levando-se em conta o preço de venda da mamona no mercado.

A Coopaf atua em uma extensa área do estado da Bahia. O grande número de cidades envolvidas e a distância entre elas pode ser um entrave logístico

Girassol

A temperatura média tolerada pela cultura fica entre 8 e 34°C, sendo as regiões selecionadas pela Coopaf aptas ao plantio por se enquadrarem nesta faixa, ficando não muito longe da temperatura ótima (27 a 28° C). A pluviosidade anual da região fornece os 500 a 700 mm exigidos pela planta e que resultam em rendimentos próximos do máximo, quando bem distribuídos (CASTRO et al, 1997). No entanto, como a pluviosidade não é bem distribuída ao longo da época de cultivo, poderá ocorrer grande redução na produção.

Os solos são planos, profundos e bem drenados, o que favorece o cultivo do girassol, mas precisam ser corrigidos em razão do seu elevado teor de alumínio trocável. Por serem solos de baixa fertilidade natural, devem ser adubados adequadamente, visando atingir o nível de produtividade adequado.

A região apresenta boa insolação, apesar da radiação não afetar tanto a cultura.

Distribuição geográfica

A Coopaf atua em uma extensa área do estado da Bahia. O grande número de cidades envolvidas e a distância entre elas pode ser um entrave logístico. Seria necessário um planejamento da compra e distribuição de insumos produtivos, bem como da aquisição da mamona e sua distribuição, o que não tem sido feito por profissionais ligados a esta área.

Além da questão da comercialização de mercadorias, a grande área de atuação pode dificultar também o controle sobre as ações dos cooperados, como o cumprimento de normas e até mesmo dos contratos firmados tanto com a própria cooperativa quanto com as instituições financeiras.

Associações e cooperativas

A Coopaf adquire a produção agrícola e repassa aos produtores insumos agrícolas, os quais devem ser pagos somente na pós-colheita. Durante a etapa produtiva a cooperativa presta assistência técnica e auxilia no controle financeiro das atividades rurais. Na comercialização da produção, a cooperativa compra de seus cooperados e vende para seus clientes por meio de contrato, o que aumenta a segurança

tanto para a cooperativa quanto para os cooperados. Porém, segundo sua diretoria, muitas vezes os produtores comercializam a produção com outras empresas ou atravessadores que oferecem preços mais atrativos, caracterizando, portanto, um baixo grau de fidelização.

Utilizando recursos próprios, a Coopaf procura, através da orientação técnica, diminuir as dificuldades existentes com relação à prestação de assistência aos agricultores; além disso, a cooperativa baiana tem assumido posição de liderança frente a outras cooperativas, associações, organizações de produtores e assentamentos da reforma agrária.

Relações de mercado

Principais mercados

A Coopaf absorveu cerca de 1.000 toneladas de mamona da agricultura familiar no ano de 2008, mas este valor tende a aumentar por causa de um contrato firmado entre a cooperativa e a Petrobras para a compra de aproximadamente 8.000 toneladas para a safra de 2009.

Atualmente, são os atravessadores os responsáveis pela compra da maior parte da produção de mamona dentro do estado, cerca de 50%; oferecendo preços mais altos eles ficam com grande parte da produção e dos rendimentos que posteriormente seriam repassados pela cooperativa aos produtores sob a forma de diversos benefícios (financiamentos, assistência técnica etc.).

A mamona adquirida pelos atravessadores, que na maioria das vezes é de Irecê, destina-se principalmente a Salvador e ao estado de São Paulo. Sendo assim, estes agentes acabam por se tornar

os principais financiadores da produção de mamona na região, controlando um importante elo dentro da cadeia produtiva. Quanto ao girassol, não há histórico de vendas e movimentações de mercado.

Formas de comercialização

Existem três formas de comercialização da produção na região. Contrato a preço fixo, compra direta ou troca.

No contrato a preço fixo, que pode ser baseado em preços futuros, é feito um cadastro dos produtores vinculados à cooperativa e é garantida a compra da produção, além do fornecimento de assistência técnica e insumos, no entanto, os preços quase sempre são abaixo da cotação do dia em que a produção é captada. Entre os produtores e a Coopaf, inicialmente, é realizado um pré-cadastro do produtor no momento em que se realiza uma visita inicial da área a ser plantada. Após a visita e definição da área, é feito o cadastro do produtor, a entrega da semente e firma-se o contrato da garantia de compra da produção. Os preços realizados nos últimos contratos entre produtores e a cooperativa foram de R\$ 0,90 para a mamona, seguindo a cotação dada no mercado (aproximadamente R\$54,00/saca de 60 kg), e de R\$ 0,50 para o girassol, sendo que tal valor fora registrado em 2007 e desde então não há registros de negociações para esta oleaginosa.

É muito comum na região a comercialização direta com os atravessadores, que antecipam a compra da mamona, quitando dívidas dos agricultores ou até mesmo comprando suprimentos para as famílias. Além disso, eles podem pagar um preço mais elevado aos agricultores, pois não estão em grande número. Na verdade, três deles são responsáveis por comercializar metade da produção do estado, e possuem os canais de comercialização principalmente para o estado de São Paulo. Atualmente, os atravessadores da região praticam os mesmos valores pagos no mercado, mas como exercem grande influência dentro da cadeia, podem manipular os preços de acordo com seus interesses, principalmente quando o intuito é eliminar possíveis concorrentes.

Outra forma de comercialização observada na região é a de troca. É muito comum encontrar agricultores que utilizam a mamona como moeda de troca em mercearias para a aquisição de alimentos.

Tipos de agentes

Destacam-se como principais agentes da cadeia os compradores da produção.

A presença dos atravessadores vem prejudicando a atuação da cooperativa na região, pois eles praticam preços acima do mercado e

acabam por controlar as cotações, tornando-se os grandes financiadores da produção local. Isto atinge os produtores ligados à Coopaf, pois limita as ações da cooperativa dentro da cadeia.

A partir do momento que a cooperativa é fortalecida pela participação de seus cooperados, o planejamento estratégico é facilitado, e com fortes bases financeiras ela pode passar a oferecer, por exemplo, assistência técnica de melhor qualidade, ampliar e investir em sua estrutura física construindo galpões de armazenamento e secagem ou uma indústria de processamento, ou até mesmo financiar a produção. Desta maneira poderia proporcionar ao produtor um aumento ainda mais significativo, com a possibilidade de comercializar seus produtos com maior valor agregado.

Os demais agentes são: a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), da qual se espera mais apoio ao PNPB; os bancos, disponibilizando aos agricultores crédito para custeio e investimento, principalmente Banco do Brasil e Banco do Nordeste, que podem disponibilizar aos agricultores o Pronaf custeio, voltado para produção de oleaginosas para produção de biodiesel. Pode-se incluir ainda governo federal, Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag), Federação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura no Estado da Bahia (Fetag-BA), Petrobras e movimentos sindicais que atuam na região.

Fontes de informação

No que diz respeito a preços, na maioria das ocasiões são os atravessadores que ditam as cotações para os produtos e tornam-se, portanto, as

principais fontes de informações na região. Informações como condições climáticas para plantio, nível de produção e produtividade de mamona e girassol em outras regiões, e informações técnicas são repassadas pela Coopaf através de seus agrônomos, técnicos e consultores.

Gestão

Capacitação da mão de obra

A mão de obra utilizada nas propriedades dos cooperados da Coopaf é 100% familiar. A capacitação também é feita pela cooperativa, que disponibiliza um setor voltado para projetos e capacitação, que desenvolve oficinas de capacitação para agricultores e dias de campo com familiares, lideranças e técnicos.

Assistência técnica

A assistência técnica é realizada através da parceria entre Coopaf e Petrobras. Segundo informações locais, a EBDA não tem atuado na produção de oleaginosa para biodiesel.

Planejamento das atividades e controle financeiro

Não há por parte dos produtores nenhum tipo de ação formal e estruturada no planejamento das atividades e controle financeiro. Em 2007, a cooperativa contratou uma empresa de Salvador para realizar o serviço de planejamento e controle financeiro atendendo produtores, lideranças locais e técnicos. Desta forma, tentou-se evitar um descontrole sobre o volume de produção, o que causaria grandes oscilações no preço, e sobre os custos, já que na comercialização feita por contratos se faz necessário o conhecimento detalhado sobre os custos de produção para que sejam estabelecidos os valores contratuais. Atualmente este serviço não tem sido prestado à cooperativa.

Ambiente institucional

Financiamento e subsídios

Com relação a formas de financiar a produção, os cooperados têm grande dificuldade de acessar

as linhas de crédito do Pronaf em razão do alto grau de inadimplência. A Coopaf está ciente deste problema e tem implementado ações, junto com a Fetag-BA, para sanar o problema, contatando produtores rurais e as instituições financeiras que repassaram os recursos. A cooperativa disponibiliza tratores para seus cooperados, com pagamento de 50% no ato da prestação do serviço e o restante após a venda dos produtos, sendo que pode ser pago também com a própria produção.

A cooperativa está fazendo parcerias com o Banco do Nordeste e o Banco do Brasil para que os produtores possam ter acesso ao crédito. Esta transação seria de responsabilidade operacional da própria Coopaf.

Uma forma de financiamento da produção tem ocorrido quando há o adiantamento feito pelos atravessadores, que possuem capital de giro para manter esta atividade.

Tributação, leis trabalhistas e ambientais

Incide sobre os produtores somente o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR). Com relação às leis trabalhistas, estas não se aplicam, pois a totalidade da mão de obra das propriedades é familiar. As leis ambientais que incidem sobre os agricultores da região se resumem na exigência de preservação de 25% da área de cada propriedade com vegetação nativa. Mesmo assim, segundo a Coopaf, a maioria dos produtores não tem se mostrado preocupado com as questões ambientais, praticando queimadas e desmatamentos nas matas ciliares. Esse problema tem sido abordado e tido destaque nos cursos de capacitação que a cooperativa tem oferecido.

Pesquisa e extensão

A Coopaf, que possui um departamento de pesquisa e extensão, vem colaborando com seus cooperados em parceria com a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Outra parceria, recentemente formada, é com a Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC), onde têm sido feitas pesquisas em bioenergia, inclusive com um diretor da cooperativa cursando mestrado nesta área.

Resultado da avaliação

A partir de seu impacto (peso) e da nota dada, podemos visualizar mais facilmente os direcionadores que mais vem afetando a competitividade da produção agrícola de oleaginosas oriundas dos agricultores familiares cooperados da Coopaf. Estes dados demonstram também as dificuldades e problemas em vários pontos da própria estrutura da cadeia. A Tabela 4 apresenta o resultado da avaliação feita para cada um dos direcionadores.

Na Figura 2 está o resultado da avaliação dos direcionadores de competitividade.

De acordo com os estudos desenvolvidos, a produção de oleaginosas oriundas dos agricultores familiares da Coopaf apresenta diversos gargalos. A tecnologia e os insumos ainda são pouco utilizados e as técnicas de cultivo e manejo não são adequadas, o que não permite que sejam atingidos níveis de produtividade desejados e condizentes com o que diz a literatura.

No que diz respeito à estrutura de mercado, a região possui condições para o plantio de mamona e de girassol. A oscilação da pluviosidade na maioria das regiões é um fator limitante e de risco. A produção é realizada normalmente em regime de sequeiro, com produtividade baixa. A presença da Coopaf é o fator que mais contribui positivamente para a inserção dos agricultores familiares na cadeia produtiva da biodiesel. A cooperativa tem realizado ações de apoio aos produtores, como assistência e extensão rural, suprimindo deficiências do sistema estadual. A grande área de atuação pode se tornar um fator limitante, podendo aumentar os custos de gerenciamento e logística.

O direcionador *relações de mercado* também afetou negativamente a competitividade da produção, principalmente pela ação dos atravessadores, com alto poder de barganha e participação de mais de 50% do mercado, o qual pode ser caracterizado como um oligopsônio. Este fato e a utilização da

Tabela 4			
Resultado da avaliação			
Direcionador	Avaliação	Nota	Peso
Tecnologia e insumos		-1,5	
Nível tecnológico dos insumos	Desfavorável	-1	0,5
Técnicas de cultivo e manejo	Muito Desfavorável	-2	0,5
Estrutura de mercado		0,9	
Condições edafoclimáticas	Favorável	1	0,5
Distribuição geográfica	Desfavorável	-1	0,2
Associações e cooperativas	Muito Favorável	2	0,3
Relações de mercado		-0,6	
Formas de comercialização	Desfavorável	-1	0,3
Principais mercados	Desfavorável	-1	0,3
Tipos de agentes	Desfavorável	-1	0,2
Fonte de informação	Neutro	0	0,2
Gestão		-1	
Capacitação da mão de obra	Desfavorável	-1	0,2
Assistência técnica	Desfavorável	-1	0,4
Planejamento	Desfavorável	-1	0,2
Controle financeiro	Desfavorável	-1	0,2
Ambiente institucional		-1,2	
Financiamento	Muito Desfavorável	-2	0,6
Tributações, leis trabalhistas, leis ambientais	Favorável	1	0,2
Pesquisa e extensão	Desfavorável	-1	0,2

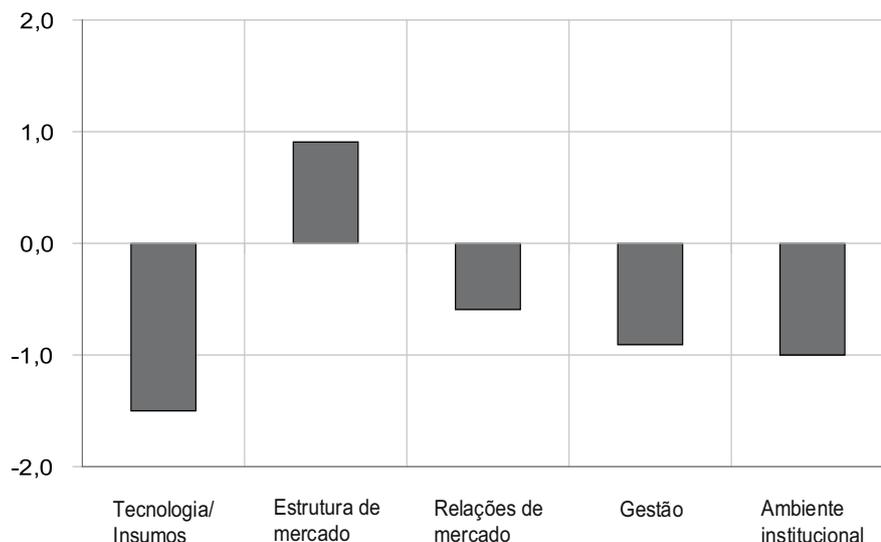


Figura 2
Resultado da avaliação dos direcionadores de competitividade

mamona como moeda de troca são apontados como causas da baixa fidelização dos cooperados da Coopaf.

Em relação ao indicador *gestão*, o item de maior influência negativa foi a assistência técnica, ao qual é atribuído o maior peso (importância). O baixo nível gerencial é reflexo das dificuldades do sistema oficial de extensão rural. A capacitação da mão de obra e disponibilização de informações de gestão e planejamento para os agricultores é praticamente inexistente, sendo as informações, para a tomada de decisão, baseadas principalmente na experiência dos agricultores.

O direcionador *ambiente institucional* obteve a segunda pior avaliação. A causa para este baixo desempenho é o alto nível de inadimplência dos agricultores familiares. Além de não conseguirem saldar as dívidas com o Pronaf, em alguns casos há desvio de recursos para outras atividades que não a atividade rural. Inadimplentes, os produtores não conseguem obter recursos de fontes oficiais e têm que recorrer a outras formas de financiamento, com juros maiores ou até mesmo endividando-se com os próprios atravessadores.

A síntese das avaliações ponderadas dos indicadores é a base para a proposição e avaliação de ações em workshop com os atores da cadeia de produção. Estas etapas, previstas na metodologia original, não foram realizadas no presente trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Coopaf possui cerca de 9.000 agricultores familiares cooperados em toda sua área de atuação, que engloba cerca de 100 municípios. Por este motivo, esta cooperativa tem grande importância para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Além do grande número de cooperados, a experiência na região com a cultura da mamona e o potencial da cultura do girassol são aspectos favoráveis à inserção dos pequenos agricultores familiares da região.

A maioria das avaliações dos indicadores foi considerada desfavorável para a competitividade da cadeia. Com base na análise de competitividade, as lideranças locais, a própria cooperativa e órgãos oficiais devem propor ações, validadas pelos agentes da cadeia de produção, que busquem eliminar ou reduzir os gargalos apontados.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. M. P. et al. *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande; Brasília: EMBRAPA-ALGODÃO, 2001. 350 p. (EMBRAPA Informação Tecnológica).

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. *Descrição do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel*. [Brasília, 2009]. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 28 jan. 2009.

CASTRO, C. et al. *A cultura do girassol*. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1997. 36 p. (Circular técnica, 13).

CONAB. *Levantamento da safra brasileira de oleaginosas*. [Brasília, 2009]. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

IBGE. [Rio de Janeiro, 2009]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 jan. 2009.

PEREZ, Ronaldo. *Uma análise exploratória da competitividade e agregação de valor da cadeia produtiva de carne bovina no Brasil, com ênfase no segmento de abate e processamento*. Tese (Doutorado)-Unicamp, Campinas, SP, 2003.

SILVA, Carlos Arthur; SOUZA FILHO, Hildo M. *Guidelines for rapid appraisals of agrifood chain performance in developing countries*. Roma, It, 2007.

A atuação de grupos de pressão no cenário político e a viabilidade de participação da agricultura familiar no programa nacional de produção e uso de biodiesel

Flávia Lemos Sampaio Xavier^A
João Nildo de Souza Vianna^B

Resumo

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) ganha cada vez mais a atenção de segmentos sociais, públicos e privados, nacionais e internacionais, em um cenário de sobreposição de modelos políticos. Ao identificar e analisar influências dos grupos de interesses sobre as diretrizes do PNPB, o trabalho busca razões para explicar se houve marginalização da agricultura familiar, que possui relação de sobrevivência direta com a natureza e, conseqüentemente, com a sustentabilidade ambiental do programa. Instrumentalizado por levantamento bibliográfico e documental em acervos governamentais, bem como pela análise de discursos do Grupo de Trabalho Interministerial de Biodiesel (GTIB), este estudo tenta explicitar a convergência e implementação de interesses específicos do agronegócio, defendidos por suas entidades de classe, com ministérios estruturais do governo federal.

Palavras-chave: Biodiesel. Biocombustível. Energia renovável. Grupos de interesse. Política pública.

Abstract

The National Biodiesel Production and Use Programme (PNPB) is gaining more and more attention from social, public and private and national and international segments, in an environment of overlapping political models. On identifying and analysing interest groups' influence on PNPB directives, the paper looks for reasons to explain if there has been marginalization in family farming. This has a survival relationship directly with nature and, consequently, the programme's environmental sustainability. Instrumentalized by a bibliographic and documental survey in government archives, as well as discourse analysis by the Biodiesel Inter-ministerial Working Group (GTIB), this study tries to explain the convergence and implementation of specific agro-business interests, defended by trade associations with federal government structural ministries.

Keywords: Biodiesel. Biofuel. Renewable energy. Interest groups. Public policy.

INTRODUÇÃO

O biodiesel emerge mundialmente como energia complementar ao diesel, junto à ascendência de novos valores ambientais em fins do século XX, principalmente após a Conferência de Estocolmo (1972) e a Rio-92. É gerado, então, um contexto de mudanças e instabilidades que ocorrem principalmente na antiga

ordem geopolítica vigente, o que leva ao acirramento de conflitos de interesses mundiais.

No caso brasileiro, o programa de biodiesel foi desenvolvido e liderado pelo governo à luz de forças motrizes positivas e negativas, de âmbito mundial e local, para a implementação do agrocombustível, que se apresenta como nova alternativa aos combustíveis hegemônicos de petróleo e derivados na matriz energética nacional.

Grupos de interesses vêm sendo constituídos, nesse período, tanto na sociedade civil como também no Estado. A fim de se fortalecerem no

^A Mestranda em Desenvolvimento Sustentável desta Universidade (CDS/UnB); graduada em Ciência Política pela Universidade de Brasília (IPOL/UnB).

^B Doutor pela École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM), Paris; mestre em Energetique (DEA) pela Université Pierre et Marie Curie, LISE/CNRS, França; professor e pesquisador do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB).

mercado, esses grupos atuam de forma articulada na formulação e implementação das políticas públicas nacionais, no intuito de influenciar os detentores de poder político formal a normatizarem conforme seus respectivos interesses.

Apesar da pluralidade de interesses que cercam o tema bastante estratégico para o país e que certamente se fizeram representados nas arenas decisórias do Poder Legislativo e Executivo nacional, verifica-se a explícita ausência da priorização ambiental nas diretrizes basilares do programa nacional de biodiesel:

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) é um programa interministerial do governo federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda.

Principais diretrizes do PNPB:

- Implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social;
 - Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento;
 - Produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.
- (RODRIGUES, 2003a)

Essa marginalização das diretrizes ambientais no rol dos objetivos enumerados do programa pode ser, por sua vez, correlacionada com a baixa efetividade de inclusão social que poderia ser potencializada com a implementação do Programa Nacional de Biodiesel.

Em tese, a necessidade de maior produtividade do biocombustível para suprir o aumento de sua demanda acarretaria um alto potencial de inclusão do agricultor familiar na economia ativa na base da cadeia de produção do biodiesel. A produção do biodiesel e o cultivo de matérias-primas, se dotados de instrumentos adequados, poderiam ajudar a criar milhares de empregos na agricultura familiar, estimulando a inclusão social, principalmente nas

regiões Norte, Nordeste e semiárido brasileiro. Esses instrumentos, além de uma estrutura de créditos e assistência técnica específicos, podem, inclusive, incorporar todos os componentes da política social do governo, vinculando-os à produção de oleaginosas.

De acordo com Chambers e Conway (1992), a sustentabilidade social, representada pela produção da agricultura familiar, proposta por um dos atores políticos neste cenário – o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) –, é necessária para concluir a sustentabilidade ambiental.

A sustentabilidade ambiental está relacionada à preservação ou aprimoramento da base de recursos produtiva, principalmente para as gerações futuras. Geralmente, o agricultor familiar reside próximo a sua unidade de produção, cultiva parte de sua alimentação nessa terra (o que favorece o rodízio de culturas), tende a utilizar fertilizantes não-químicos como o fósforo e o potássio, bem como utiliza os recursos naturais com maior eficácia para que estes não sejam degradados. Portanto, o agricultor familiar possui uma relação mais direta de sobrevivência com a natureza e, por isso, os problemas ambientais consequentes passam a ser também um problema social. Em lugar da simples lógica do lucro, essa é consideração que o agricultor familiar tende a fazer no processo produtivo no caso da produção agrícola que pode abranger, em parte, o cultivo de matéria-prima para o biodiesel. Contudo, se analisarmos a forma como o capitalismo estrutura seu processo produtivo, as considerações que os agricultores familiares realizam é diferenciada em relação às considerações econômicas da agricultura patronal, que vem predominando neste contexto. A agricultura patronal, por sua vez, interessa-se na redução de custos de produção para que, por unidade produzida, se tenha maior valor gerado ou acumulado. Assim calculam os atores do complexo soja, entre outros setores do agronegócio, que não têm demonstrado evidentes interesses econômicos de incorporar o modo de produção dos agricultores familiares, não apenas no caso do biodiesel, mas em toda expansão agrícola nacional.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (MME) (BRASIL, 2008), a produção do biodiesel a partir do óleo de soja alcançou, no mês de junho de 2008, um percentual de 57,39%. A escala de produção, as opções de conversibilidade do produto e a forma como está estruturado o seu complexo tornam o biodiesel de soja uma alternativa altamente considerada. Esse complexo dinâmico e integrado da cadeia produtiva de soja é formado por uma convergência de interesses “que cria e reproduz um novo modelo de produção e consumo” (BERTAND et al., 1983 apud VIANNA; WEHRMANN; DUARTE, 2007). Quanto às políticas públicas e ao mercado internacional, os atores do complexo soja foram bastante responsivos em razão da adoção de um comportamento-padrão quanto à utilização de meios, como a tecnologia, para viabilizar a expansão agrícola do produto (VIANNA; WEHRMANN; DUARTE, 2007).

Essa análise pode, então, explicar causas do governo federal não ter atingido os objetivos iniciais do PNPB de vincular 200 mil agricultores familiares à produção brasileira de biodiesel. O governo federal constatou que são em torno de 82 mil famílias, cerca de 60% a menos que o previsto. Dados esses referentes a um momento em que o MME estuda aumentar a adição de biodiesel ao diesel dos atuais 3% (B3) para 4% (B4), ou seja, momento em que há uma tendência de maior necessidade de produção eficaz do biodiesel, contudo sem acarretar maior inclusão social.¹

A partir daí, a crítica deste estudo às diretrizes normativas do PNPB se faz de modo a adotar o conceito de sustentabilidade composto por um conjunto mais amplo de variáveis. O objetivo não é somente atender às condições economicamente viáveis de implementação do biodiesel, já que essa variável foi a todo tempo observada na formulação da agenda, nos discursos e no marco regulatório predominantes nos Grupos

de Trabalhos e arenas político-decisórias do programa. Deve-se notar que, além da variável econômica, complementam o tripé da concepção de sustentabilidade as metas de: uma política socialmente justa e ecologicamente equilibrada (BRUNDTLAND, 1987).

Deve-se notar que, além da variável econômica, complementam o tripé da concepção de sustentabilidade as metas de: uma política socialmente justa e ecologicamente equilibrada

Tendo em vista o déficit de atuação do Estado, em um momento de incentivo à maior demanda de recursos naturais para produção do biodiesel sem garantir a aplicação do objetivo consti-

tucional de erradicação da pobreza e de redução das desigualdades sociais e regionais (CF, art. 3º, III), bem como o direito constitucional de proteção do patrimônio natural (CF, art. 225), este estudo visa analisar as razões político-institucionais que expliquem a não priorização da sustentabilidade socioambiental entre as metas e diretrizes prioritárias que foram estabelecidas pelo governo federal no programa.

A hipótese a ser averiguada segue a lógica da existência de um cenário de conflitos de atores com interesses socioeconômicos e ambientais que se enfrentam de forma assimétrica na arena decisória da política nacional para serem atendidos pelas políticas públicas do Estado. Contudo, busca-se entender quais foram as condições desfavoráveis à concorrência dos interesses socioambientais no processo de formulação política do PNPB. Pressupõe-se, nessa hipótese, haver predominado, entre as diretrizes do programa, interesses do setor agroexportador articulados com os interesses de representantes governamentais.

A PARTICIPAÇÃO DOS GRUPOS DE PRESSÃO NO PROCESSO DE FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Para melhor entender a participação dos grupos que influenciaram a decisão das diretrizes do Programa Nacional de Biodiesel e priorizaram os aspectos técnicos e econômicos na regulamentação e implementação do programa, é necessário, antes de tudo, visualizar o processo de formulação de uma política pública.

¹http://www.mre.gov.br/portugues/noticiario/nacional/selecao_detalle3.asp?ID_RESENHA=551842; <http://www.seagri.ba.gov.br/noticias.asp?qact=view¬id=17058>, acessado em 18 de março de 2009.

Políticas públicas abarcam recursos de poder que buscam o atendimento de suas demandas frente à emblemática bandeira de Estado autônomo em prol do bem público. Afinal, o que seria o bem público? A questão principal para destrinchar a problemática proposta neste estudo pode ser visualizada na dialética que abrange o termo, tendo em vista os conflitos de interesses privados inerentes à coletividade e ao “interesse público”.

Conforme Graziano (1997), o elemento-chave nessa reformulação de conceitos é que não há um interesse público único, mas muitos interesses públicos (no plural), conforme a natureza das associações a grupos e os critérios de suas seleções. Trata-se, então, “de mais de um imperativo moral ou político do que de algo suscetível a uma definição analítica exata”, cujos méritos de uma concepção operacional do “interesse público” podem ser atribuídos à ciência comportamental, especialmente no caso de Schattschneider (1960) e Olson Júnior (1965).

Neste sentido, há uma complexidade existente no processo de formação das políticas públicas cuja detenção de conhecimento sobre os instrumentos e processos constituintes revela-se como recurso de poder de acesso assimétrico na sociedade. Esse processo é contínuo e se inicia com a colocação de um determinado tema na agenda de discussões do país, passa pela formulação das normas que instituem a nova política pública e por sua implementação propriamente dita, e se completa com a avaliação de sua eficiência.

Esse processo é análogo ao caso estudado do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e, como política pública, foi preciso que o tema adquirisse o status de agenda, “com a mobilização de tendências e com as influências e reações das comunidades políticas” segundo Cobb e Elder (1971, apud TAGLIALEGNA, 2005, p.12-13).

A partir da inserção do tema de debate na agenda, há a fase de formulação da política pública em seus termos legais. Fase em que são escolhidas alternativas para compor as diretrizes que

deverão ser aplicadas e, principalmente, quando são ouvidas opiniões muitas vezes contraditórias pautadas por disputa de interesses no sentido de avançar ou de bloquear as propostas (PIOVESAN, 2002 apud CORTEZ, 2008). É nesta fase que se abre espaço para trocas, indeterminações, conflitos e poder, sob intensa politização das políticas públicas, cujos formuladores oficiais, conforme as competências constitucionais, são os

A partir da inserção do tema de debate na agenda, há a fase de formulação da política pública em seus termos legais

Poderes Legislativo, Executivo e Judiciário, e as agências administrativas; e cujos não-oficiais são os grupos de interesse, os partidos políticos e os simples indivíduos (VIANA, 1996).

O senador Marco Maciel (1984) define os grupos de interesse como forças sociais, econômicas, profissionais e espirituais de uma Nação, organizados e atuantes, independentes do ativismo de pressão política. A partir do momento em que o grupo começa a agir no Parlamento e no Executivo, transforma-se em um grupo de pressão.

No cenário nacional, essa atividade de influência política é reconhecida como *lobbying* e é exercida por assessores parlamentares, jornalistas e profissionais liberais identificados com os interesses de um determinado grupo empresarial ou segmentos sociais organizados que exercem suas influências e estão sujeitos a responder, perante a Justiça, por qualquer ato que exceda os limites da atividade lobista. Ainda assim, essa atividade, no caso brasileiro, não é regulamentada. (BORIN, 1988 apud OLIVEIRA, 2005).

Qualquer grupo de interesse ou pressão, idealmente, poderia e deveria associar-se a outros de mesma identidade ou interesse a fim de organizar uma estratégia de *lobbying* no Congresso Nacional e no Executivo. Desse modo, haveria construção de condições mais iguais a todos, ou seja, de um cenário mais plural. Porém, a atividade do *lobbying* exige posse de recursos e nem todos têm condições financeiras e estruturais para realizá-la. Por esse motivo, apenas alguns segmentos da sociedade são aptos a implementar essa atividade, o que leva a um desequilíbrio na esfera da representação de interesses.

O modelo nacional de incorporação dos atores sociais na arena política ocorreu de modo assimétrico, o que conduz a uma democracia constitucional com profundas desigualdades regionais e sociais, o que pode ser verificado também no caso do biodiesel nacional. O caso brasileiro é, portanto, um caso típico de conformação de um sistema híbrido (DINIZ, 1993). Atualmente, este sistema caracteriza-se pela coexistência de diversos modelos políticos, como a desconstrução do corporativismo tradicional, o desenvolvimento de grupos organizados segundo a lógica pluralista, ao lado do surgimento do neocorporativismo como uma alternativa de participação dos grupos privados em determinadas arenas de decisão, notadamente em certas áreas de política econômica e ambiental, contexto em que se insere o PNPB.

A assimetria de representação político-institucional pode ser vista como uma das causas atenuantes da assimetria na arena socioeconômica no caso do programa. Como resultado, apesar de o governo regulamentar incentivos tributários diferenciados dados ao cultivo de mamona ou palma no Nordeste, Norte ou semi-árido, a fim de incentivar a agricultura familiar e a descentralização do desenvolvimento regional, grandes conglomerados de soja prevalecem na concorrência dos leilões, realizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), com mais de 50% de participação da cadeia produtiva do biodiesel nacional em junho de 2008 (BRASIL, 2008). Apesar de o percentual mínimo obrigatório para compra de matéria-prima do agricultor familiar ter aumentado nas diferentes regiões brasileiras, com aumento dos investimentos em assistência e capacitação técnica dos agricultores familiares, a partir da edição da Instrução Normativa n.º 01, de 19 de fevereiro de 2009, no 13º Leilão realizado pela ANP, arrematou-se 315 milhões de litros do biocombustível, cuja fonte permaneceu concentrada nesses poucos conglomerados. Sendo, então, esses os fatores atuais resultantes da implementação do programa que não favorecem a sustentabilidade social almejada.

O PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL, UM ESTUDO DE CASO DA ATUAÇÃO DOS GRUPOS DE PRESSÃO NO BRASIL

A estratégia deste estudo é retomar as audiências públicas iniciais do Programa Nacional de Biodiesel, como parte de olhar revisionista da formulação da política pública, mantendo o foco em explicitar as razões desse déficit socioambiental resultante da política pública.

Em um primeiro momento da política pública, a partir de um estudo de viabilidade conduzido por um Grupo de Trabalho Interministerial de Biodiesel (GTIB), coordenado pela Casa Civil da Presidência da República, surgiu toda a conceituação e normatização do que veio a se chamar Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (Decreto Presidencial de 2 de julho de 2003).

Nesse sentido, entidades e órgãos públicos e privados, bem como parlamentares ligados ao biodiesel foram convidados a participar desse espaço decisório “de modo que se pudesse formar um quadro referencial sobre os pontos considerados mais relevantes sobre a matéria ao final do ciclo de audiências” (RODRIGUES et al, 2003d). Entre os atores convidados a fazer parte da arena política decisória encontravam-se responsáveis por estudos, pesquisas, testes e produção de biodiesel, os produtores rurais, as indústrias automotivas, as indústrias de óleos vegetais e sucroalcooleira, a Agência Nacional do Petróleo e a Petrobras. Dessa forma, foram proporcionados dados, informações e conclusões que respaldaram não apenas o Relatório Final publicado pelo GTIB, mas também importantes outros Decretos, Leis, Resoluções, Portarias, entre outros mecanismos que nortearam o atual mercado nacional de biodiesel.

Tendo em vista a importância dos registros das atas de audiências referentes às reuniões do Grupo de Trabalho Interministerial, este estudo utiliza o material como matéria-prima para estudos mais aprofundados sobre os grupos de pressão atuantes em um momento chave para definição das diretrizes do programa.

IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE PRESSÃO INSERIDOS NA FORMULAÇÃO DO PNPB: QUEM SÃO, COMO ATUAM E O QUE DEFENDEM?

O Grupo de Trabalho Interministerial de Biodiesel (GTIB) foi coordenado pelo Subchefe-Adjunto da Subchefia de Coordenação da Ação Governamental da Casa Civil do GT, que abriu a primeira reunião lembrando do propósito da elaboração de um relatório conclusivo sobre a viabilidade da utilização do óleo vegetal como fonte alternativa de geração de energia. A viabilidade de implementação do produto, até aquele momento, poderia incluir uma amplitude de significados inerentes aos âmbitos: econômico, social, ambiental e cultural. Contudo, Garcez (2008) já havia atentado para a utilização proposital dos termos viabilidade e óleo vegetal para determinar as diretrizes básicas do PNPB, que já demonstram um viés para rechaçar a agroexportação como base produtiva. Destaca-se que viabilidade não significa sustentabilidade. Além disso, óleo vegetal é uma expressão que foi utilizada desde o Decreto de Instituição do GTIB e que não contempla o uso de óleos residuais, de origem animal e vegetal, como é o caso do

sebo não apenas bovino, mas suíno e de aves, por exemplo; seria uma alternativa econômica interessante a *commodities*, como a soja, que assumem alto preço no mercado. Contudo, naquele momento, não houve grandes estímulos à produção do biodiesel por meio da utilização do sebo como matéria prima a concorrer no mercado do biodiesel com o óleo de soja, pois há diversas outras aplicações dadas ao sebo animal e a alta demanda do biodiesel geraria um aumento de preço do produto no mercado devido a suas limitações de aumento de produtividade no país. Dessa forma, é perceptível, através desta análise de significados inerentes aos discursos políticos, que os grupos de pressão atuam durante todo processo da política pública e, no caso situado do PNPB isso ocorreu antes mesmo do início oficial do GTIB.

Em um momento posterior, conforme a análise das atas de reunião deste grupo de trabalho e dos discursos adotados em outros espaços de poder em âmbito nacional e internacional, foi possível sintetizar a arena política decisória, com suas alianças ou confrontos de interesses dos principais atores de pressão, conforme a Tabela 1.

(Continua)

Atores, grupos de pressão	Discursos, interesses e posicionamentos
FAO/ONU	A FAO ataca, em seu discurso, os biocombustíveis – entre eles, o biodiesel – por ocasionarem o aumento dos preços de alimentos, principalmente dos básicos, o que seria um risco à segurança alimentar das pessoas mais pobres que gastam grande parte de seus orçamentos com alimentação.
Complexos petrolíferos	De início tendem a confrontar com a implementação do biodiesel, mas já vêm se posicionando de modo a aumentar os nichos de seu mercado. Assim, acrescentam os biocombustíveis a seus portfólios e mantêm a hegemonia do mercado energético, quanto à logística de distribuição que já detêm. Procuram também investir em alternativas, como a energia solar e a eólica, que não concorrem diretamente com o negócio de derivados do petróleo em âmbito mundial.
Movimento ambientalista	O IPCC, em seu papel político de orientação governamental, apresentou metas para a mitigação do aquecimento global e pressiona o mercado de transportes a mudanças de estratégias. O IPCC orienta um aumento de 3% da demanda total de biocombustíveis até 2030, o que significa um mercado potencial de diesel a ser substituído, confrontando-se com os interesses dos conglomerados petrolíferos.
Agronegócio (Complexo Soja e fertilizantes)	Defende, em seu discurso, o alto potencial produtivo brasileiro de biodiesel devido a fatores naturais e ao desenvolvimento agroexportador já alcançado nacionalmente. Fatores que, segundo o representante deste segmento, garantem principalmente a produção de grande escala. Foi pautada também a necessidade do GTIB definir aspectos essenciais para o modelo brasileiro de produção do biodiesel, entre eles, a matéria-prima a ser utilizada; a rota tecnológica (etílica/metílica); a relação entre a escala e regionalização; a preços e impactos econômicos; e a legislação específica e tributação seletiva (incentivos fiscais). Argumentação que respaldou as características da soja como cultura viável ao objetivo do GTIB, o técnico econômico.

Tabela 1 Síntese da Arena Política Decisória do PNPB	
Atores, grupos de pressão	Discursos, interesses e posicionamentos
Petrobras	A estatal incentiva a implementação nacional do biodiesel, por objetivar a redução de dependência nacional de petróleo e diesel importados, da ordem de 32% do consumo, significando um dispêndio anual de divisas da ordem de US\$ 3,2 bilhões. A companhia investe em novas matérias-primas, mamona e outras oleaginosas, e em pesquisa, por intermédio do Cenpes. A Petrobras tende a despontar no mercado implementando três usinas, em 2008, com uma produção anual estimada de 170 milhões de litros de biodiesel.
CNA	Argumentou a favor da integração da agricultura patronal e a familiar, já que representava ambos os segmentos rurais. Afirmou a predominância da soja como fonte de matéria-prima para biodiesel e também reivindica desoneração tributária.
Enguia Power	Enguia Power apresentou os desafios da agricultura familiar: organização de grande número de famílias em pequenas propriedades; previsibilidade da expansão da produção; falta de infraestrutura; garantia de compra da produção em longo prazo; difusão das técnicas agrícolas. Seu representante apresentou um projeto privado para assentar até 30 mil famílias no semiárido, voltado à produção de biodiesel de mamona.
Complexo Sucroalcooleiro)	Sustentados na viabilidade técnico-econômica alcançada pelo setor, argumentou-se na defesa da rota tecnológica etílica. Além disso, combate o argumento dicotômico entre agricultura patronal X familiar.
Complexo automotivo	As indústrias automobilísticas se posicionam de modo conservador à inserção do biodiesel na matriz energética mundial e alegam a insuficiência de dados experimentais com a utilização de misturas e alguns problemas decorrentes de má qualidade de biodiesel utilizado. Além disso, os fabricantes de sistema de injeção não recomendam a utilização de mais de 5% de biodiesel misturado ao diesel mineral e se justificam em normalizações europeias.
Governo (MAPA e MME)	O MME afirma ser responsável por manter a oferta do produto com qualidade e sustentar o abastecimento de longo prazo e em larga escala, o que endossa a soja como matéria-prima estável tecnicamente e economicamente para o mercado nacional. O MAPA endossou o argumento do MME e afirmou que a utilização em grande escala do biodiesel implicaria necessariamente no uso de óleo derivado de soja, pois 95% da produção nacional de oleaginosas eram originárias deste tipo de agricultura naquele momento. Nessa mesma fala houve também a menção da necessidade de garantir o menor risco do mercado do biodiesel a fim de atrair maior investimento privado.
Governo (MPOG)	Argumenta que o país não passa por uma crise de abastecimento de diesel que justifique medidas emergenciais de substituição. Segundo o representante, o preço do diesel influencia os custos e tarifas de transporte de passageiros e de cargas e, portanto, tem impactos mais expressivos do que os da gasolina nos índices inflacionários, o que recomenda uma maior cautela na sua substituição. Além disso, recomenda a necessidade de que sejam feitos estudos mais aprofundados de impacto sócio-econômico-ambiental do PNPB.
Governo (MDA e a deputada Mariângela Duarte PT/SP) Famem; CUT; Professor Expedito Parente; Soyminas	A deputada federal Mariângela Duarte (PT/SP) se posiciona a favor de se implantar um programa de estímulo à produção de biodiesel no Brasil como forma de proporcionar o efetivo combate à pobreza no meio rural, mediante a geração de empregos, renda, base tributária e fortalecimento da agricultura familiar. Para isso, considerou indispensável levar em conta a diversidade de culturas oleaginosas existentes ou passíveis de cultivo nas diversas regiões brasileiras, bem como a possibilidade de utilização de capacidade ociosa existente nos próprios estabelecimentos agrícolas, evitando-se, assim, a expansão da área cultivada. Esse argumento confronta-se diretamente com a expansão agrícola da soja e de sua hegemonia econômica sobre as demandas sociais no programa. A Famem defendeu a inclusão social e feminina como mão de obra para a colheita dos babaçus, o que significou a defesa de diversificação da matéria-prima além da soja, contudo, seus argumentos não sustentaram uma defesa quanto à produtividade comercial do biodiesel a partir dos babaçus, predominantes naquele estado (37% do território maranhense são cobertos por babaçuais nativos). A fim de viabilizar a inclusão social, defendida por alguns atores na formulação do PNPB, o MDA afirmou ser necessário apoiar essa inclusão com financiamentos, organizar a produção agrícola e industrial de modo a se alcançar escala econômica, com a participação dos agricultores, e prestar-lhes assistência técnica. Citou a boa organização de agricultores familiares em cooperativas e redes de agroindústrias, o que endossou a possibilidade de sucesso nessa direção. A Soyminas condenou a adoção sistemática de tecnologias “alienígenas” aos trópicos, o que tem trazido exclusão social e a submissão do povo brasileiro, deixando em troca altos índices de degradação ambiental.
Governo (MMA e MCID)	Na tentativa de viabilizar maiores benefícios ambientais quanto à redução de emissões de gases como enxofre e CO ₂ , o representante do MMA propôs que os testes se iniciassem com a mistura em 5%, pois considera 2% um nível muito baixo para a mistura. Junto ao MCID, o MMA também se posicionou favorável à implementação do biodiesel na matriz energética nacional, que segundo o estudo desses ministérios pode gerar a redução de custos do governo federal com problemas de saúde pública que são causados pela diversidade de compostos tóxicos dos hidrocarbonetos.

Fonte: Elaboração da autora com base nos Anexos I, II e III do GTIB (2003b).

MARCO LEGAL DO BIODIESEL: RESULTADO DO CONFRONTO DOS GRUPOS DE PRESSÃO ATUANTES NO GTIB

Após a análise dos posicionamentos dos órgãos e entidades convidados para o ciclo de audiências, foi possível identificar, por meio de um levantamento documental do marco legal acerca do biodiesel, bem como um levantamento dos resultados dos leilões, quais foram os segmentos sociais atendidos pelo governo.

O Art. 2º da Lei 11.097/2005 introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira e fixou 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, com prazo para aplicação do disposto neste artigo de 8 (oito) anos após a publicação desta norma. Contudo, no intuito das empresas e investidores se adequarem inicialmente à exigência, a Lei estipulou 3 (três) anos após essa publicação, para utilização de um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% (dois por cento), em volume. A regulamentação da Lei 11.097/2005 foi editada pelo Decreto 5.448/2005 do Presidente da República.

Em análise acerca dos embates de interesses sobre os percentuais (facultativo e obrigatório) que constituíam, principalmente, os discursos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e as indústrias automobilísticas, o governo estipulou um baixo percentual, o que foi justificado pela busca de maior segurança logística que deveria ser desenvolvida antes da implementação tempestiva do PNPB. É importante visualizar que, do ponto de vista social, o aumento da demanda de biodiesel no mercado nacional reduziria os custos de produção, o que seria de fato favorável à inclusão da agricultura familiar e a maior competitividade de pequenas empresas e cooperativas no mercado do biocombustível.

Quanto à implementação atual do PNPB, o governo pressiona para adoção de maior percentual nacional de obrigatoriedade da mistura, já que em

julho de 2008 houve o aumento obrigatório do percentual estipulado em 2005 para 3% de biodiesel na mistura e há previsões de um novo aumento para 4% deste total ainda em 2009, contudo a alta cotação das *commodities* no mercado internacional e o alto custo

de produção dos óleos vegetais dificultam as indústrias produtoras de biodiesel a arcar com os compromissos de produção e distribuição do biodiesel a preços ofertados nos Leilões. Segundo a ata de 06/06/2007 da Reunião da Câmara Setorial Especial de Biocombustível, diante desse cenário, a Petrobras multou empresas que não tiveram conformidade, volume e qualidade na entrega dos Lei-

lões até aquele momento. Nesse sentido, a Petrobras compra praticamente todo biodiesel comercializado nos Leilões Públicos e vem desenvolvendo tecnologias e buscando alternativas que baixem o custo da produção do biodiesel no Brasil.

Além disso, o MDA e outros grupos de pressão que defendem a inclusão social por meio da agricultura familiar conseguiram formalizar seus objetivos em incentivos governamentais editados por meio da Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005. A Lei define que produtor-vendedor do biodiesel é o agricultor familiar ou sua cooperativa agropecuária, assim definidos no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (Art. 5º, § 3º). Em complementação, essa Lei dá competência ao Poder Executivo para estabelecer coeficientes de redução diferenciados das alíquotas do PIS/Pasep e do Cofins, em função da matéria-prima utilizada na produção do biodiesel, segundo a espécie do produtor-vendedor, da região de produção da matéria-prima e da combinação dos fatores supracitados (Art. 5º, § 1º). O Selo Social transmitiu, então, uma imagem inicial ao programa de promotor de uma ampla inclusão social que estava por vir.

O Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel no âmbito do Programa de Produção e Uso do Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia, anexado à Resolução nº 1.135/2004, previa incentivos

É importante visualizar que, do ponto de vista social, o aumento da demanda de biodiesel no mercado nacional reduziria os custos de produção, o que seria de fato favorável à inclusão da agricultura familiar e a maior competitividade de pequenas empresas e cooperativas no mercado do biocombustível

financeiros providos do BNDES para micro, pequenas, médias e grandes empresas que investissem na produção do biodiesel, inclusive grandes empresas sem selo social. Contudo, quem se beneficiou em larga escala dos benefícios concedidos pelo governo, como os da Resolução 1.135/2004 e da Resolução nº 03/2005, foram as grandes empresas do agronegócio² que buscavam também, naquele momento inicial, incentivos governamentais para a implementação do mercado do biocombustível que se instalava.

Assim, a implementação dessas normatizações do PNPB não se mostraram tão eficazes quanto a seus objetivos de descentralização regional, redução das desigualdades sociais e de diversidade das matérias-primas utilizadas pelo programa. Segundo Soares e outros. (2007, p.5, apud GARCEZ, 2008), quem analisou os resultados dos primeiros quatro Leilões de biodiesel no caso brasileiro destaca que o mercado de biodiesel nacional estava sendo oligopolizado por duas grandes empresas. Os resultados mostram, então, que há um forte domínio de alguns produtores de biodiesel, que produzem grande quantidade. A implementação do PNPB, da forma atual como está se dando, está em desacordo com os objetivos de inclusão social do programa.

O pouco número de empresas de biodiesel ganhadoras dos Leilões dificulta a competitividade dos agricultores, o que lhes dificulta estabelecerem preços justos para a matéria-prima que vendem às indústrias, bem como planejarem

aspectos de sua produção. Esses são os fatores atuais que comprometem a sustentabilidade social do programa.

A Resolução N°9, de 16/11/2004, do Conselho Nacional do Desenvolvimento Rural Sustentável (Condraf), poderia ser considerada um avanço da sustentabilidade do programa caso suas recomendações ao PNPB fossem submetidas a maior fiscalização governamental e controle social, entre elas:

- não estímulo à monocultura;
- veto à utilização de sementes transgênicas;
- descentralização da produção de biodiesel, a começar pelas esmagadoras, e estímulo à participação de associações e de cooperativas;
- não estímulo à substituição da produção de alimentos por oleaginosas;
- emprego de tecnologia agrícola poupadora de insumos, não dependente de agroquímicos, centrada no uso de recursos locais e ambientalmente sustentável;
- apoio à produção de distribuição de sementes não-transgênicas;
- garantia do processo de capacitação dos agricultores familiares segundo os princípios da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater); e
- definição do semiárido como prioritário para o programa.

Embora o Condraf afirme que, de maneira geral, suas recomendações vêm sendo atendidas pelas empresas e agricultores envolvidos em biodiesel, suas diretrizes de diversidade de matérias-primas não vêm sendo constatadas, conforme os dados divulgados pelo MME (BRASIL, 2008). A soja permanece sendo a matéria-prima predominante para produção do biodiesel e alcançou, no mês de junho de 2008, um percentual de 57,39% de participação nessa cadeia produtiva. Apesar do percentual mínimo obrigatório para compra de matéria-prima do agricultor familiar ter aumentado nas diferentes regiões brasileiras, com investimentos em assistência e capacitação técnica dos agricultores familiares, a

A soja permanece sendo a matéria-prima predominante para produção do biodiesel e alcançou, no mês de junho de 2008, um percentual de 57,39% de participação nessa cadeia produtiva

² Conforme os balanços patrimoniais levantados pela Brasil Ecodiesel Indústria e Comércio de Biocombustíveis e Óleos Vegetais S/A, o total de incentivos fiscais em 2006 alcançou o valor de R\$223.000,00. Além disso, a Companhia e as controladas Burity Agrícola Ltda., Jaicós Agrícola Ltda., Mocuri Agrícola Ltda. e Platã Agrícola Ltda possuem incentivo fiscal por um período de 10 anos, correspondente a dispensa de 100% do ICMS apurado durante os sete primeiros anos e de 70% do ICMS apurado durante os três últimos, nos termos dos Decretos Estaduais nº 11.153, 11.155, 11.157, 11.159 e 11.162, de 29 de setembro de 2003, do Estado do Piauí. Segundo o documento, o aproveitamento de benefícios foi particularmente importante, já que foram beneficiados com R\$ 10,8 milhões em incentivos de ICMS principalmente devido ao aumento da compra de matérias-primas nos mesmos estados onde produziam e ao incremento no volume de operações (BRASIL ECODESEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E ÓLEOS VEGETAIS, 2007).

partir da edição da Instrução Normativa n.º 01, de 19 de fevereiro de 2009, resultados descentralizados dos ganhadores do 13º Leilão do biodiesel ainda não foram constatados. A escala de produção, as opções de conversibilidade do produto e a forma como está estruturado o seu complexo tornam o biodiesel de soja uma alternativa altamente considerada. Apesar de possibilitar a viabilidade econômica e tecnológica da implementação

do PNPB, a soja, da maneira como é produzida, não é uma cultura sustentável também do ponto de vista ambiental (VIANNA; WEHRMANN; DUARTE, 2007, p. 123). A soja é uma cultura cultivada em larga escala e na monocultura, que necessita de grandes extensões de terra e que causa uma eventual perda de biodiversidade, bem como também necessita do uso intensivo de pesticidas que podem contaminar o solo e a água, associado a uma insignificante geração de emprego.

O PAPEL DO ESTADO E ALGUMAS CAUSAS DO DÉFICIT AMBIENTAL DO PNPB

Há uma trivial importância de questionamento do papel do Estado, ao considerar o cenário atual de incapacidade de equilíbrio próprio do mercado, desde já constatados diversos males do crescimento econômico injusto e desigual, bem como as devidas decorrências resultantes. Cresce, nesta direção, o reconhecimento da necessidade de se contar com outros mecanismos capazes de corrigir ou ajustar tais efeitos. Essas constatações que atribuem ao Estado a função de ratificar acordos ajustados entre líderes; crença na harmonia natural da competição entre grupos; agenda política e interesse público como interesses organizados na sociedade vão de encontro às ideias puras do pluralismo (DAHL, 1987), que lhe atribuiria apenas o papel de árbitro neutro das regras sociais. Conforme Garcez (2007), há disputas ideológicas sobre o papel do Estado, entre pensamentos neoliberais, com sua razão desestatizante, e o papel vital do Estado como promotor e protetor de um meio ambiente saudável e equilibrado.

No caso do PNPB, como em outras políticas públicas, o Estado não é um mero árbitro neutro do

processo decisório político. Constituiu, além disso, um corpo institucional composto de um mosaico de interesses que, como outros atores, age no sentido de influenciar o resultado final das políticas públicas, principalmente objetivando a aprovação eleitoral do governo que representa. Participa, desta forma, de articulações com outros grupos de pressão que, neste contexto do biodiesel, resultam em concessões de créditos, bem como incentivos fiscais e tributários, entre outros fatores que dependem das decisões governamentais.

Pautando-se na Carta Magna, são verificados déficits de atuação do Estado, em um momento de incentivo à maior demanda de recursos naturais para produção do biodiesel sem garantir a atenção à norma programática de erradicação da pobreza e de redução das desigualdades sociais e regionais (CF, art. 3º, III); bem como o direito constitucional de proteção do patrimônio natural (CF, art. 225).

Desse modo, no caso do PNPB, as diferenças de investimentos e escala de produção dos setores da agricultura familiar e de setores específicos do agronegócio foram determinantes para uma atenuação das desigualdades econômicas, já que os benefícios aos incentivos governamentais foram ofertados a todos que desejassem implementar o biocombustível.

Um grande complicador desta situação é que não existe hoje, no Brasil, um sistema institucional adequado para fazer a mediação de conflitos (BURSZTYN; BURSZTYN, 2006). Há um vazio institucional que não favorece a articulação de demandas econômicas, sociais e ambientais conforme previsto na Constituição Federal. Como foi visto no caso do biodiesel, não se pode reduzir as questões socioambientais a um simples raciocínio empresarial, ao aumento de custos de produção, pois apesar do governo e as grandes empresas do agronegócio lucrarem com o aumento do PIB, causa que explica a hegemonia dos interesses de ambos os setores, as externalidades negativas são, em consequência, distribuídas por toda a sociedade, ultrapassando fronteiras nacionais.

Há um vazio institucional que não favorece a articulação de demandas econômicas, sociais e ambientais

CONCLUSÕES

Tendo em vista o objetivo de identificar algumas das causas da não inclusão da sustentabilidade socioambiental como diretriz basilar do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, este estudo chegou à conclusão de que, no processo de formulação dessa política pública, houve priorização dos interesses econômicos compartilhados entre o complexo da soja, que forma um oligopólio de produção nacional, e o governo federal, que além de árbitro, foi um decisivo ator para o direcionamento dado à formulação da política pública do PNPB.

Além de ratificar a hipótese sugerida, o estudo avançou sobre os objetivos traçados no trabalho e qualificou ainda mais o debate sobre a agenda de energia sustentável, pois foram identificados os atores de pressão que constituem esse processo da formulação do programa nacional, bem como os fins a que se dedicam profissionalmente em busca dos recursos de poder nos arranjos político-institucionais no Brasil.

Da análise dos resultados das pressões concluiu-se que foram contempladas, principalmente, as demandas econômicas do agronegócio na formulação do PNPB, pelo governo federal, o que pode ser verificado pelo direcionamento dado aos marcos normativos editados, como por exemplo, os Decretos nº 5.297/2004 e nº 5.457/2005, que garantiram a alta desgravação tributária para o PIS/COFINS dada aos produtores de biodiesel que utilizam qualquer matéria-prima, inclusive a soja, que desse modo vêm mantendo sua hegemonia no espaço do agronegócio nacional, principalmente após a liberalização de mercado e a fusão de empresas. Embora incentivos tributários diferenciados tenham sido dados ao cultivo de mamona ou palma no Nordeste, Norte ou semiárido, a fim de incentivar a agricultura familiar e a descentralização do desenvolvimento regional, em razão da solidez de toda sua cadeia produtiva, a soja prevalece na concorrência dos leilões realizados pela ANP com a maioria da participação na produção do biodiesel nacional, recebendo esses incentivos em maior escala, proporcionalmente a sua produção.

No espaço institucional do GTIB, a estratégia de argumentação utilizada pelo representante do complexo da soja para alcançar seus interesses foi baseada na alta produtividade e tecnologia da indústria deste

grão. Desse modo, esse argumento fez coro com o dos ministérios estruturais do governo federal, como o MME e o MAPA, que afirmaram que a viabilidade econômica do PNPB existiria principalmente em detrimento da “expansão agrícola” dessa cultura. Sabe-se que a partir de 2002 o agronegócio alcançou superávits particularmente notáveis, após ultrapassarem a marca dos US\$ 20 bilhões. Contudo, em uma análise mais ampla, o saldo comercial dos demais setores da economia brasileira vem acumulando déficits desde 1994. Assim, concluiu-se que o agronegócio da soja cresceu enquanto força exportadora e vem mantendo os superávits obtidos na balança comercial do Brasil nos últimos anos. Levando em consideração que o governo federal necessita de índices econômicos positivos para sustentar suas políticas, visualiza-se então a razão da união hegemônica de interesses entre esses atores que definem, frente a outras pressões, o motivo de não incluir políticas que atendam as demandas socioambientais, que significariam, seguindo o raciocínio empresarial, aumento dos custos de produção do biodiesel nacional.

Em complementação, foi verificado que a sustentabilidade social, representada pela produção da agricultura familiar proposta pelo MDA, é diretamente relacionada à sustentabilidade ambiental. A sustentabilidade ambiental está relacionada à preservação ou aprimoramento da base de recursos produtiva, principalmente para as gerações futuras. Assim, o agricultor familiar possui uma relação mais direta de sobrevivência com a natureza e, por isso, os problemas ambientais consequentes passam a ser também um problema social. De encontro a essa análise, foi verificado um grande déficit de representação e de contemplação normativa no espaço político-institucional em direção a garantir proteção às condições trabalhistas e ambientais na extração de recursos naturais e na produção do biodiesel nacional. Atores sociais com relevantes interesses de sustentabilidade do programa, como a Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag), poderiam ser chamados para dar maiores contribuições à formulação do Programa Nacional de Biodiesel, maximizando as externalidades positivas que o programa tem a oferecer aos mais diversos segmentos sociais. Esses são desafios cruciais e inerentes ao processo de democratização das sociedades contemporâneas em busca de um pluralismo com representações cada vez mais fidedignas e simétricas em seus espaços decisórios.

REFERÊNCIAS

- BORIN, Jair. O lobby na imprensa: tipificação e formas de atuação. Cadernos de Jornalismo e Editoração, São Paulo, n. 22, 1988.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL ECODIESEL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E ÓLEOS VEGETAIS. Relatório da Administração. Rio de Janeiro, 2007.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Sistema de Informações de Movimentação de Produtos (SIMP). Brasília, 2008.
- BRUNDTLAND, G. H. Nosso futuro comum – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da F. Getúlio Vargas, 1987.
- BURSZTYN, M. A. A. ; BURSZTYN, Marcel . Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito.. In: Elimar Pinheiro do Nascimento; João Nildo de Souza Vianna. (Org.). Economia, meio ambiente e comunicação. Rio de Janeiro: Garamond, 2006, v. , p. 54-67.
- CHAMBERS, Robert; CONWAY, Gordon R. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. Brighton, England: Institute of Development Studies, 1991.
- COBB, W. R.; ELDER, V. C. The Politics of Agenda Building: an alternative perspective for modern democratic theory. Journal of Politics. Arizona, n. 33, 1971.
- CORTEZ, Clemar Pereira Gonçalves da Silva. A Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados e os Grupos de Pressão, Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento. Brasília: Câmara dos Deputados, 2008.
- DAHL, Robert. Análise política moderna. 26. ed. Brasília: UnB, 1987.
- DINIZ, E. Neoliberalismo e corporativismo: as duas faces do capitalismo industrial no Brasil. In: DINIZ, Eli (Org.). Empresários & modernização econômica: Brasil anos 90. Florianópolis: UFSC-Idacon, 1993.
- GARCEZ, Catherine Aliana Gucciardi. O Protocolo de Quioto e o papel do Estado: os casos do Canadá e do Brasil.. Interfaces Brasil / Canadá, Rio Grande, n. 7, 2007. Cap. 2 - Meio Ambiente, Patrimônio Cultural, Linguístico e Geográfico.
- _____. Uma análise da política pública do programa nacional de produção e uso de biodiesel (PNPB). 2008. Dissertação (Mestrado)-Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- GRAZIANO, Luigi. O lobby e o interesse público. Rev. bras. Ci. Soc. [online]., v. 12, n. 35, 1997.
- MACIEL, Marco Antônio de Oliveira. Grupos de pressão e lobby: importância de sua regulamentação. Brasília: Senado Federal, 1984.
- OLIVEIRA, Andrea Cristina J. Breve histórico sobre o desenvolvimento do lobbying no Brasil. Revista de Informação Legislativa, Brasília, DF, v. 1, n. 1, p. 7-316, 2005.
- OLSON JUNIOR, Mancur. The logic of collective action. Public goods and the theory of groups. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965.
- PIOSEVAN, M. F. A construção política da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2002, 102 f. Dissertação (Mestrado)-Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 2002.
- RODRIGUES, Rodrigo Augusto et al. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – Biodiesel como fonte de energia. Brasília: Casa Civil, 2003a.
- _____. Grupo de Trabalho Interministerial – Biodiesel. Relatório final. Resumo do posicionamento dos órgãos e entidades convidados para o ciclo de audiências. Brasília: Casa Civil, 2003b. Anexo I
- _____. Grupo de Trabalho Interministerial – Biodiesel. Relatório final. Atas das reuniões do Grupo de trabalho Interministerial Biodiesel. Brasília: Casa Civil, 2003c. Anexo II.
- _____. Grupo de Trabalho Interministerial – Biodiesel. Relatório final.. Relatórios finais dos subgrupos. Brasília: Casa Civil, 2003d. Anexo III.
- SCHATTSCHEIDER, E. E. The semisovereign people. A realist's view of democracy in America. Nova York, Holt, Rinehart & Winston, 1960.
- SOARES, Munir Y. Et al. The Brazilian Biodiesel Program. In: INTERNATIONAL GREEN ENERGY CONFERENCE. 3., 2007, Västeras, Sweden. [Anais...] Västeras, Sweden, Proceedings of IGEC – III, 2007.
- TAGLIALEGNA, G. H. F. Grupos de Pressão e a Tramitação de Projeto de Lei de Biossegurança. Brasília: Senado Federal, 2005. (Textos para Discussão da Consultoria Legislativa do Senado Federal, n. 28).
- VIANA, A. L. Abordagens metodológicas em políticas públicas. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 5-43, mar.- abr. 1996.
- VIANNA, J. N. de S.; WEHRMANN, M. E. S. de F.; DUARTE, L. M. G. . Os desafios da bioenergia para o desenvolvimento sustentável no Brasil. In: VIANNA, J. N. S.; NASCIMENTO, E. P. (Org.). Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil. Rio de Janeiro: Garamond, 2007, v. 1, p. 94-146.
- WEHRMANN, M. E. S. de F.; João Nildo de Souza Vianna ; DUARTE, L.M.G. . Biodiesel de Soja: Política Energética, Contribuição das Oleaginosas e Sustentabilidade. In: III Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, 2006, Brasília. Anais, 2006.