

# ETANOL **X** ALIMENTOS

**O QUE HÁ POR  
TRÁS DESSA  
POLÊMICA**

ETHANOL AND FOOD  
*What lies behind  
that polemics*



# Bioenergia

**é o nosso negócio**

*Bioenergy is our business*





## Capa/Cover

O que há por trás da polêmica do etanol  
*What lies behind the ethanol polemics*

Páginas 7 a 16

## Editorial

5

## Cartas/Letters

6

## Entrevista/Interview

Luiz Pinguelli pontua algumas possíveis causas e conseqüências das alterações do clima na Terra  
*Luiz Pinguelli lists some possible causes and consequences of climate change on Earth*

17

20

## Empresas modernas/Modern companies

Vem aí a terceira geração dos carros 'flex'  
*Here comes the flex vehicles third generation*

23

31

## Meio ambiente/The environment

Lista aponta as 100 empresas que mais geram gás carbônico em São Paulo  
*List shows the 100 companies that most emit carbon dioxide in São Paulo*

27

29



## Projetos do Cenbio/Cenbio projects

Etanol, a alternativa para o transporte público 35  
*Ethanol, the alternative for public transportation 38*

## Artigo/Article

Biocombustíveis líquidos como alternativa viável para os combustíveis fósseis 41  
*Liquid biofuels as a viable alternative to fossil fuels 48*

## Agenda

Programa-se para os próximos eventos 53  
*Include the next events in your schedule 53*

**Editora**

*Editor*  
Suani Teixeira Coelho  
Universidade de São Paulo (USP)  
Centro Nacional de Referência em  
Biomassa (Cenbio)

Luiz Gonzaga Bertelli  
Federação das Indústrias do Estado de  
São Paulo (Fiesp)

Sérgio Peres  
Universidade de Pernambuco (UPE)

**Conselho Editorial**

*Editorial Board*  
José Goldemberg  
Universidade de São Paulo (USP)

Daniel Pioch  
Centro Internacional de Pesquisas  
Agrícolas para o Desenvolvimento  
(Cipad) - Montpellier/França

Eric D. Larson  
Universidade de Princeton/USA

Fernando Rei  
Companhia de Tecnologia de  
Saneamento Ambiental (Cetesb)

Francisco Annuatti Neto  
Faculdade de Economia,  
Administração e Contabilidade (USP)

Frank Rossilo-Calle  
King's College London/ Inglaterra

Helena Chum  
National Renewable Energy  
Laboratory/ USA

José Roberto Moreira  
Universidade de São Paulo (USP)  
Biomass Users Network

Luiz Augusto Horta Nogueira  
Universidade Federal de Itajubá  
(Unifei)

**Equipe de Produção Editorial**

*Publishing team of Production*  
Cristiane Lima Cortez  
Fernando Saker (assistente)  
Sandra Apolinario  
Sílvia Maria González Velázquez

**Jornalista Responsável**

*Journalist in Charge*  
Amorim Leite MTb 14.010-SP

**Reportagem e Redação**

*Editing*  
Jane Dias  
Heleni Felipe  
Priscila Áurea  
Talita Fusco

**Projeto Gráfico**

*Graphic Design*  
Carolina Amorim

**Editoração Eletrônica**

*Art*  
Cristiane Martins Carratu

**Preparação de Texto**

*Text Organization*  
Amorim Leite

**Tradução para Inglês e Português**

*Translation from and into English*  
M<sup>a</sup> Cristina V. Borba



**Centro Nacional de  
Referência em Biomassa**  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
Cid. Universitária  
CEP 05508-010, São Paulo, SP, Brasil  
Tel. (11) 3091-2649  
<http://cenbio.iee.usp.br>



**Ministério de Minas e Energia**  
[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

A *Revista Brasileira de Bioenergia*, ISSN 1677-3926, é uma publicação trimestral do Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), patrocinada pelo Ministério de Minas e Energia Projeto MME Projeto Fortalecimento n° 1406 - Convênio n° 07/2005, e distribuída para ministros de estado, senadores, governadores, deputados federais, prefeitos, deputados estaduais, diretores de agências reguladoras, secretários estaduais de meio ambiente e energia, cientistas, empresários e especialistas em meio ambiente e energia. As opiniões emitidas nas entrevistas e artigos são de responsabilidade de seus autores, não refletindo, necessariamente, a posição de seus editores. É permitida a reprodução parcial ou total das reportagens, desde que citada a fonte.

The *Revista Brasileira de Bioenergia*, ISSN 1677-3926, is a quarterly publication of the *Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio)*, sponsored by *Ministério de Minas e Energia Projeto MME Fortalecimento n°1406 - Convênio n° 07/2005*, and is distributed to federal government ministers, senators, deputies, mayors, state legislators, heads of regulatory agencies, state environmental and energy secretaries, scientists, businesspeople and specialists in energy and the environment. The opinions expressed in the interviews and articles are those of their authors and do not necessarily reflect the position of the editors. Partial and or total reproduction is permitted as long as the source is cited.

**Impresso por/Printed by**  
Coppypress

**Tiragem/Press run**  
10.000 exemplares/10.000 copies

# ESSE ETANOL...

O tema central da presente edição da *Revista Brasileira de Bioenergia*, a competição pelo uso da terra entre energia e alimentos, premente no momento, está sendo muito usado pelos antagonistas dos biocombustíveis, sendo apontado como razão até para desincentivo de sua utilização.

Tema de nossa matéria de capa, o assunto vem sendo muito discutido na mídia internacional. Aliás, por desconhecimento de causa, confundem-se as diferentes origens do etanol – milho e cana-de-açúcar –, sendo que o proveniente da cana, além do balanço energético mais favorável, não compete com o uso da terra, enquanto os outros, sim.

Para a elaboração dessa reportagem, nossos repórteres ouviram as principais autoridades e organizações ligadas ao tema. Alexandre Betinardi Strapasson, por exemplo, diretor do Departamento de Cana-de-açúcar e Agronomia do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, fala de dois projetos importantes em curso no campo federal. Um deles, diz, “vai identificar as áreas prioritárias para a atividade canavieira e as que não são indicadas para o cultivo”.

Outra reportagem igualmente importante está na seção “Empresas Modernas”. Ali tratamos da tecnologia do *flex fuel* a partir de três empresas: Magneti Marelli, Bosch e Delphi, responsáveis pela iniciativa pioneira no País.

Falando em “meio ambiente”, chamamos a atenção do leitor para a reportagem dessa seção, sobre a lista das cem maiores fontes de dióxido de carbono do Estado de São Paulo. Idealizado pelo ex-secretário de Meio Ambiente paulista, José Goldemberg, o levantamento apresenta dados de 2006 e visa, segundo Fernando Rei, presidente da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), “a aproximar os maiores emissores de poluentes do Estado ao trabalho de redução voluntária”.

Nesta edição publicamos ainda o resultado do projeto pioneiro coordenado pelo Cenbio, a partir de um convênio internacional. Trata-se do BEST – BioEthanol for Sustainable Transport, ou seja, o etanol sendo testado para utilização no transporte público.

Creio que estamos dando aqui, mais uma vez, valiosa contribuição à sociedade e à comunidade científica sobre a bioenergia. Boa leitura!

*Suani Teixeira Coelho*

Editora  
Secretária-executiva do Cenbio  
Centro Nacional de Referência em Biomassa  
Universidade de São Paulo



# THIS ETHANOL...

The central theme of the present issue of the *Revista Brasileira de Bioenergia*, the competition for land use between energy and food, pressing at the moment, is being very much used by biofuels antagonists, and even being pointed out as a reason for discouraging its use.

Theme of our front page article, the subject has been widely discussed in the international media. By the way, for ignoring the subject, the different sources of ethanol are confused – e.g. corn and sugar cane –, being that the one deriving from sugar cane, besides providing a more favorable energy balance, does not compete with land use, whereas the others do.

For elaborating this article, our reporters listened to the main authorities and organizations concerned with the theme. Alexandre Betinardi Strapasson, for example, Director of the Sugar Cane and Agronomics Department of the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, speaks of two important projects in course in the federal field. One of them, he says, “is going to identify the priority areas for sugar cane activities and those not indicated for its cultivation.”

Another equally important article is in the “Modern Companies” section. There the *flex fuel* technology is discussed as from three companies: Magneti Marelli, Bosch and Delphi, responsible for a pioneering initiative in Brazil.

And talking about the “environment”, we call the reader’s attention to the article in this section, on the list of the hundred greatest sources of carbon dioxide in the State of São Paulo. Idealized by the ex São Paulo State Secretary for the Environment, José Goldemberg, the survey presents data from 2006 and aims, according to Fernando Rei, President of Cetesb (Environmental Sanitation Technology Agency), “to bring the greatest pollutant emitters in the State closer to the work fostering the voluntary reduction of emissions.”

In this issue, we also publish the result of the pioneer project coordinated by Cenbio, as from an international agreement. This is the BEST – BioEthanol for Sustainable Transport, that is, ethanol being tested to be used in public transportation.

I believe that, once more, we are providing our valuable contribution to society and to the scientific community on bioenergy.

Enjoy your reading!

*Suani Teixeira Coelho*

Editor  
Cenbio Executive Secretary  
Brazilian Reference Center on Biomass  
Universidade de São Paulo

## Dez anos de Cenbio

Quero parabenizar a todos que sob a égide do trabalho, pesquisa e desenvolvimento transformaram o Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio) em um das instituições de pesquisas mais sérias do País.

A sociedade passou por profundas transformações no seu modo de vida e de consumo, diante da globalização, redução do Estado, avanço tecnológico e, mais recentemente, com a adoção de princípios de ecoeficiência e de responsabilidade social. Na “Era do Conhecimento”, a riqueza de uma nação é medida por sua capacidade de inovar, criar novos processos e produtos, a um custo cada vez menor, com maior valor agregado e sustentabilidade.

Como membro titular da Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados, estou empenhado em debater as potencialidades, identificar oportunidades e barreiras para a produção de energia renovável não-convencional e eficiência energética no País, com enfoque nas mudanças climáticas.

Diante do risco de um novo racionamento energético, é fundamental avançarmos na elaboração de políticas públicas capazes de assegurar a nossa segurança e eficiência energética. Acredito que os trabalhos desenvolvidos pelo Cenbio serão fundamentais para colocar o Brasil em um novo patamar

**Arnaldo Jardim**

*Deputado Federal (PPS) e membro-titular da Comissão de Minas e Energia Brasília, DF*

Parabéns! Com certeza, a participação do Cenbio para a divulgação e implementação da biomassa como fonte energética no Brasil, divulgando e implementando tecnologias de ponta é importantíssima. Sinto-me honrado em ter participado do Cenbio desde o seu início, como Núcleo Vinculado para o Nordeste. Essa parceria com a Escola Politécnica de Pernambuco, da Universidade de Pernambuco (UPE), é muito importante para nós.

**Sérgio Peres**

*Gerente do Departamento de Engenharia Mecânica  
Coordenador do Laboratório de Combustíveis e Energia  
Universidade de Pernambuco (UPE)  
Coordenador do Núcleo Vinculado do Cenbio – Nordeste Recife, PE*



## Ten years of Cenbio

I would like to congratulate all of those who, upon the basis of work, research and development, made the Brazilian Reference Center on Biomass (Cenbio) one of the most serious research institutions in Brazil.

Society has undergone deep transformations in its way of life and of consuming, going by globalization, State reduction, technological advancements and, more recently, adopting principles of eco-efficiency and of social responsibility. In the “Knowledge Era”, the richness of a Nation is measured by its ability in innovating, in creating new processes and products, at an ever smaller price, with greater added value and sustainability.

As a member of the Mining and Energy Commission at the House of Representatives, I am concerned about debating the potentialities, identifying opportunities and barriers for the production of non-conventional renewable energy and energy efficiency in Brazil, with a focus on climate change. Faced with the risk of a new energy rationing, it is paramount to go forward in the elaboration of public policies that can ensure our safety and energy efficiency. I do believe that the works developed by Cenbio will be fundamental to place Brazil at a higher level.

**Arnaldo Jardim**

*Congressman (PPS) and member of the Mining and Energy Commission Brasilia, DF*

Congratulations! Certainly, the participation of Cenbio in the dissemination and implementation of biomass as a source of energy in Brazil, disseminating and implementing state-of-the-art technologies is extremely important. I am honored to have participated in the Cenbio work from its very beginning, as a Linked Nucleus for the Northeast. This partnership with the Escola Politécnica of Pernambuco, of the Universidade de Pernambuco (UPE), is of great importance to us.

**Sérgio Peres**

*Manager of the Mechanical Engineering Department  
Coordinator of the Laboratory of Fuels and Energy  
Universidade de Pernambuco (UPE)  
Coordinator of the Cenbio Linked Nucleus – Northeast Recife, PE*

# O QUE HÁ POR TRÁS DA POLÊMICA DO ETANOL

*Mudanças climáticas, aumento da demanda, desvalorização do dólar e especulação nos mercados agrícolas, entre outros fatores, têm participação bem maior na atual crise dos alimentos do que a produção do biocombustível*



O etanol brasileiro, produzido a partir da cana-de-açúcar, por um bom tempo só recebeu elogios: pouco poluente em época de preocupação global com o meio ambiente, opção viável à utilização de combustíveis de origem fóssil e produção longe da instabilidade política que afeta os países produtores de petróleo. Mas a crise mundial de alimentos veio mudar esse quadro. Ultimamente, os biocombustíveis, entre eles o nosso etanol, entraram na vala comum dos culpados não só pela escassez, mas também pela escalada no preço dos

alimentos (um aumento de 83% nos últimos três anos, segundo dados do Banco Mundial). Estariam “roubando” uma quantidade preciosa de terras aráveis e investimentos que poderiam ser destinados à produção de comida.

O Greenpeace, por exemplo, mostra-se preocupado e alerta para trocas, em São Paulo, de plantações de laranja por cana-de-açúcar, por se apresentarem mais lucrativas. Ao mesmo tempo, o Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), no estudo *A Sustentabilidade da Expansão da Cultura Canavieira*, de 2007, in-

**“Como 1% pode ter um impacto tão forte na produção e nos preços do que está sendo plantado nos outros 99%?”, pergunta Eduardo Leão de Souza, diretor-executivo da Unica**



**Marcelo Furtado, do Greenpeace: "Se fizermos a lição de casa direito, vamos mostrar que podemos ser parte da solução"**

dica que as lavouras de cana têm avançado sobre áreas de pastagem pela intensificação na criação do gado – a tendência à estabulação dos rebanhos diminuiu a necessidade de pasto.

Os que defendem a bioenergia argumentam que as áreas plantadas para produção de etanol são muito pequenas – cerca de 1% do total cultivado no planeta, segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica). Mas agora já há mesmo quem enxergue a influência das indústrias petrolíferas e de alimentos por trás da atual polêmica.

#### MAPEAMENTO AGRÍCOLA

Para Lucas Assunção, coordenador dos Programas de Mudança Climática e de Biocomércio da Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (Unctad), a questão não é assim tão simples. A falha, nas últimas décadas, em dar a merecida importância ao setor agrícola, a falta de investimentos no aumento da produtividade e na infra-estrutura e a ausência de políticas de apoio à agricultura nos países em desenvolvimento parecem desempenhar um papel bem mais importante na atual crise de alimentos do que os biocombustíveis. “Isso sem falar de fatores como os choques climáticos cada vez mais frequentes, o baixo estoque de grãos, o alto preço do petróleo, a restrição à exportação posta em prática por vários países e a especulação nos mercados agrícolas”, destaca.

Assunção diz que é preciso pôr o assunto em uma perspectiva mais próxima da realidade, e toma como exemplo o caso do trigo e do arroz. “Em 2007, apenas 1,4% da produção do trigo foi destinada aos biocombustíveis na União Européia. No mundo todo, só 0,8% – uma participação mais do que modesta. Assim, é improvável que a demanda, na União Européia, por biocombustíveis produzidos a partir do trigo tenha contribuído para a alta dos preços”, explica. “E o arroz, que não é usado para a produção de biocombustível, teve o preço aumentado em 165% entre abril de 2007 e abril de 2008. Com isso, fica

claro que outros fatores estão desempenhando papel importante na atual crise de alimentos.” Já o caso do etanol produzido a partir de milho nos Estados Unidos é diferente. “Lá, a previsão é que cerca de 38% da produção doméstica de milho, essa sim uma quantidade significativa, seja destinada ao etanol em 2009/2010.”

No Brasil, o governo está em pleno mapeamento da agricultura, de modo a ter alimentos plantados de forma distribuída. De acordo com Alexandre Betinardi Strapasson, diretor do Departamento de Cana-de-Açúcar e Agroenergia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, há dois projetos importantes em curso. O primeiro é o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, que trata do ordenamento territorial como um todo e depende da aprovação das Assembléias Legislativas de cada Estado. No caso da cana, o Ministério da Agricultura está coordenando o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (ZAECana), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente. “O ZAECana vai identificar as áreas prioritárias para a atividade canavieira e as que não são indicadas para o cultivo, considerando aspectos ambientais, de solo, clima e uso da terra”, explica. Com isso, serão estabelecidas políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável do setor sucroalcooleiro, como a reorientação de financiamentos públicos e infra-estrutura.

#### NÃO É O VILÃO

O economista polonês Ignacy Sachs, defensor do conceito de crescimento econômico aliado à preservação ambiental e ao bem-estar social, diz que a produção de biocombustíveis não terá impacto no acesso aos alimentos. Naturalizado francês, Sachs é professor da Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais da França. “É fato que, com o encarecimento dos alimentos, a situação dos





mais pobres vai ficar mais difícil. Mas é risível atribuir o problema da fome à insuficiência de oferta”, opina. “Sabemos que o problema não é esse e sim a falta de poder aquisitivo. Os biocombustíveis não são o vilão. Ao contrário, poderiam ser um instrumento essencial para tirar os países da insegurança alimentar e energética.”

Um dos principais pesquisadores brasileiros na área de biocombustíveis e presidente do Conselho Gerenciador do Cenbio, o professor José Roberto Moreira afirma que um insumo como esse, que pode abocanhar uma fatia expressiva do setor energético mundial e, portanto, ser produzido em quantidades enormes, precisa obedecer a algumas limitações. “Biocombustível é justificado se atender a algumas necessidades básicas: reduzir as emissões de gases de efeito estufa, ter preço competitivo com os combustíveis fósseis, promover o desenvolvimento econômico rural e não competir com os alimentos. Como há biocombustíveis que não atendem a esses requisitos, os governos devem construir e impor regras para seu desenvolvimento, tendo em mente não apenas o seu país, mas as consequências mundiais.”

#### ESPAÇO DE SOBRA

Eduardo Leão de Souza, diretor-executivo da Unica, afirma que a discussão que coloca os biocombustíveis como um dos principais vilões na crise de alimentos, além de extremamente tendenciosa, não se sustenta tecnicamente. “Se observarmos os dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) sobre toda a produção hoje de alimentos – grãos, oleaginosas, raízes, frutas, sem considerar as pastagens –, a área plantada é de 1,4 bilhão de hectares. Se olharmos o que está sendo utilizado para produzir etanol no mundo, chegamos a algo um pouco superior a 15 milhões de hectares, incluindo a cana-de-açúcar no Brasil, o milho nos Estados Unidos – onde pouco mais de 20% da área está sendo utilizada para o etanol –, a beterraba e o trigo na Europa e a cana-de-açúcar na Índia”, explica. “Significa dizer que 1% da área total cultivada hoje no mundo é para a produção de etanol. Como esse 1% pode ter um impacto tão forte na produção e nos preços do que está sendo plantado nos outros 99%?”

E a área para a produção de alimentos ainda tem muito espaço para crescer, lembra o diretor da Unica: segundo as estimativas da FAO, exis-

tem 5 bilhões de hectares que podem ser destinados ao cultivo sem que, para isso, seja necessário ocupar qualquer área ambientalmente sensível – ou seja, sem derrubar uma única árvore.

No caso do Brasil, a competição biocombustíveis *versus* alimentos perde ainda mais o sentido, continua Souza, citando que no País apenas cerca de 1% dos 355 milhões de hectares de terras é utilizado para o plantio da cana-de-açúcar destinada ao etanol. “E com esse 1% produzimos um combustível que hoje já vende mais do que a gasolina”, diz. Além disso, destaca, a produção de grãos no Brasil mais que dobrou nos últimos dez anos. “Produzíamos menos de 70 milhões de hectares. Este ano, estamos colhendo uma safra de 143 milhões de hectares, decorrente principalmente de um ganho de produtividade entre 2% e 3% ao ano – e não da expansão de terra cultivada.”

Moreira acrescenta que estudos da FAO mostram que há mais de 60 milhões de hectares de terras altamente apropriadas e muito apropriadas, no Brasil, para o plantio de cana. “Esse número só inclui áreas que não requerem irrigação artificial e exclui florestas fechadas e áreas protegidas.”

#### AINDA FALTA REGULAMENTAÇÃO

No Brasil, o Greenpeace não tem evidência de caso concreto de deslocamento de um cultivar alimentar para a cana-de-açúcar, destinada à produção do etanol, mas ainda assim o assunto é motivo de debate. “O fato de não haver evidência não tira a nossa preocupação, que só estaria minimizada se víssemos que existem regulamentação nacional, critérios e políticas públicas estabelecidas para dar segurança ao cidadão brasileiro”, diz o engenheiro químico Marcelo Furtado, diretor-executivo do Greenpeace no Brasil. “O que estamos vendo, especialmente no Estado de São Paulo, é migração de áreas, por exemplo, de cultivo de laranja, para exportação de suco de laranja, que já viraram áreas de cana. Se isso aconteceu com o suco, uma *commodity* internacional importante para o País, a possibilidade de ocorrer também com o feijão e o arroz é grande. Daí a preocupação.” Sobre isso, a publicação do Cenbio – *A Sustentabilidade da Expansão da Cultura Canavieira* – mostra justamente o contrário. De acordo com o trabalho, o número de pés de laranja plantados aumentou.

Para o Greenpeace, os biocombustíveis são



No Brasil, governo está mapeando a agricultura, de modo a ter alimentos plantados de forma distribuída



**José Goldemberg:**  
plântio de  
cana-de-açúcar  
ocorre, em grande  
parte, em pastagens  
degradadas,  
impróprias para  
outras culturas

parte da solução do desafio de encontrar matriz energética brasileira que seja renovável e não aumente a emissão dos gases do efeito estufa, mas Furtado adverte: “O etanol é uma das estratégias, mas não a única. E para que o setor seja respeitado, até mesmo internacionalmente, é preciso negociar com toda a sociedade brasileira em seu sentido mais amplo, com o próprio setor sucroalcooleiro, com o governo, e, nessas negociações, estabelecer critérios.”

Em seu estudo, o Cenbio também denota preocupação com a possibilidade de a expansão não-sustentável das lavouras de cana-de-açúcar acabar por “empurrar” culturas como soja e milho – e até a pecuária – para a área de cerrado e mesmo a Floresta Amazônica. Daí a necessidade de controles adequados. Furtado dá sugestões para se estabelecer controles. “O primeiro critério é não desmatar florestas. O segundo, mecanizar o corte da cana para eliminar o trabalho degradante.” Aqui, diz, entraria o governo com uma política pública para resolver o problema dos milhares de cortadores de cana que ficarão sem emprego. “Provavelmente, parte deles poderá ser absorvida para dirigir as máquinas, fazer manutenção. Mas muitos não poderão ficar no setor, porque lhes falta preparo técnico.”

O Greenpeace entende como desafios da sociedade brasileira fazer as mudanças necessárias nessa indústria para que o Brasil possa usufruir dos benefícios ambientais e energéticos dos biocombustíveis. “Existem sinais de que o setor sucroalcooleiro já entendeu a necessidade de novas regras e esses sinais vêm, principalmente, das novas gerações de famílias tradicionais, as quais, no passado, operavam usinas de açúcar e hoje operam usinas de álcool. Essa nova geração teve o benefício de uma educação mais cosmopolita e compreendeu que direitos humanos e ambientais fazem parte do direito do cidadão brasileiro”, diz Furtado, que lembra: há também empreendimentos que recebem recursos de investidores estrangeiros, que não toleram desrespeito ao meio ambiente ou às questões sociais.

Segundo Furtado, a questão dos biocom-

busíveis e do etanol coloca o Brasil numa encruzilhada. “Se fizermos a lição de casa direito, vamos mostrar que podemos ser parte da solução; se não protegemos as florestas, não reivindicarmos condições de trabalho decente, não fizermos políticas públicas, estaremos repetindo erros do passado, e a opinião pública nacional e internacional fará seu juízo. Não temos mais de correr esse risco.”

O Estado de São Paulo já tem legislação (*Lei 11.241/02*) que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá “providências correlatas” a respeito. Pela legislação, a mecanização total deve acontecer até 2021. Porém, há protocolo de intenções assinado para se adiantar esse prazo para 2014.

### PRESSÃO EXTERNA

O crescimento da demanda por alimentos em países como a China e a Índia, que abrigam 1/3 dos habitantes do planeta, também pressiona os custos, diz Souza, da Unica. “Quando a população de países assim experimenta melhora no poder aquisitivo, passa a consumir carne, além de grãos e tubérculos que já consumia. Para produzir 1 kg de carne, são necessários 5 ou 6 kg de cereais e só essa mudança de hábito alimentar já provoca impacto de demanda muito forte na área de alimentos”, explica. A desvalorização do dólar contribuiu para piorar a situação. “Como as *commodities* agrícolas são cotadas em dólar, quando a moeda perde valor, é lógico se esperar um ajuste nos preços para compensar as perdas.”

Segundo Souza, o debate está sendo muito desvirtuado. “Colocar a responsabilidade pelo aumento de preço dos alimentos no biocombustível é, no mínimo, desinformação. Mas achamos que há muito mais por trás disso. Há uma guerra comercial pesada, que também envolve o setor do petróleo e o de alguns alimentos”, comenta. “A produção de etanol a partir do milho, por exemplo, causa impacto no preço, principalmente nos Estados Unidos, os principais produtores de milho. A indústria de alimentos fica assustada e faz um *lobby* importante contra os biocombustíveis.”

Ao mesmo tempo, leis que foram aprovadas com o intuito de proteger o meio ambiente podem agravar ainda mais a atual crise. Os países da União Européia, por exemplo, têm prazo até 2020 para adicionar 10% de biocombustíveis aos combustíveis fósseis, exigência que, segundo Assunção, da Unctad, vai muito além da capacidade produtiva do setor agrícola. Em visita ao Brasil, em maio, Angela Merkel, chanceler da Alemanha, declarou que seu país não cumprirá a meta estabelecida e deixou clara a preocupação com a concorrência entre a produção de alimentos e a de biocombustíveis.

O físico e professor José Goldemberg, do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo e presidente do Conselho Consultivo do Cenbio, um dos grandes defensores das causas ambientais e da utilização da tecnologia brasileira do etanol como forma de combater o aquecimento global, lembra um dado importante: o plantio de cana-de-açúcar ocorre, em grande parte, em pastagens degradadas, impróprias para outras culturas, e não provoca escassez. “Prova disso é que o preço do açúcar, que é alimento, não aumentou durante a recente onda de altas.” O argumento é reforçado por Souza, da Unica: “O açúcar foi o único alimento que caiu de preço no ano passado e isso ocorreu pelo aumento de produção do etanol. A maior parte das usinas no Brasil tem de produzir os dois: açúcar e etanol. Se a produção de etanol sobe, a de açúcar acompanha.”

Outro aspecto interessante é o ciclo de cultura da cana. Normalmente, a cana-de-açúcar produz durante cinco a seis anos sem precisar replantar. Depois, é necessário fazer uma rotação de cultura, normalmente com soja ou amendoim. “De modo geral, o que se faz é dividir a propriedade em cinco talhões. Enquanto quatro talhões são usados para o cultivo de cana, no outro se faz a rotação da cultura”, explica Souza. “Então, há regiões produtoras de cana que também são fortíssimas produtoras de amendoim, por exemplo.”

A idéia de que o cultivo da cana-de-açúcar acaba com o solo também não tem fundamento, segundo o professor Moreira. “As primeiras plantações de cana no Brasil ocorreram na época dos Governadores Gerais, no século 16. Estamos colhendo cana da mesma área plantada até hoje. A cana não esgota o solo”, rebate. “A cultura de cana, como de muitas outras, consome nutrientes do solo que devem ser repostos para manter a qualidade da terra. Alguns

desses nutrientes são repostos pela adição de fertilizantes e outros pela plantação de culturas que fixam nitrogênio no solo. Com os cuidados rotineiros, temos obtido aumento de produtividade, usando o mesmo solo, nos últimos trinta anos.”

### CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

Polêmicas à parte, a utilização de biocombustíveis, entre eles o etanol nacional, como forma de combater o aquecimento global, deve crescer em todo o mundo. “A consciência ambiental contribui para o sucesso do etanol como combustível renovável, verde, valioso na redução dos gases do efeito estufa”, declara Francisco Graziano Neto, secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. “O risco de retrocesso é nulo. Esse é um caminho que não tem volta.”

Graziano não vê, porém, os biocombustíveis como substitutos do petróleo. “Eles são uma opção ambientalmente correta, mas nunca uma substituição. Petróleo e seus derivados podem e devem ser utilizados de forma econômica, racional, eliminando-se o consumo perdulário.”

O secretário também não acredita que o Brasil possa vir a se tornar uma espécie de “Opep” do etanol. “Acho um equívoco total. Nós, do Brasil, podemos ser grandes vendedores de tecnologia de produção. Queremos que mais países venham para o mundo dos biocombustíveis.”●



### INVESTIMENTOS

Já existem 387 usinas cadastradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento habilitadas para funcionar no Brasil e, segundo Strapasson, a previsão para os próximos anos é de cerca de trinta novas unidades industriais a cada nova safra, “o que representa um investimento anual direto de aproximadamente R\$ 7,5 bilhões, considerando somente o valor dos empreendimentos”. Strapasson salienta que apenas 17% do capital da agroindústria canavieira vem do exterior, embora os investimentos externos estejam aumentando.

“O País vive bom momento nesse setor. Apesar dos atuais preços baixos do açúcar e do álcool, as perspectivas de mercado são bastante promissoras”, afirma Strapasson. “Temos um consumo crescente de álcool no mercado interno em razão do aumento da participação dos veículos *flex fuel* na frota brasileira. O mercado externo também começa a se expandir e o potencial é imenso.”

O próximo passo em matéria de biocombustíveis é o etanol de celulose, que poderá ser produzido a partir de qualquer resíduo vegetal. Por enquanto, pesquisadores e cientistas seguem em busca de enzimas capazes de quebrar as moléculas de celulose, para que possam ser aproveitadas no processo de fermentação para a produção de etanol.

# WHAT LIES BEHIND THE ETHANOL POLEMICS

*Climate changes, increase in demand, dollar devaluation and speculation in the agricultural markets, among other factors, have a greater role in the present food crisis than biofuel production*

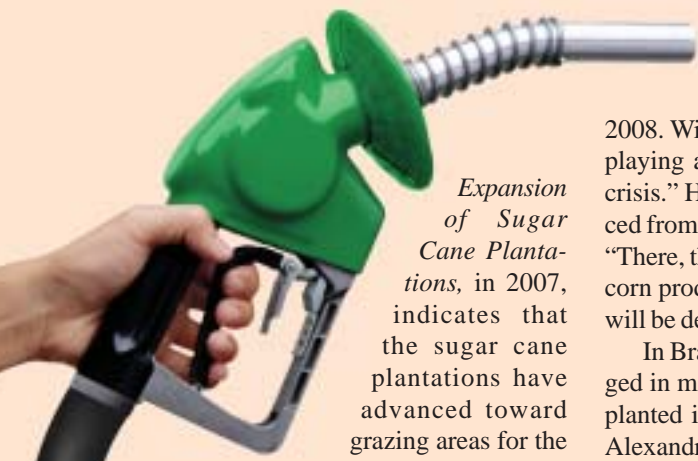


**"How can 1% have such a strong impact on the production and on the prices of what is being grown in the other 99%?" asks Eduardo Leão de Souza, Unica CEO**

**T**he Brazilian ethanol, produced from sugar cane, only got praises for a while: little pollutant at a time of global concern with the environment, a viable alternative to the use of fossil fuels and a production far from the political instability affecting the oil-producing countries. However, the world food crisis came to change this scenario. As of lately, biofuels, among them the Brazilian ethanol, were equally deemed guilty not only of causing shortage, but also for the soaring food prices (an

increase by 83% in the last three years, according to the World Bank data). They would be "stealing" a share of precious tillable land and investments that could be destined to food production.

Greenpeace, for example, has shown concern and is alert to the replacement of orange plantations for sugar cane in the State of São Paulo, for being more profitable. At the same time, the Brazilian Reference Center on Biomass (Cenbio), in the study *The Sustainability of the*



*Expansion of Sugar Cane Plantations, in 2007, indicates that the sugar cane plantations have advanced toward grazing areas for the intensification in*

livestock breeding – the trend towards stabling the animals decreased the need for grazing areas.

Those who advocate bioenergy argue that the areas taken for ethanol production are very small – about 1% of the total tilled areas in the planet, according to Unica (Sugar Cane Industry Association). Yet, there are also those who notice the influence of the oil and food industries behind the present polemics.

#### AGRICULTURAL MAPPING

For Lucas Assunção, coordinator of the Climate Change and BioTrade Programs of the United Nations Conference for Trade and Development (Unctad), the issue is not all that simple. The flaw, in the past decades, in not giving the due importance to the agricultural sector, the lack of investments for increasing productivity and infra structure, besides the absence of policies to support agriculture in the developing countries seem to play a much more relevant role in the present food crisis than do biofuels. “Not to mention the factors such as the climate shocks, increasingly more frequent, the low stock of grains, the high price of oil, the restriction to exports put into practice by several countries and the speculation in the agricultural markets”, he remarks.

Assunção says that the issue has to be put into a perspective closer to reality, and takes as an example the case of wheat and that of rice. “In 2007, only 1.4% of the wheat production was destined to biofuels in the European Union; only 0.8% in the whole world – a more than modest share. It is thus unlikely that the demand, in the European Union, for biofuels produced from wheat has contributed to an increase in prices”, he explains. “Besides, rice, which is not

used for producing biofuels, had its price increased by 165% between April, 2007 and April, 2008. With this, it is clear that other factors are playing an important role in the present food crisis.” However the case of the ethanol produced from corn, in the United States, is different. “There, the forecast is that 38% of the domestic corn production, this really a significant share, will be destined to ethanol in 2009/2010.”

In Brazil, the government is seriously engaged in mapping agriculture, so as to have food planted in a distributed fashion. According to Alexandre Betinardi Strapasson, director of the Department of Sugar Cane and Agroenergy of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, there are two important projects in course. The first is the ZEE (Ecological-Economic Zoning), coordinated by the Ministry of the Environment, which deals with ordaining the territory as a whole and depends on the approval of each State Legislative Assembly. In the case of sugar cane, the Ministry of Agriculture is coordinating the ZAECana (Sugar Cane Agroecological Zoning), in a partnership with the Ministry of the Environment. “ZAECana will identify the priority areas for sugar cane plantation and those not indicated for its growth, considering environmental, soil, climate and land use aspects”, he explains. After this, public policies will be established for the sustainable development of the sugar-ethanol sector, such as the re-orientation of public financing and infrastructure.

#### IT IS NOT TO BLAME

The Polish economist Ignacy Sachs, advocate of the concept of economic growth coupled to environmental preservation and to social well-being, claims that the biofuel production will not have an impact on the access to food. A naturalized French citizen, Sachs is a professor at the École des Hautes Études en Sciences Sociales in France. “It is a fact that, with the higher prices of food, the situation of the poor will get more difficult. Yet it is laughable to attribute the hunger

**Marcelo Furtado, from Greenpeace:**  
**“If we do our homework right, we are going to show that we are part of the solution”**





In Brazil, the government is mapping agriculture, so as to have food grown in a distributed way

problem to a lack of supply,” he argues. “We know that it is not the problem, but the lack of purchase power is. Biofuels are not to blame. On the contrary, they could be an essential instrument for saving countries from food and energy insecurity.”

One of the main Brazilian researchers in the biofuels area and president of the Cenbio Management Council, Professor José Roberto Moreira thinks that an input as this, which may snap a significant share of the world energy sector and, therefore, be produced in huge amounts, has to abide by some restrictions. “Biofuel is justified in case it meets some basic needs: reducing the greenhouse gases emissions, having a competitive price before fossil fuels, promoting rural economic development and not competing with food. As there are biofuels that do not meet these requirements, governments have to establish and enforce rules for its development, having in mind not only their own countries, but world consequences.”

#### MORE THAN ENOUGH ROOM

Eduardo Leão de Souza, Unica CEO, claims that the discussion pointing to biofuels as one of the main villains in the food crisis, besides extremely biased, is not technically supported. “If we observe the data of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) one the whole of the present food production – grains, oleaginous plants, roots, fruits, without considering grazing plants –, the planted area is 1.4 billion hectares. If we look at what is being used to produce ethanol in the world, we get to something a little over 15 million hectares, including the sugar cane in Brazil, corn in the United States – where little more than 20% of the area is being used for ethanol –, beetroot and wheat in Europe and sugar cane in India”, he explains. “This means to say that 1% of the total tilled area in the world today is for ethanol production. With this 1%, could it have such a strong impact on production and on the prices of what is being grown in the other 99%?”

And the area for food production has still plenty of room to grow, points out Unica CEO: according to the FAO estimations, there are 5 billion hectares that may be destined to tillage without making it necessary to occupy any environmentally sensitive area – that is, without putting a single tree down.

In the case of Brazil, the competition between biofuels and food has even less meaning,

continues Souza, mentioning that in Brazil only about 1% of the 355 million hectares of tillable lands is used for planting the sugar cane destined to ethanol. “With this 1% we produce a fuel that now sells more than gasoline”, he says. Moreover, he points out, the grain production in Brazil more than doubled in the last ten years. “We used to produce less than 70 million hectares. This year, we are harvesting a 143-million-hectare crop, deriving mainly from a gain in productivity between 2% and 3% a year – and not from expanding the tilled land.”

Moreira adds that the FAO shows that there are more than 60 million hectares of highly adequate and very adequate lands in Brazil for planting sugar cane. “This number only includes areas that do not require artificial irrigation and excludes closed forests besides protected areas.”

#### REGULATION STILL LACKS

In Brazil, Greenpeace does not have evidence of a concrete case of displacing a certain food plantation because of sugar cane, destined to producing ethanol; even so, the issue is a reason for debate. “The fact of there being no evidence does not eliminate our concern, which would only be minimized if we verified there were national regulations, criteria and established public policies to provide safety to the Brazilian citizen”, says chemical engineer Marcelo Furtado, Greenpeace CEO in Brazil. “What we can notice, specially in the State of São Paulo, is the migration of areas, for example, from orange groves, for orange juice export, to sugar cane plantations. If this happened to the juice, an important international commodity for the country, the possibility of this also occurring to rice and beans is great. Hence the concern.” On this, the Cenbio publication of *The Sustainability of the Expansion of Sugar Cane Plantations* shows exactly the opposite. According to the work, the number of orange trees planted has increased.

For Greenpeace, biofuels are part of the solution to the challenge of finding a Brazilian energy matrix that is renewable and does not increase the emission of greenhouse gases, but Furtado warns: “Ethanol is one of the strategies, but not the only one. And so that the sector is respected, even internationally, it is necessary to negotiate with the whole Brazilian society in its widest sense, with the very sugar-ethanol sector, with the government, and to establish

criteria in these negotiations.”

In its study, Cenbio also denotes its concern with the possibility of a non-sustainable expansion of the sugar cane plantations ending up in “pushing away” plantations such as soybean and corn – and even livestock breeding – to *cerrado* areas or even to the Amazon Forest. Hence the need of adequate control. Furtado echoes Cenbio and provides suggestions for establishing controls. “The first criterion is not to deforest. The second is to mechanize sugar cane cutting to eliminate degrading work.” Here, he says, the government would come in with a public policy to solve the problem of thousands of sugar cane cutters who will be unemployed. “Part of them is likely to be absorbed to drive the machines, to work on maintenance. Many, though, will not be able to remain in the sector, as they lack technical background.”

Greenpeace understands as challenges to the Brazilian society to make the necessary changes in this industry so that Brazil can enjoy the environmental and energy benefits from biofuels. “There are signs that the sugar-ethanol sector has already understood the need for new rules and these signs come mainly from the new generations of traditional families, who used to operate sugar plants and nowadays operate ethanol plants. This new generation had the benefit of a more cosmopolitan education and understood that human and environmental rights are part of the Brazilian citizen rights”, says Furtado, who stresses: there are also enterprises getting resources from foreign investors, who do not tolerate the environment or the social issues to be disrespected.

According to Furtado, the biofuels and the ethanol put Brazil in a difficult situation. “If we do our homework right, we are going to show that we are part of the solution; if we fail to protect our forests, fail to claim decent work conditions, fail to make public policies, we will repeat past mistakes, and both the domestic and the foreign opinion will make their judgment. We no longer have to run this risk.”

The State of São Paulo already has a legislation (*Law 11.241/02*) which provides on the

gradual elimination of the sugar cane straw burning and provides “correlate measures” concerning the fact. As provided by the legislation, the total mechanization should occur by 2021. However, there is a protocol of intentions signed to advance this deadline to 2014.

#### FOREIGN PRESSURE

The growth in demand for food in countries such as China and India, which count on 1/3 of the Earth inhabitants, also presses costs, says Souza, from Unica. “When the population of such countries experiences an improvement in purchase power, they start to consume meat, besides the grains and tubers they already consumed. So as to produce 1 kg of meat, 5 or 6 kg of grains are necessary and a change in feeding habits alone already causes a very strong demand impact on the food area”, he explains. The dollar devaluation contributed to worsen the situation. “Since the agricultural commodities are quoted in dollars, when the currency loses its value, it is logical to expect an adjustment in prices in order to compensate for the losses.”

As says Souza, the debate has been much distorted. “To put the responsibility for the increase in food prices on biofuel is, at least, lack of information. However, we think there is much more behind this. There is a heavy trade war, which also involves the oil sector and that of some foods”, he comments. “The production of ethanol from corn, for example, impacts its price, mainly in the United States, the greatest corn producers. The food industry gets concerned and makes an important *lobby* against the biofuels.”

At the same time, laws that were passed aiming to protect the environment may even more aggravate the present crisis. The European Union countries, for example, have up to 2020 to add 10% of biofuels to fossil fuels, a requirement that, according to Assunção, from Unctad, goes much beyond the productive capacity of the agricultural sector. In a visit to Brazil, in May, Angela Merkel, Germany Prime Minister, declared that her country will not be able to



**José Goldemberg:**  
sugar cane is  
largely planted in  
degraded grazing  
areas, inadequate  
for other cultures





meet the goal established and made her concern clear as to the competition between food and biofuels production.

Physicist and Professor José Goldemberg, from the Institute of Electrotechnics and Energy at the Universidade de São Paulo and President of the Cenbio Consulting Council, one of the great advocates of the environmental causes and of the use of the Brazilian ethanol technology as a way of fighting global warming, points out an important datum: sugar cane is largely planted in degraded grazing areas, inadequate for other cultures, and does not cause shortage. “A proof of that is that the price of sugar, which is a food supply, has not increased during the recent increase trend.” The argument is supported by Souza, from Unica: “Sugar was the only food with a decrease in price last year and this occurred with an increase in ethanol production. Most plants in Brazil have to produce both sugar and ethanol. If the ethanol production rises, sugar production follows.”

Another interesting aspect is the sugar cane growth cycle. Sugar cane usually yields for five to six years with no need for replanting. After that, it is necessary to have a crop rotation, usually with soybean or peanut. “In general, the rural estate is divided into five planting

fields. While four fields are used for growing sugar cane, one is used for crop rotation”, explains Souza. “Thus, there are sugar cane producing regions which are also strong peanut producers, for example.”

The idea that sugar cane growth harms the soil is also unfounded, according to Professor Moreira. “The first sugar cane plantations in Brazil occurred at the time of the General Governors, in the XVI century. We have been harvesting sugar cane in the same tilled area until now. Sugar cane does not exhaust the soil”, he counters. “Sugar cane growth, just as many others, consumes nutrients from the soil, which must be replaced to maintain the land quality. Some of these nutrients are replaced by the addition of fertilizers and others by growing plants that fix nitrogen in the soil. With routine care, we have attained an increase in productivity, using the same area, in the past thirty years.”

#### ENVIRONMENTAL AWARENESS

Leaving polemics aside, the use of biofuels, among them the Brazilian ethanol, as a way of fighting global warming, should grow all over the world. “Environmental awareness contributes to the success of ethanol as a renewable, green and valuable fuel in the reduction of greenhouse gases emissions”, declares Francisco Graziano Neto, the State of São Paulo Secretary for the Environment. “The risk of retrocession is null. This is a no-return way.”

Nevertheless, Graziano does not see biofuels as replacements for oil. “They are an environmentally correct alternative, but never a replacement. Oil and their byproducts can and must be used in an economic, rational way, eliminating wasteful consumption.”

Neither does the Secretary believe that Brazil may come to be some kind of ethanol “Opec”. “This is a great mistake. In Brazil, we can be great production technology sellers. We want more countries to come to the biofuels world.” ●



#### INVESTMENTS

387 plants are already registered in the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, with permits to operate in Brazil and, as stated by Strapasson, the forecast for the next years is of about thirty new industrial units at every new harvest, “which represents a direct yearly investment of about R\$ 7.5 billion, only considering the value of the enterprises”. Strapasson stresses that only 17% of the sugar cane agro-industrial capital comes from abroad, although foreign investments have been increasing.

“Brazil is experiencing a good moment in this sector. Despite the present low prices for sugar and ethanol, the market perspectives are very promising”, says Strapasson. “We have a growing ethanol consumption in the domestic market due to the increase in the *flex fuel* vehicles participation in the Brazilian fleet. The foreign market is also starting to expand and the potential is huge.”

The next step in terms of biofuels is pulp ethanol, which may be produced as from any vegetal waste. For the moment, researchers and scientists are still searching for enzymes capable of breaking the pulp molecules, so that they can be used in the fermentation process for ethanol production.



# REDUZIR OS GASES POLUENTES... EIS O CAMINHO

*No Brasil, desmatamento é responsável por 70% das emissões*

**L**uiz Pinguelli, diretor do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coope), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e professor de Planejamento Energético é, hoje, um dos principais estudiosos brasileiros sobre mudança climática. Em entrevista exclusiva à *Revista Brasileira de Bioenergia*, Pinguelli pontua algumas possíveis causas e consequências das alterações do clima na terra. Enfático, ressalta ainda a responsabilidade dos países desenvolvidos no esforço mundial de redução dos gases que provocam o efeito estufa e a necessidade de se alterar os padrões de consumo em âmbito mundial.

**RBB** – *Há unanimidade de pensamento entre cientistas e estudiosos sobre o fenômeno do aquecimento global e suas causas?*

**Luiz Pinguelli** – Na Ciência, é natural que haja discordâncias, mas grande parte dos cientistas concorda que há um problema de mudança climática. Quanto aos motivos, a discordância é pequena, já que a mudança do clima no mundo não tem uma única causa. Existem alguns fenômenos externos ao próprio sistema solar, como o comportamento das manchas solares, que afetam o clima. A utilização da energia em larga escala, com a emissão de gases que provocam o efeito estufa, também afeta. O que se acredita é que esse efeito adicional, não natural, pode ocasionar resultados muito ruins num intervalo de cinquenta a cem anos.

**RBB** – *O aquecimento global é atribuído, em grande parte, à ação humana. Até que ponto isso é verdade?*

**Pinguelli** – É verdade do ponto de vista dos modelos utilizados até agora. Existe uma estatística que relaciona o aumento da concentração do dióxido de carbono, proveniente da combustão do carvão, do petróleo e do gás natural, com a elevação da temperatura. Um grande físi-

co do século 19, chamado [*Jean Baptiste*] Fourier, defendia a teoria de que, quando se elevam esses componentes da atmosfera – especialmente o dióxido de carbono –, a temperatura da Terra também aumenta. Esse é um assunto antigo, sempre se soube que poderia acontecer. A novidade é que esses modelos de outros séculos demonstram que o aquecimento está, de fato, acontecendo.

**RBB** – *Hoje, quais são os instrumentos de que os cientistas dispõem para avaliar a mudança do clima na terra?*

**Pinguelli** – Temos os estudos matemáticos e os dados experimentais, como o comportamento das geleiras. Toda Ciência possui uma margem de erro, ela não é infalível, mas, até certo limite, os dados são confiáveis.

**RBB** – *Existe certo alarmismo por parte dos cientistas?*

**Pinguelli** – Por parte dos cientistas não, mas sim, por parte da mídia. Às vezes, são divulgadas notícias exageradas como se o mundo estivesse acabando, e isso não é muito útil no combate ao problema.

**RBB** – *Qual é o peso do desmatamento florestal para o efeito estufa?*

**Pinguelli** – De acordo com o relatório divulgado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o desmatamento contribuiu menos para o aumento do efeito estufa que a indústria e o transporte.

Para se ter idéia, entre 1970 e 2004, registrou-se um aumento na ordem de 60% das emissões de gases ocasionadas pelos meios de transporte e de 90% pela indústria, enquanto o desmatamento foi a causa da elevação em 40% nas emissões. No Brasil, ocorre o contrário. Segundo o último inventário brasileiro, 70% das emissões de gases são provocadas pelo desmatamento.



“  
A produção  
de  
biocombustível  
pode  
amenizar  
as mudanças  
do clima  
e deve  
ser  
incentivada  
”

“  
 Quem  
 mais deve  
 reduzir  
 são os  
 americanos,  
 europeus  
 e japoneses,  
 que  
 consomem  
 muita energia  
*per capita*”



**RBB** – *Para que ocorra a diminuição do efeito estufa, o único caminho é a redução de gases?*

**Pinguelli** – Sim, o caminho é reduzir mesmo a emissão de gases em todos os países, especialmente nos desenvolvidos, que emitem em grande quantidade. O Brasil deve reduzir o desmatamento, seu maior problema.

**RBB** – *Fala-se que a mudança climática pode levar a humanidade a um estado de barbárie, com os ricos confinados e os pobres vivendo em lugares destruídos. Isso pode acontecer?*

**Pinguelli** – Sim, assim como os pobres podem ficar zangados e matar todos os ricos. Há um limite que pode gerar um descontrole social, o mundo já é muito instável. É possível que haja uma grande guerra, com muita destruição, de pobres e de ricos. Os pobres não vão ficar passivos.

**RBB** – *O Brasil ocupa, hoje, a 4ª posição na lista de maiores emissores. Qual é nossa real parcela de culpa?*

**Pinguelli** – Essa contabilidade é polêmica, pois é difícil somar gases diferentes. A técnica para somar gases diferentes usa um fator de corre-

ção que é muito questionado porque favorece os países mais ricos e confere maior peso a certos gases, como o metano, proveniente das plantações de arroz da Ásia, dos ruminantes, das hidrelétricas.

Não concordo que o Brasil ocupe o 4º lugar, mas não importa em que posição estejamos. O importante é que o Brasil deve reduzir, assim como os outros países, suas emissões de gases. Devemos reduzir o possível, pois somos um país pobre, com uma grande diferença social. A classe média não abre mão do seu conforto e, para que isso se estenda a toda população, nós temos de consumir mais energia. Quem mais deve reduzir são os americanos, europeus e japoneses, que consomem muita energia *per capita*.

**RBB** – *Quais serão as consequências da mudança do clima para o Brasil?*

**Pinguelli** – As mudanças climáticas podem alterar o regime das chuvas e das colheitas e a vazão dos rios, entre outras coisas. A população pobre sofreria mais e haveria uma incidência maior de algumas doenças em determinados locais.

**RBB** – *Para a agricultura, quais serão as conseqüências? As alterações climáticas podem inviabilizar a produção de biocombustível?*

**Pinguelli** – A cultura do café será prejudicada, caso não existam variedades genéticas. A da cana-de-açúcar será menos prejudicada porque é mais resistente às altas temperaturas. A soja também será modificada. Algumas culturas terão de mudar de lugar. A produção de biocombustível, ao contrário, pode amenizar as mudanças do clima e deve ser incentivada, pois substitui o combustível fóssil, como a gasolina e o diesel. O Brasil adotará a produção de biocombustível. A grande dúvida é se outros países também irão adotar. Nos Estados Unidos, utiliza-se álcool de milho, que não gera bons resultados. Se eles importassem álcool de cana, seria bem melhor.

**RBB** – *O que há de oficial com relação à política nacional referente às mudanças do clima?*

**Pinguelli** – Existem Projetos de lei que já foram enviados ao Congresso Nacional e também foi formada uma comissão interministerial encarregada de elaborar um plano de ação do governo. Um dos pontos desse plano propõe o estabelecimento de uma política forte de combate ao desmatamento, que incluiria metas de redução. A idéia é que fique ultimado até setembro de 2008.

**RBB** – *O Protocolo de Quioto vence em 2012. Ele está sendo cumprido?*

**Pinguelli** – Na maioria dos casos, estamos longe das metas. Dos grandes países, os que estão mais próximos de suas metas são Alemanha e Inglaterra.

A Inglaterra já havia substituído o carvão por gás natural, em descobertas do Mar do Norte. Lá já existia um programa de substituição importante, que resultou numa significativa diminuição de emissão de gases. A Alemanha conseguiu reduzir suas emissões após a junção das duas Alemanhas – Ocidental e Oriental. Os Estados Unidos ficaram de fora do protocolo e aumentaram muito suas emissões. Outros países também não estão próximos das metas estabelecidas.

**RBB** – *Qual é o papel da Convenção do Clima?*

**Pinguelli** – A Convenção do Clima data de 1992. Ela foi delineada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desen-

volvimento (Rio 92). Da convenção participam mais de 150 países. Os Estados Unidos não participaram, o que é uma exceção gravíssima, além de outros poucos países, como a Austrália. É uma das convenções da Organização das Nações Unidas de maior abrangência no mundo.

A última reunião da convenção foi realizada em dezembro do ano passado, em Bali (Indonésia). No entanto, sempre ocorrem reuniões tópicas, que acompanham a execução das propostas. Recentemente, não houve uma decisão muito impactante. ●

“ “  
Se os Estados Unidos importassem álcool de cana, seria bem melhor  
” ”



# REDUCING THE POLLUTING GASES... THIS IS THE BEST WAY

*In Brazil, deforestation is responsible for 70% of emissions*



“  
The production of biofuel may soothe the climate changes and should be encouraged  
”

**L**uiz Pinguelli, director of the Alberto Luiz Coimbra Institute, of Graduate Programs and Research in Engineering (Coppe), at the Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), and Strategic Planning professor is currently one of the main Brazilian climate change scholars. In an exclusive interview to the *Revista Brasileira de Bioenergia*, Pinguelli lists some possible causes and consequences of climate change on Earth. Emphatic, he also stresses the responsibility of the developed countries in the world effort for reducing the gases causing the greenhouse effect and the need of altering the consumption standards at a world level.

**RBB** – *Is there a thought unanimity among scientists and scholars on the global warming phenomenon and its causes?*

**Luiz Pinguelli** – In Science, it is natural for disagreements to exist, yet most scientists agree that there is actually a climate change problem. Concerning the reasons, the disagreement is small, since the climate change in the world does not count on a single cause. There are some phenomena external to the very solar system, such as the behavior of the solar spots, which affect the climate. The use of large scale energy, with the emission of gases that trigger the greenhouse effect, also affects it. It is believed that this non-natural additional effect may cause very harmful effects in a fifty to a hundred-year span.

**RBB** – *Global warming is greatly attributed to human action. To what extent is that true?*

**Pinguelli** – This is true from the point of view of the models so far utilized. There is some statistics relating the increase in carbon dioxide

concentration, deriving from coal, oil and natural gas combustion, with the increase in temperature. A great 19<sup>th</sup> century physicist, named [*Jean Baptiste*] Fourier, advocated the theory that when the concentration of these components increases in the atmosphere – specially carbon dioxide – the temperature on Earth also rises. This is an old issue; it has always been known that this could happen. The novelty is that these models from former centuries demonstrate that global warming is actually occurring.

**RBB** – *What are the instruments scientists nowadays count on to assess climate change on Earth?*

**Pinguelli** – There are mathematical studies and experimental data, such as the glaciers behavior. Every Science has an error margin, it is not infallible; however, to a certain extent, the data are reliable.

**RBB** – *Is there a certain alarmism on the part of the scientists?*

**Pinguelli** – Not on the part of the scientists, but that on the media. Sometimes exaggerated news are disseminated, as if the world were coming to an end, and this is not very useful in combating the problem.

**RBB** – *What weight does deforestation play in the greenhouse effect?*

**Pinguelli** – According to the report released by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), deforestation contributed less to increasing the greenhouse effect than industry and transportation did. Just to have an idea, between 1970 and 2004, there was a 60% recorded increase in the emissions of ga-

ses caused by the means of transport and a 90% increase by the industry, whereas deforestation responded for a rise by 40% in emissions. In Brazil, the opposite occurs. As can be verified in the latest Brazilian inventory, 70% of the gases emissions are caused by deforestation.

**RBB** – *In order to cause a decrease in the greenhouse effect, is the reduction of gases emission the only way?*

**Pinguelli** – Yes, the best way is really to reduce gases emissions in all countries, specially in the developed ones, which emit larger amounts. Brazil must reduce its deforestation, its greatest problem.

**RBB** – *It has been said that climate change may lead humanity to a barbarian state, causing the rich to be confined and the poor to live in devastated places. Can this ever come true?*

**Pinguelli** – Yes. The poor may also get angry

and kill all the rich. There is a borderline that may cause a social lack of control; the world is already very unstable. A great war may also occur, with a lot of destruction, for both the poor and the rich. The poor will not remain passive.

**RBB** – *Brazil is now in 4<sup>th</sup> place on the list of greatest emitters. What is our real parcel of guilt?*

**Pinguelli** – This accountancy is polemic, as it is difficult to add different gases. The technique for adding different gases uses a correction factor which is highly disputed, since it favors the richest countries and confers greater weight to certain gases, such as the methane derived from the rice plantations in Asia, from the ruminants, from the hydropower plants.

I do not agree that Brazil is in 4<sup>th</sup> place, yet it does not matter what position the country occupies. The important is that Brazil, as well as all the other countries, has to reduce its ga-

“  
Those  
who should  
reduce  
the most  
are the  
Americans,  
the  
Europeans  
and the  
Japanese,  
who  
consume  
a large  
amount  
of energy  
per capita  
”





“  
In case  
the United  
States  
imported  
sugar  
cane  
ethanol,  
they would  
fare much  
better  
”

ses emissions. We have to reduce what is feasible, once ours is a poor country, with a marked social gap. The middle classes do not let go of their comfort and, for this to be extended to the whole population, more energy has to be consumed. Those who should reduce the most are the Americans, the Europeans and the Japanese, who consume a large amount of energy *per capita*.

**RBB** – *What will the consequences of climate change be for Brazil?*

**Pinguelli** – The climate changes may alter the rainfall regime, affecting crops and the rivers outflow, among other things. The poor sector of the population would suffer more and there would be a greater incidence of some diseases in certain places.

**RBB** – *What will the consequences be for agriculture? Could climate changes hinder the production of biofuels?*

**Pinguelli** – The coffee crops can be harmed in case there are not adequate genetic varieties. Sugar cane will not be so severely harmed as it is more resistant to high temperatures. Soybean crops will also be modified. Some plantations will have to be moved. The production of biofuel, on the contrary, may soothe the climate changes and should be encouraged, since it replaces fossil fuels, such as gasoline and die-

sel. Brazil is adopting biofuel production. The great doubt is whether other countries will also adopt it. In the United States, corn ethanol is used, yet it does not yield good results. In case they imported sugar cane ethanol, they would fare much better.

**RBB** – *Is there anything official concerning the Brazilian policy related to climate changes?*

**Pinguelli** – There are Draft Laws already sent to the National Congress and an inter-ministerial commission has also been formed, in charge of elaborating a governmental action plan. One of the points of this plan proposes the establishment of a strong policy for combating deforestation, which would include reduction goals. The idea is to have this completed up to September, 2008.

**RBB** – *The Kyoto Protocol expires in 2012. Has it been put into practice?*

**Pinguelli** – In most cases, we are far from the goals established. Among the richest countries, the ones closer to their goals are Germany and England.

England had already replaced coal with natural gas, after findings in the North Sea. There was already an important replacement program, which resulted in a significant reduction in gases emission. Germany managed to reduce its emissions after the two Germanies – Western and Eastern - were united. The United States remained out of the Protocol and greatly increased their emissions. Other countries also fail to be close to the goals established.

**RBB** – *What is the role of the Convention on Climate Change?*

**Pinguelli** – The *Convention on Climate Change* dates back from 1992. It was sketched during the United Nations Conference on Environment and Development (Rio 92). Over 150 countries take part in the convention. The United States failed to participate, which is a very serious exception, as well as that of other countries, such as Australia. It is one of the United Nations conventions of greatest comprehensiveness in the world.

The last convention meeting was held in December, 2007, in Bali (Indonesia). However, there are always topic meetings, which follow the execution of the proposals. Recently, there was not a markedly impacting decision. ●

# VEM AÍ A TERCEIRA GERAÇÃO DOS CARROS 'FLEX'

*Sistema de partida a frio, que elimina a necessidade do reservatório de gasolina nos veículos abastecidos com álcool, estará disponível no fim de 2009*

O carro com motor *total flex* no Brasil foi apresentado ao público em março de 2003. A bordo do Gol que o presidente Luiz Inácio Lula da Silva exibiu em São Paulo, no dia em que a Volkswagen completou cinquenta anos, estava a tecnologia da Magneti Marelli, uma das maiores fabricantes mundiais de autopeças e entre as pioneiras em sistemas de injeção eletrônica. Poucos meses depois, Bosch e Delphi também lançaram seus sistemas *flex fuel*. Desde então, as novidades no campo dos veículos movidos a mais de um combustível não param de surgir, impulsionadas por programas de pesquisa de empresas que vêm nos sistemas *flex* não apenas a saída para escapar da dependência do petróleo, mas também uma forma de proteger o meio ambiente, diminuindo a emissão de poluentes. Para o fim do ano que vem está previsto o lançamento de um sistema de partida a frio, que elimina a necessidade do reservatório de gasolina nos veículos abastecidos com etanol. E já estão em desenvolvimento projetos para equipar motocicletas, barcos e até pequenos aviões com motores flexíveis.

A confiança dessas empresas no etanol brasileiro é alta. “O Brasil vem de um período em que o consumidor não gostava muito de falar em álcool”, diz o engenheiro eletrônico Silverio Bonfiglioli, presidente da Magneti Marelli no Brasil e representante do grupo no Mercosul. “O Proálcool foi um sucesso nos anos 1980, mas, depois, o álcool sumiu do mercado e o consumidor não sabia mais onde abastecer o carro”, lembra. “O sistema *flex* trouxe ao usuário a possibilidade de ter um carro capaz de funcionar com gasolina e também com qualquer concentração de álcool no tanque, de 0% a 100%, sem utilizar nenhum sensor. Hoje, o sucesso dessa tecnologia, desenvolvida totalmente no Brasil, é mundialmente reconhecida.”



**O Brasil tem, hoje, 5,5 milhões de carros flex, cerca de 30% da frota circulante. Para 2012 a estimativa é que esse número chegue a 15 milhões de veículos biocombustíveis**

“Essa tecnologia brasileira vai se expandir, vai ser utilizada em todo o mundo. Devemos continuar a desenvolvê-la, a aprimorá-la

SILVERIO  
BONFIGLIOLI



**Bosch: no Brasil e na Alemanha investimento em biocombustíveis**

#### 'TETRAFUEL'

A revolução dos motores *flex* compreende, ainda, o *tetrafuel*, sistema projetado para fazê-lo funcionar com quatro tipos de combustível: álcool (etanol), gasolina C (com 25% de etanol), gasolina A (sem aditivos) e gás natural veicular, o GNV. Desenvolvido pela Magneti Marelli, o sistema permite que o usuário possa se locomover por toda a América do Sul sem enfrentar problemas de abastecimento. “O motorista pode sair da Venezuela, cruzar o Brasil e entrar na Argentina sem precisar se preocupar com o tipo de combustível que vai encontrar”, conta o presidente da empresa. O gerenciamento dos combustíveis é feito, de forma integrada, por uma central eletrônica, sem a necessidade de interferência do usuário. Lançado em 2006, o sistema *tetrafuel* é encontrado no Brasil apenas no modelo Siena, da Fiat – já representa 90% da produção do carro. Segundo Bonfiglioli, a tecnologia está à disposição das demais montadoras. “Por enquanto, só a Fiat se interessou. Porém, isso não significa exclusividade. Só depende do interesse das montadoras. O bom dessa inovação é que é exportável para qualquer lugar do mundo.”

#### A 5 GRAUS

O próximo passo das empresas é o lançamento do sistema de partida a frio nos carros

abastecidos a etanol. “Os motoristas se esquecem de checar o reservatório de gasolina e isso se transforma em um problema nos meses de inverno”, lembra Luiz Corrallo, diretor-executivo da Delphi para a América do Sul. Com a nova tecnologia, que aquecerá o álcool combustível (etanol) durante a partida do motor, o incômodo deixará de existir. Segundo Fábio Ferreira, gerente de Desenvolvimento de Produtos da Unidade de Sistemas a Gasolina da Bosch para a América Latina, será possível dar a partida no carro mesmo com temperaturas de 5 graus Celsius negativos. “Hoje, a partida com álcool puro, sem necessidade de injeção de gasolina, só ocorre em temperaturas superiores a 15 graus Celsius.”

A Magneti Marelli também prevê o início da produção de carros com o sistema de partida a frio, a terceira geração dos carros *flex*, para o final de 2009. “Com essa inovação, será possível dar a partida com álcool puro em qualquer lugar do Mercosul”, comemora Bonfiglioli, acrescentando que a empresa também desenvolveu um bico injetor para funcionar especificamente com etanol. “O chamado Pico Eco é otimizado para funcionar com álcool. Isso vai reduzir não apenas a emissão de poluentes, mas o consumo.”

O sistema de partida a frio também poderá ser utilizado futuramente em motocicletas



bicombustíveis – projetos para a fabricação de veículos de duas rodas com a tecnologia *flex fuel* estão a todo vapor. A Delphi, por exemplo, anunciou em abril contrato com a Amazonas Motocicletas Especiais (AME), para a produção de um modelo de motocicleta bicombustível, a Ame GA, que tem lançamento previsto para o primeiro semestre de 2009. A Bosch também já desenvolve projetos com a tecnologia *flex fuel* para o segmento de duas rodas, assim como a Magneti Marelli, que trabalha com uma montadora brasileira e outra chinesa e anuncia o início da produção para 2010.

Em breve, aviões e barcos também poderão ser impulsionados por motores *flex fuel*. Há dois anos, a Magneti Marelli assinou um contrato com o Centro Tecnológico de São José dos Campos para o desenvolvimento de um motor flexível para os aviões usados na agropecuária. “Os aviões, que devem estar em produção em 2010, poderão ser movidos a álcool e diesel, biodiesel ou GNV e diesel. Outro projeto é para embarcações e todos estão em desenvolvimento”, diz Silverio Bonfiglioli.

#### FÉ NO ETANOL, BASE PARA INVESTIMENTOS

O Brasil tem, hoje, 5,5 milhões de carros *flex*, cerca de 30% da frota circulante. Para 2012, a estimativa é que esse número chegue a 15 milhões de veículos bicombustíveis, o correspondente à metade do total de veículos em circulação. Será que o país terá capacidade para atender à demanda de etanol que o aumento da frota vai exigir? Para o presidente da Magneti Marelli, isso não será problema. “O Brasil, hoje, usa apenas cerca de 1% de sua área total cultivada para a produção de etanol. Os cerca de 18 bilhões de litros de etanol que produz hoje deverão subir para 25 bilhões ou 30 bilhões para abastecer a frota de 2012. Investimentos para isso foram feitos. Em 2010, já teremos condições de produzir 27 bilhões de litros, abastecer a frota e exportar a sobra. Não haverá problemas em 2012. O Brasil estará em condições de abastecer sua frota, de utilizar eventualmente muito mais GNV, é só uma questão de fazer investimento na distribuição. A matriz energética brasileira é uma das mais sustentáveis que existem hoje no planeta: tem 45% de fontes renováveis, diante de 14% do restante do mundo.”

Silverio Bonfiglioli vai além: para ele, em 2050, 25% dos carros do mundo circularão com etanol. “Essa tecnologia brasileira vai se expandir, vai ser utilizada em todo o mundo. Devemos



continuar a desenvolvê-la, a aprimorá-la. E o motor *flex* veio para ficar. Ficar pelo menos por mais cinquenta anos.” Nos últimos dez anos, diz Bonfiglioli, o grupo superou R\$ 1 bilhão em investimentos e pesquisas dedicados a biocombustíveis. “Isso mostra como o Brasil é importante para a Marelli. Estamos presentes na Índia, nos Estados Unidos, no México, na China e na Europa. A filial brasileira é a mais importante. E o Centro de Pesquisa em Hortolândia, no interior de São Paulo, é o mais importante fora da Itália.”

Fábio Ferreira, da Bosch, tem uma visão um pouco diferente, apesar de ressaltar que sempre acreditou nos biocombustíveis, “mesmo na fase em que o etanol não tinha uma boa imagem, lá pelos anos 1990”, como a alternativa hoje disponível ao petróleo – e a baixo custo. “O etanol brasileiro, modelo que o Brasil conseguiu desenvolver por competência própria, tem viabilidade, sim. Mas é óbvio que depende de particularidades de mercado. Não que possamos dizer que será um combustível mundial, não tenho essa visão”, diz. “Será sempre um combustível que será adotado em alguns mercados. O modelo brasileiro, por ser eficiente, acaba tendo vantagens. Outros países seguem modelos de aplicação do etanol que não são os mais eficientes, os mais adequados.”

Para Fábio, o etanol é uma das opções, não um substituto do petróleo como combustível. “A tendência de diversificação de produtos para

**Delphi: sistema de partida a frio para automóveis e motos bicombustíveis**

fazer mobilidade vai continuar e o etanol será um importante combustível nessa matriz. Não será o único nem terá aplicação ou viabilidade em todos os países, mas pode ser aplicado em grande escala, como o Brasil já provou.” O investimento em biocombustíveis é uma característica da Bosch, no Brasil e na matriz, na Alemanha. “Vamos investir em opções de combustíveis renováveis. Entendemos que é importante para o meio ambiente, para a viabilidade da mobilidade no futuro. Temos espaço para melhorar os veículos e o próximo passo é a partida aquecida. A matriz energética é estratégica para qualquer país. Temos de evitar ao máximo o desperdício de energia.”

### MEIO AMBIENTE

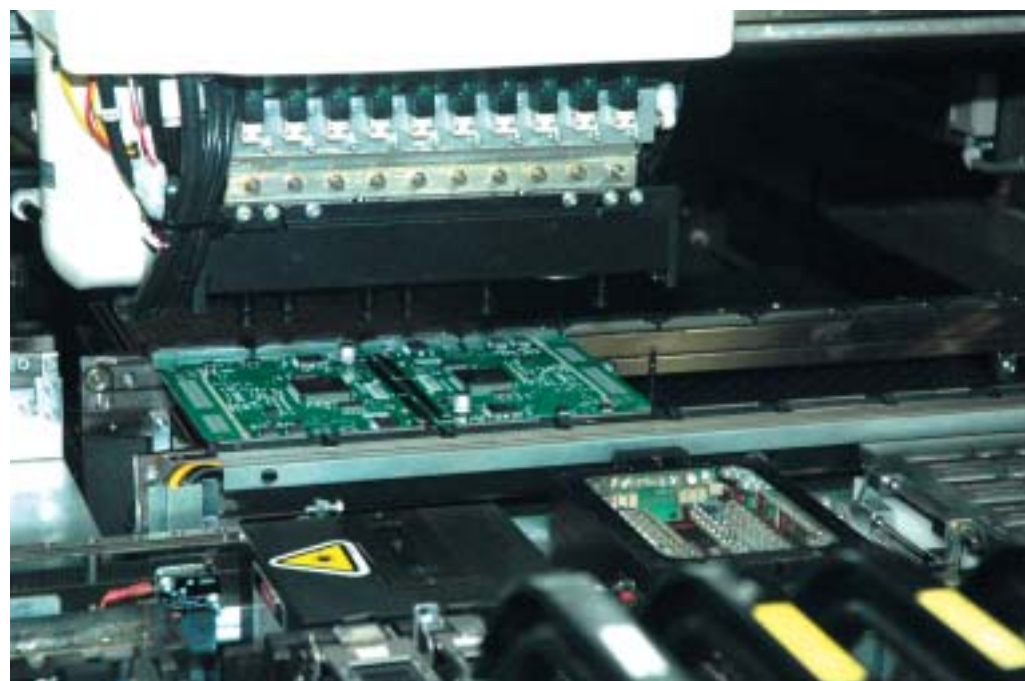
O Pico Eco, que vai equipar o sistema *flex* de terceira geração da Magneti Marelli, come-



çará a ser produzido em dezembro, no Complexo Industrial e Centro de Pesquisa e Desenvolvimento do grupo, em Hortolândia, no interior de São Paulo, em uma nova planta idealizada para minimizar o impacto ambiental. A instalação foi projetada para reutilizar águas de chuva, tem estação de tratamento de efluentes, usa energia solar para diminuir o consumo de energia elétrica e materiais como madeira ecológica. Tudo em respeito ao meio ambiente.

A Bosch não fica atrás na preocupação ambiental e investe cerca de R\$ 16 milhões por ano em gerenciamento de resíduos, proteção da água e do solo, redução de ruído, purificação do ar e conservação da natureza. “O sistema de gestão ambiental compreende também a conscientização e sensibilização dos funcionários, familiares, fornecedores e comunidade sobre a necessidade de preservação do meio ambiente”, ressalta Theóphilo Arruda, gerente de Engenharia de Meio Ambiente, Segurança do Trabalho e Segurança Empresarial da Bosch para a América Latina.

Já a Delphi trabalha com objetivos ambientais de redução de geração de resíduos, de consumo de água e da emissão de efluentes líquidos industriais. Promove ainda projetos sociais como a campanha Semana do Meio Ambiente, que busca conscientizar os alunos das cidades em que possui unidades sobre os problemas ambientais e como as pessoas podem contribuir para diminuir os impactos. ●



Magneti Marelli:  
tecnologia  
*tetrafuel*  
utiliza quatro  
tipos de  
combustível

# ELAS POLUEM O AR NOSSO DE CADA DIA

*Lista elaborada por órgão do governo paulista aponta as cem empresas que mais jogam gás carbônico no ar paulistano*



**E**m abril deste ano, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo divulgou um relatório das emissões de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono de origem fóssil). O levantamento, idealizado pelo ex-secretário de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, José Goldemberg, apresenta a lista das cem maiores fontes de CO<sub>2</sub>, provenientes da queima de combustível de fontes fixas e matérias-primas de alguns setores industriais que também emitem os gases responsáveis pelo efeito estufa (GEE).

De acordo com Fernando Rei, presidente da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), ligada à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, a divulgação dessa lista não tem por objetivo conscienci-

zar as empresas, pois isso já é o esperado. “Queremos aproximar os maiores emissores de poluentes do Estado ao trabalho que está sendo conduzido pela Cetesb, de redução voluntária das emissões”, explica. “É a partir da identificação e da contribuição que vamos poder, mediante a licença ambiental e renovável, também apresentar a essas empresas propostas de redução das suas emissões.”

Colhidos com base nos critérios adotados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC/2006) e pela Diretiva da Comunidade Européia de 1996, os dados mostram que as oito primeiras empresas da lista são responsáveis por 63% das emissões em São Paulo. Para medir a quantidade emissiva, foram fei-

**Fernando Rei:**  
“Queremos aproximar os maiores emissores de poluentes do Estado ao trabalho que está sendo conduzido pela Cetesb, de redução voluntária das emissões”



tos cálculos sobre a produção industrial e os fatores de emissão de cada empresa (ano-base 2006).

As indústrias petroleiras e siderúrgicas são as que lideram a lista. No *ranking*, a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa) aparece no topo, responsável pelo total de 6.357.414 t/ano de CO<sub>2</sub>. Segundo a assessoria de comunicação da Cosipa, a empresa tem atuado no controle e na redução das emissões de CO<sub>2</sub>. A quantidade de megacalorias por tonelada para a produção

de aço foi reduzida de 6.651, em 1998, para 5.895 em 2007 e o óleo combustível foi substituído por gás natural. Futuramente, informa a assessoria, a Cosipa instalará turbinas de recuperação da pressão do gás de alto-forno para geração de energia elétrica, substituirá as caldeiras por outras de alta eficiência e reaproveitará os gases gerados no processo produtivo.

Presentes nos 2º, 3º e 4º lugares da lista, estão três unidades da principal empresa petrolífera do Brasil, a Petrobras. Para reverter os números, um dos programas em ação é o *Plano Estratégico 2020*, que visa a atingir patamares de excelência na indústria de energia. Também por intermédio de sua assessoria de comunicação, a Petrobras informa que estabeleceu prioridades internas para reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>, como o aumento da eficiência energética, a melhoria operacional e outros requisitos de rotina. De acordo com a informação da assessoria, até 2009, cerca de R\$ 500 milhões estão sendo investidos nas três unidades da Petrobras na redução da emissão de CO<sub>2</sub>.

A Petroquímica União (PQU), uma das cinco empresas que formam o Grupo Quattor, aparece em 5º lugar na lista. Segundo Eduardo Sanches, diretor de Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde da PQU, a empresa está desenvolvendo projetos de tecnologia de produção, buscando processos mais adequados aos diversos aspectos ambientais, além de atuar em projetos para busca de alternativas energéticas que impactem positivamente na emissão de CO<sub>2</sub>.

#### MEDIDAS

De acordo com o engenheiro Marcelo Minelli, diretor de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental da Cetesb, como o Brasil não é obrigado a atingir as metas de redução estabelecidas no *Protocolo de Quioto*, “a identificação dos grandes setores emissores de CO<sub>2</sub> serve como incentivo à adoção de metas de redução, sem que isso seja instrumento punitivo”.

Para ajudar ainda mais na diminuição da poluição, no Estado de São Paulo implementou-se o programa *Respira São Paulo* com o objetivo de melhorar a qualidade do ar, principalmente nas regiões metropolitanas. “Por meio desse programa, são realizadas ações de controle da poluição atmosférica causada por fontes móveis e fixas, estabelecendo metas de redução das fontes mais poluidoras.” ●

## AS 20 MAIS

- 1ª Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa) – Cubatão
- 2ª Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – Paulínia
- 3ª Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – São José dos Campos
- 4ª Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – Cubatão
- 5ª Petroquímica União S. A. – Santo André
- 6ª Companhia Brasileira de Alumínio – Alumínio
- 7ª Votorantim Cimentos do Brasil Ltda. – Salto de Pirapora
- 8ª Rhodia Poliamida e Especialidades Ltda. – Paulínia
- 9ª Votorantim Cimentos do Brasil Ltda. – Votorantim
- 10ª Companhia de Cimento Ribeirão Grande – Ribeirão Grande
- 11ª Ultrafertil S. A. – Cubatão
- 12ª Gerdau Aços Longos S.A. – Araçariçuama
- 13ª Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – Mauá
- 14ª Cimpor Cimentos do Brasil Ltda. (CCB) – Cajati
- 15ª Columbian Chemicals Brasil Ltda. – Cubatão
- 16ª Camargo Corrêa Cimentos S. A. – Apiaí
- 17ª Cabot Brasil Indústria e Comércio Ltda. – Mauá
- 18ª Suzano Papel e Celulose S. A. – Suzano
- 19ª Petrocoque S.A. Indústria e Comércio – Cubatão
- 20ª Corn Products Brasil Ingredientes Industriais Ltda. – Mogi Guaçu

Veja a lista completa no site: [www.cetesb.sp.gov.br/100co2.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/100co2.pdf)

# THEY POLLUTE OUR DAILY AIR

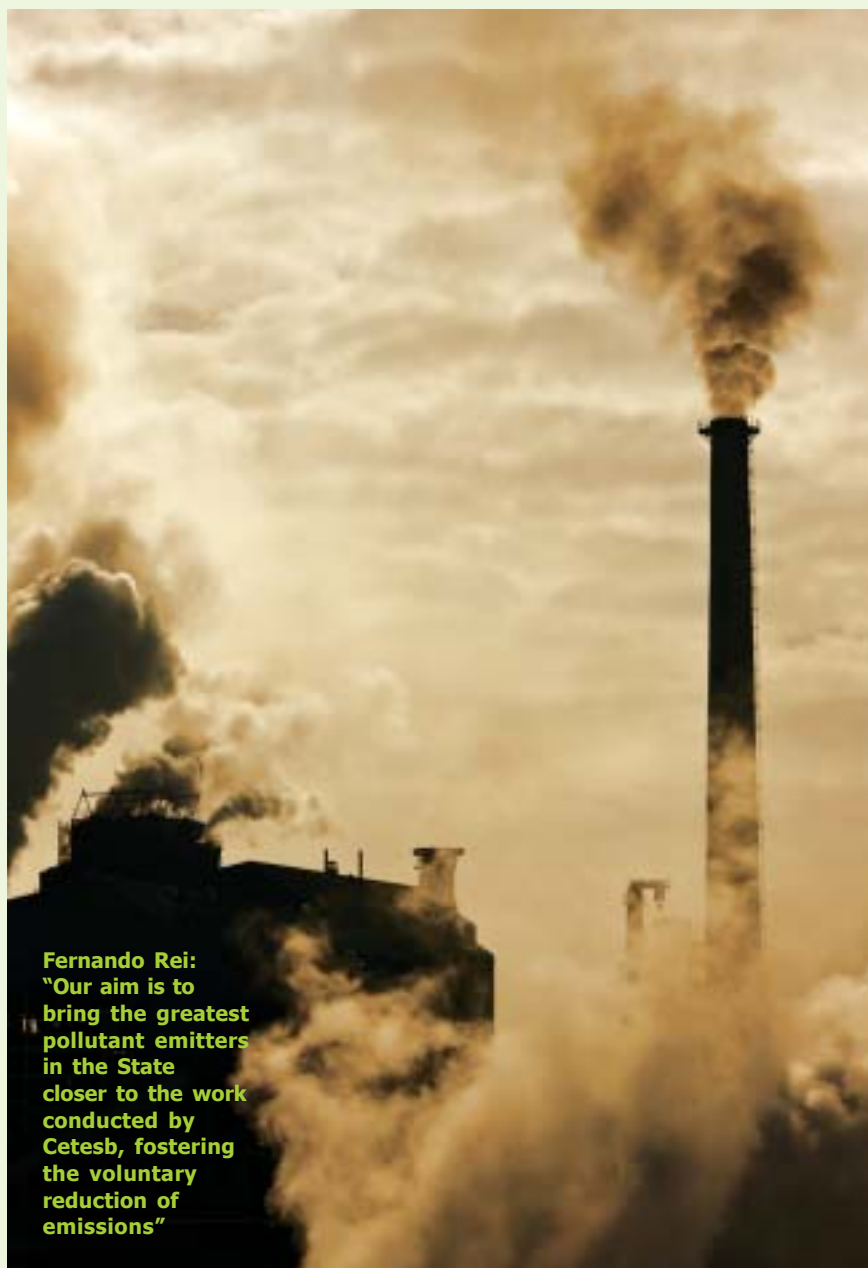
*List elaborated by a São Paulo State organism shows the 100 companies that most emit carbon dioxide in São Paulo*

In April, this year, the São Paulo State Secretariat for the Environment released a report on the CO<sub>2</sub> (carbon dioxide from fossil fuel) emissions. The survey, conceived by the ex-São Paulo State Environment Secretary, José Goldemberg, presents a list of the hundred greatest CO<sub>2</sub> sources, resulting from the burning of fuels from stationary sources and raw materials from some industrial sectors that also emit the gases responsible for the greenhouse effect (GHG).

According to Fernando Rei, president of Cetesb (Environmental Sanitation Technology Agency), linked to the São Paulo State Secretariat for the Environment, the dissemination of this list does not aim to raise the companies' awareness, as this is already expected. "Our aim is to bring the greatest pollutant emitters in the State closer to the work conducted by Cetesb, fostering the voluntary reduction of emissions," he explains. "After the identification and contribution, we will be able to present these companies, by means of an environmental and renewable license, with a proposal for reducing their emissions."

Collected under the criteria adopted by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC/2006) and by the 1996 European Community Directive, the data show that the top eight companies on the list are responsible for 63% of the emissions in São Paulo. To measure the emissive amount, calculations were made on the industrial production and on the emission factors of each company (base year 2006).

The oil and steel industries lead the list. In the ranking, Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa) comes first, responsible for a total of 6,357,414 t/year of CO<sub>2</sub>. According to the Cosipa communication advisory, the company has



**Fernando Rei:**  
"Our aim is to bring the greatest pollutant emitters in the State closer to the work conducted by Cetesb, fostering the voluntary reduction of emissions"



## THE TWENTY TOP

- 1<sup>st</sup> Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa) – Cubatão
- 2<sup>nd</sup> Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – Paulínia
- 3<sup>rd</sup> Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – São José dos Campos
- 4<sup>th</sup> Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – Cubatão
- 5<sup>th</sup> Petroquímica União S. A. – Santo André
- 6<sup>th</sup> Companhia Brasileira de Alumínio – Alumínio
- 7<sup>th</sup> Votorantim Cimentos do Brasil Ltda. – Salto de Pirapora
- 8<sup>th</sup> Rhodia Poliamida e Especialidades Ltda. – Paulínia
- 9<sup>th</sup> Votorantim Cimentos do Brasil Ltda. – Votorantim
- 10<sup>th</sup> Companhia de Cimento Ribeirão Grande – Ribeirão Grande
- 11<sup>th</sup> Ultrafértil S. A. – Cubatão
- 12<sup>th</sup> Gerdau Aços Longos S.A. – Araçariguama
- 13<sup>th</sup> Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras) – Mauá
- 14<sup>th</sup> Cimpor Cimentos do Brasil Ltda. (CCB) – Cajati
- 15<sup>th</sup> Columbian Chemicals Brasil Ltda. – Cubatão
- 16<sup>th</sup> Camargo Corrêa Cimentos S. A. – Apiaí
- 17<sup>th</sup> Cabot Brasil Indústria e Comércio Ltda. – Mauá
- 18<sup>th</sup> Suzano Papel e Celulose S. A. – Suzano
- 19<sup>th</sup> Petrocoque S.A. Indústria e Comércio – Cubatão
- 20<sup>th</sup> Corn Products Brasil Ingredientes Industriais Ltda. – Mogi Guaçu

See the full list at: [www.cetesb.sp.gov.br/100co2.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/100co2.pdf)

acted in controlling and in reducing the CO<sub>2</sub> emissions. The number of megacalories per ton in steel production was reduced from 6,651, in 1998, to 5,895 in 2007 and the oil fuel was replaced by natural gas. In the future, informs the advisory, Cosipa will install turbines for recovering blast furnace gas pressure for power generation, will replace the present boilers with high efficiency ones and will reuse the gases generated in the productive process.

In the 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> places on the list are three units of the main oil company in Brazil, Petrobras. In order to revert the numbers, one of the programs in action is the *2020 Strategic Plan*, which aims to reach excellence levels in the power industry. Also by means of its communication advisory, Petrobras informs that it has established internal priorities to reduce its CO<sub>2</sub> emission, such as increasing energy efficiency, operational improvements and other routine requirements. As informed by the advisory, until 2009, about R\$ 500 million will have been invested in the three Petrobras units in the CO<sub>2</sub> emission reduction.

Petroquímica União (PQU), one of the five companies forming the Quattor Group, comes 5<sup>th</sup> on the list. According to Eduardo Sanches, PQU Quality, Environment, Safety and Health director, the company is developing production technology projects, seeking processes that are more adequate to the different environmental aspects, besides acting in projects to seek energy alternatives that positively impact the CO<sub>2</sub> emission.

## MEASURES

As stated by engineer Marcelo Minelli, Engineering, Technology and Environmental Quality director at Cetesb, as Brazil is not obliged to attain the reduction goal established in the *Kyoto Protocol*, “the identification of the great CO<sub>2</sub> emitting sectors serves as an incentive to the adoption of reduction goals, without this being a punishing instrument.”

So as to help even more in reducing pollution, the *Respira, São Paulo (Breathe, São Paulo)* program was implemented in the State of São Paulo aiming to improve the air quality, mainly in the metropolitan regions. “By means of this program, actions for controlling the air pollution caused by stationary and moving sources are conducted, establishing reduction goals for the most polluting sources”. ●

# HERE COMES THE 'FLEX' VEHICLES THIRD GENERATION

*A cold starting system, which eliminates the need of a gasoline reservoir in ethanol-fueled vehicles, will be available in the late 2009*



A vehicle with *total flex engine* in Brazil was presented to the public in March, 2003. On board the *Gol* that President Luiz Inácio Lula da Silva showed in São Paulo, on the day Volkswagen celebrated its fiftieth anniversary, was the technology from Magneti Marelli, one of the greatest world manufacturers of autoparts and among the pioneers in electronic injection systems. A few months later, Bosch and Delphi also launched their *flex fuel* systems. Since then, novelties in the field of vehicles

running on more than one fuel have kept sprouting, supported by research programs in companies that see the *flex* systems not only as a way out to escape from the dependency on oil, but also as a way of protecting the environment, reducing the emission of pollutants. For the end of next year, the launching of a cold starting system is foreseen, eliminating the need of a gasoline reservoir in the ethanol-fueled vehicles. Already under development, there are plans for equipping motorcycles, boats and even small

**Brazil nowadays counts on 5.5 million flex vehicles, about 30% of the circulating fleet. For 2012, the estimation is that this number reaches 15 million bi-fuel vehicles**

“ This Brazilian technology is going to expand; it is going to be used all over the world. We must keep on developing it, improving it

SILVERIO BONFIGLIOLI



**Bosch: in Brazil and Germany investment in biofuels**

planes with *flex* engines.

The trust of these companies in the Brazilian ethanol is high. “Brazil comes from a time at which the consumer did not like to talk about ethanol very much”, says electronic engineer Silverio Bonfiglioli, president of Magneti Marelli in Brazil and a representative of the group in the Mercosul. “Proálcool was a success in the 1980s, but later ethanol disappeared from the market and the consumer no longer knew where to fill the tank”, he remarks. “The *flex* system provided the user with the possibility of having a vehicle capable of working with gasoline as well as any ethanol concentration in the tank, from 0% to 100%, without using any sensor. Today, the success of this technology, totally developed in Brazil, is acknowledged worldwide.”

#### 'TETRAFUEL'

The revolution in the *flex* engines also comprehends *tetrafuel*, a system designed to make the vehicle work with four types of fuel: ethanol, gasoline C (with 25% of ethanol), gasoline A (without additives) and vehicular natural gas, VNG. Developed by Magneti Marelli, the system allows the user to travel all over South America without facing fueling problems. “The driver may leave Venezuela, cross Brazil and enter Argentina without having to worry about the type of fuel to be found”, comments the company CEO. The management of the fuels is integra-

tly conducted by an electronic central, without the need for the user to interfere. Launched in 2006, the *tetrafuel* system is found in Brazil only for the Fiat Siena model – and already represents 90% of the vehicle production. As stated by Bonfiglioli, the technology is available to the other assemblers. “For the time being, only Fiat has shown some interest. However, this does not mean exclusivity. It only depends on the assemblers’ interest. The good side in the concept of this innovation is that it can be exported to any place in the world.”

#### AT 5 DEGREES

The next step for the companies is the launching of the cold starting system in the ethanol-fueled vehicles. “Drivers usually forget to check the gasoline reservoir and this turns into a problem in the winter months”, remarks Luiz Corrallo, Delphi Executive Director for South America. With the new technology, which will warm the ethanol fuel during the starting of the engine, the annoyance will no longer exist. According to Fábio Ferreira, Bosch Product Development manager of the Gasoline Systems Unit for Latin America, it will be possible to start the vehicle even at temperatures of minus 5 degrees Celsius. “Today, starting with pure ethanol, without the need of gasoline injection, only occurs at temperatures above 15 degrees Celsius.”

Magneti Marelli also foresees the beginning



of the production of cold starting system vehicles, the third generation of *flex* vehicles, for the late 2009. “With this innovation, it will be possible to start the vehicle with pure ethanol anywhere in the Mercosul”, celebrates Bonfiglioli, adding that the company also developed an injector peak to work specifically with ethanol. “The so-called Pico Eco (Eco Peak) is optimized to work with ethanol. This will not only reduce pollutants emissions, but consumption, too.”

It will also be possible to use the cold starting system in bi-fuel motorcycles – projects for manufacturing two-wheeled vehicles with *flex fuel* technology are at full swing. Delphi, for example, announced in April a contract with Amazonas Motocicletas Especiais (AME – Amazon Special Motorcycles), for the production of a bi-fuel motorcycle model, the Ame GA, the launching of which is foreseen for the first half of 2009. Bosch is also developing designs using the *flex fuel* technology for the two-wheel segment, as is Magneti Marelli, which works with a Brazilian assembler and a Chinese one, and announces the beginning of production for 2010.

In a short time, planes and boats may also be moved by *flex fuel* engines. Two years ago, Magneti Marelli signed a contract with the Technological Center in São José dos Campos for developing a flex engine for the planes used in agriculture. “The planes, which are to be in production in 2010, can be fueled with ethanol and diesel, biodiesel or VNG and diesel. There is another project concerning boats and all are under development”, says Silverio Bonfiglioli.

#### FAITH IN ETHANOL, FOUNDATION FOR INVESTMENTS

Brazil nowadays counts on 5.5 million *flex* vehicles, about 30% of the circulating fleet. For 2012, the estimation is that this number reaches 15 million bi-fuel vehicles, corresponding to half the total vehicles in circulation. Will the country be able to meet the ethanol demand which the increase in fleet is to require? For the Magneti Marelli president, this will not pose a problem. “Brazil nowadays uses only about 1% of its total planted area for producing ethanol. The approximate 18 billion liters of ethanol it produces today shall rise to 25 billion or 30 billion to fuel the fleet in 2012. Investments on this have already been made. In 2010, it will be possible to produce 27 billion liters, fuel the



**Delphi: cold starting system for biofuel cars and motorcycles**

fleet and export the surplus. There will be no problems in 2012. Brazil will be capable of fueling its fleet, maybe of using much more VNG; it is just a question of making more investments in distribution. The Brazilian energy matrix is one of the most sustainable in existence in the planet now: it counts on 45% renewable sources, as compared to 14% in the rest of the world.”

Silverio Bonfiglioli proceeds: for him, in 2050, 25% of the world vehicles will be fueled with ethanol. “This Brazilian technology is going to expand; it is going to be used all over the world. We must keep on developing it, improving it. And the *flex* engine has come to stay. It will remain in service for at least fifty years more.” In the last ten years, says Bonfiglioli, the group exceeded R\$ 1 billion in investments and researches dedicated to biofuels. “This shows how Brazil is important to Marelli. We are present in India, in the United States, in Mexico, in China and in Europe. The Brazilian branch is the most important. And the Research Center in Hortolândia, in the State of São Paulo, is the most important outside Italy.”

Fábio Ferreira, from Bosch, has a slightly different vision, in spite of stressing that he has always believed in biofuels, “even at the time when ethanol did not count on a good image, in the 1990s”, as the alternative now available to oil – and at low cost. “The Brazilian ethanol, model which Brazil managed to develop due to its own competency, is really feasible. It is obvious though that it depends on market particularities. We cannot say it will be a world fuel, I do not see it this way”, he says. “It will always be a fuel adopted in some markets. For

being efficient, the Brazilian model ends up presenting advantages. Other countries follow deployment models for ethanol that are not the most efficient, the most adequate.”

According to Fábio, ethanol is one of the options, not a replacement for oil as a fuel. “The diversification tendency for products that promote mobility continues and ethanol will be an important fuel in this matrix. It will neither be the only one, nor will it have application and viability in all countries; however, it can be deployed in large scale, as proved by Brazil.” The investment in biofuels is a Bosch characteristic, both in Brazil and at the headquarters, in Germany. “We are going to invest in alternatives for renewable fuels. We understand it is fundamental to the environment, for the feasibility of mobility in the future. There is room for improving our vehicles and the next step is the hot start-up. The energy matrix is strategic to any country. Energy waste must be avoided to the most.”



#### THE ENVIRONMENT

The Pico Eco, which will equip the third generation *flex* system at Magneti Marelli, will begin to be produced in December, at the Industrial Complex and Research and Development Center of the group, in Hortolândia, in the State of São Paulo, in a new plant, designed to minimize the environmental impact. The premises were designed to reuse rainwater, counts on an effluent treatment unit, uses solar energy to reduce power and materials consumption, such as ecological firewood. Everything to respect the environment.

Bosch is not second in environmental concern and invests about R\$ 16 million a year in waste management, water and soil protection, noise reduction, air purification and nature conservation. “The environmental management system also encompasses raising awareness and sensitizing employees, their families, suppliers and the community on the need of preserving the environment”, stresses Theóphilo Arruda, Bosch Environment, Work Safety and Company Safety Engineering Manager for Latin America.

Delphi, in turn, works with environmental goals for reducing waste generation, water consumption and the emission of industrial liquid effluents. It also promotes social projects, such as the Environment Week, seeking to raise awareness in students in the cities where its units are installed about the environmental problems and how people may contribute to lessening the impacts. ●



**Magneti Marelli:  
the tetrafuel  
technology  
uses four  
types of fuel**

# ETANOL, A ALTERNATIVA PARA O TRANSPORTE PÚBLICO

*Iniciativa da União Européia, coordenada pela prefeitura de Estocolmo, na Suécia, tem nas Américas a cidade de São Paulo como pioneira*

**I**ncentivar o uso do etanol, em substituição ao diesel, na frota de ônibus do transporte público urbano que circula pelo Brasil e em todo o mundo é um dos objetivos do projeto BEST – da sigla em inglês *BioEthanol for Sustainable Transport*. A tecnologia, que adaptou o motor a diesel para operar com uma mistura de etanol e aditivo, é a essência do BEST, uma iniciativa da União Européia, coordenada pela Prefeitura de Estocolmo, na Suécia, que tem nas Américas São Paulo como pioneira.

No Brasil, o idealizador e coordenador do BEST é o professor José Roberto Moreira, um dos mais conceituados cientistas brasileiros, presidente do Conselho Gerenciador do Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio). O Cenbio avalia o uso do etanol em ônibus como opção ao diesel no transporte público. E, para isso, vem estabelecendo parâmetros ao acompanhar e comparar o desempenho operacional de ônibus movidos a etanol e ônibus a diesel convencional.

O BEST é fruto de parcerias que envolvem grandes empresas, o que lhe proporciona mais eficácia e credibilidade. No Brasil, a iniciativa conta com a Scania da América Latina, que fornece o motor e o chassi. A carroceria do ônibus é produzida pela Marcopolo. A União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica) participa com o etanol necessário para os testes e a Baff/Sekab fornece o aditivo (5% são acrescentados para dar ao etanol a propriedade de auto-ignição por compressão, tecnologia dos motores ciclo diesel, e para que a combustão ocorra rapidamente e com maior eficiência energética). Ainda estão na parceria a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU/SP) com a sua operadora Sis-



tema Metropolitano de Transporte (Metra), e a São Paulo Transporte (SPTrans), que definirá a operadora que realizará os testes em âmbito municipal.

Coube à Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Copersucar) importar da Suécia o primeiro lote do etanol aditivado para os testes de montagem da carroceria. Na seqüência, foi a Petrobras quem importou o aditivo, responsabilizando-se por misturá-lo ao etanol e entregar o combustível para as operadoras.

A tecnologia que adaptou o motor a diesel para operar com etanol – já disponível e aperfeiçoada – foi desenvolvida pela empresa sueca Scania. A adaptação do motor a diesel para funcionar com etanol não requer mudanças significativas, segundo o fabricante. O motor que iniciou os testes em 2007 tem injeção mecânica e taxa de compressão de 22:1, sendo que nos

**BEST: fruto de parcerias com grande empresas, resulta em eficácia e credibilidade**

motores a diesel convencionais essa taxa é de 18:1. A Scania já trouxe para o Brasil um motor de nova geração (Modelo DC9 E02), que será demonstrado ainda este ano. Entre as modificações efetuadas, estão a taxa de compressão, de 28:1, a injeção eletrônica e os injetores com maior capacidade volumétrica.

Na Suécia, circulam cerca de seiscentos ônibus movidos principalmente a etanol brasileiro, produzido a partir da cana-de-açúcar – 380 desses ônibus estão em operação em Estocolmo, a capital e a maior cidade sueca. O Projeto BEST ainda está presente em mais sete pólos urbanos da Europa: Madri e País Basco (Espanha), Rotterdam (Holanda), La Spezia (Itália), Somerset (Inglaterra), Nanyang (China) e Dublin (Irlanda).

Em São Paulo, os testes estão sendo feitos no corredor de ônibus Jabaquara-São Mateus, que tem 33 quilômetros de extensão e transporta 6 milhões de passageiros por mês. Nessa linha, o ônibus pára em nove terminais e passa por quatro municípios: São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo e Santo André. Os dados coletados referem-se ao consumo de combustível, quilometragem percorrida, desempenho, ocorrências de acidentes ou problemas mecânicos, a partir da Média de Quilometragem Rodada entre Falhas (MKBF – *Mean Kilometers Between Failures*), entre outros. Os testes começaram em dezembro de 2007 e prosseguirão até 2009.

**SAÚDE DA ATMOSFERA**

A grande vantagem do ônibus em teste é ser equipado com motor que atende e supera

as especificações Euro 4, que impõem limites mais reduzidos de emissões de poluentes aos países membros da União Européia.

A versão Euro 4 supera o que é determinado, no Brasil, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), para os limites de emissões de poluentes. O próximo motor a ser utilizado, já homologado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), é avançado até para os padrões europeus, pois atende as especificações dos padrões Euro 5, que entrarão em vigor na Europa em 2009. Também atende a *Enhanced Environmentally Friendly Vehicles (EEV)*, norma que ainda não tem data específica para vigorar nos países que integram a União Européia.

Na Europa, o novo motor é homologado como Euro 5. No Brasil, a Cetesb, tendo como base a *Resolução n.º 315/02* do Conama, homologou como Euro 4, pois, na legislação brasileira, não há, ainda, equivalência aos padrões Euro 5. Apesar desse enquadramento na legislação, o motor emite muito menos poluentes do que os determinados como limites Euro 4 (*veja tabela*).

Há muitos anos, o principal contribuinte nos impactos ambientais era o setor produtivo. Entretanto, recentemente, nas regiões metropolitanas, a grande contribuição para a piora da qualidade do ar não é de origem industrial, pois 90% são de origem veicular e o enxofre é o grande vilão. A Petrobras tem investido bilhões de reais em aperfeiçoamento do refino para diminuir os teores de enxofre no diesel e na gasolina. Com a grande participação dos veículos *flex fuel*, o consumo de etanol já superou o de gasolina e o projeto BEST apresenta a alternativa de utilização do etanol,



**Adaptação do motor a diesel para funcionar com etanol não requer mudanças significativas**

VALORES DA EMISSÃO	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	MP (g/kWh)
Ensaio no motor Modelo DC9 E02 <sup>(1)</sup>	0	0,05	1,7	0,01
Conama fase 5 (Euro 3) <sup>(2)</sup>	2,1	0,66	5,0	0,10 ou 0,13
Conama fase 6 (Euro 4) <sup>(3)</sup>	1,5	0,46	3,5	0,02

<sup>(1)</sup> Ensaio realizado em 13-9-2007, no laboratório RDW, na Holanda; <sup>(2)</sup> Resolução Conama n° 315/02, em vigor desde 1-1-2006

<sup>(3)</sup> Resolução Conama n° 315/02, estará em vigor até 1-1-2009

Fonte: Scania Latin America

combustível renovável e isento de enxofre, em substituição ao diesel no transporte público urbano.

Além da significativa redução das emissões de poluentes responsáveis pelo efeito estufa, a mitigação dos poluentes locais (material particulado, NOx e CO) reduz a ocorrência de doenças cardiorrespiratórias, o que deve ser levado em consideração, principalmente, nas regiões metropolitanas, onde a população é numerosa, há grande concentração de veículos e de fontes de poluição atmosférica e as condições de dispersão de poluentes são desfavoráveis.

O momento é muito favorável para o projeto no Brasil, segundo maior produtor mundial de etanol (22 bilhões de litros na safra 2007/08), que se destaca entre os poucos países do mundo com grande capacidade de ampliar sua produção agrícola. O solo e clima favoráveis, além de investimento em pesquisa e desenvolvimento, contribuem para o aumento da produtividade do etanol, reduzindo seus custos de produção. O diesel custa atualmente quase o dobro do etanol nas regiões produtoras do Brasil, além da tendência internacional de contínua elevação dos preços do petróleo.

Mais do que estimular o uso do etanol no transporte público, a iniciativa lançada pelo Cenbio, empresas parceiras e União Européia avança na discussão sobre o modelo econômico de desenvolvimento que o Brasil busca atualmente.

A disponibilidade e as perspectivas para a produção do etanol, somadas às vantagens competitivas ambientais com a redução dos gases do efeito estufa e daqueles que provocam a poluição local, sugerem que o uso do etanol em motores a diesel oferece muitos benefícios para o Brasil. Entre eles estão a diversificação da matriz energética no setor de transportes, o uso de um combustível nacional e a utilização de infraestrutura de distribuição compatível com a existente no Brasil.

Estudos preliminares indicam que a operação do ônibus a etanol como um todo, incluindo os custos do veículo, combustível e manutenção, resulta em gastos 10% maiores do que a operação do ônibus movido exclusivamente a diesel, no Estado de São Paulo. O modelo de transporte público movido a etanol precisa, então, receber in-

centivos do Poder Público, uma vez que é uma alternativa sustentável. Se o ônibus consome, aproximadamente, 70% a mais de etanol do que de diesel para percorrer a mesma distância, mesmo o etanol sendo 70% mais barato que o diesel, os custos finais ainda são maiores devido ao aditivo. Após os resultados, o projeto BEST e a União Européia fornecerão recomendações para a formulação de políticas públicas de incentivo ao uso do etanol no transporte público urbano. Como se verá, os operadores dos ônibus não arcarão com a diferença de custos e, por essa razão, o Poder Público tem de estar envolvido, oferecendo incentivos financeiros à tecnologia que melhora as condições de saúde da sociedade. A economia na internação de pacientes, devido à redução das doenças cardiovasculares e respiratórias, já que o índice de poluição do ônibus movido a etanol é muito menor, seria deslocada para pagar os incentivos ao uso do etanol no transporte público.

#### NA IMPRENSA

O lançamento do projeto BEST, em outubro de 2007, teve grande repercussão na mídia nacional. O jornal *O Estado de S. Paulo* publicou que, substituindo mil ônibus movidos a diesel por mil que utilizam o etanol, é possível ter uma economia de emissão de CO<sub>2</sub> de 96 mil toneladas, ou o equivalente à emissão de 15 mil automóveis. Além disso, os veículos a etanol emitem 92% menos monóxido de carbono (CO) no ar.

A *Folha de São Paulo* registrou declaração do professor José Roberto Moreira, observando que, se toda a frota da Grande São Paulo fosse movida a etanol, haveria uma emissão de poluentes equivalente a 'apenas' 3 mil ônibus. "Ou seja, do ponto de vista do ambiente, seria a mesma coisa que tirar 12 mil ônibus das ruas", afirma Moreira.

O cientista ainda ressaltou que a produção de cana-de-açúcar no Brasil não prejudica a plantação de alimentos, nem desmata a Amazônia, como vem sendo veiculado. Recorreu a mapas e gráficos para mostrar que a plantação de cana está concentrada na Região Centro-Sul do Brasil. Longe, portanto, do cerrado e da Floresta Amazônica.

Moreira mostrou que a competição entre a plantação de cana-de-açúcar e alimentos no Brasil não é uma realidade, pois a área plantada com cana é de 5,5 milhões de hectares e a cultura da cana ocupa somente 2,4% da área agrícola disponível. ●



**José Roberto Moreira e as pesquisadoras do Cenbio, engenheiras Sandra Apolinario e Sílvia Velázquez**

# ETHANOL, THE ALTERNATIVE FOR PUBLIC TRANSPORTATION

*An European Union initiative, coordinated by the Stockholm municipal government, in Sweden, has the City of São Paulo as a pioneer in the Americas*



**BEST: a consequence of partnerships with great companies, results in efficacy and credibility**

**E**ncouraging the use of ethanol as a replacement for diesel, in the bus fleet of the public urban transportation circulating in Brazil and in the world is one of the goals of the BEST Project – the abbreviation for *BioEthanol for Sustainable Transport*. The technology, which adapted the diesel engine to operate with a mix of ethanol and additive, is the essence of BEST, an European Union initiative, coordinated by the Stockholm municipal government, in Sweden, and which has the City of São Paulo as a pioneer in the Americas.

In Brazil, the idealizer and coordinator of BEST is Professor José Roberto Moreira, one of the most acknowledged Brazilian scientists, president of the Management Council of Cenbio (Brazilian Reference Center on Biomass). Cenbio evaluates the use of ethanol in buses as an alternative to diesel in public transportation. For this, it has established parameters while

following up and comparing the operational performance of ethanol-fueled buses and conventional diesel buses.

BEST derives from partnerships involving large companies, which confers it more efficacy and credibility. In Brazil, the initiative counts on Latin America Scania, which supplies the engine and the chassis. The body of the bus is produced by Marcopolo. Unica (Sugar Cane Industry Association) participates with the ethanol necessary for the tests and Baff/Sekab provides the additive (5% are added to give ethanol the compression self-ignition property, technology of the diesel cycle engines, and so that combustion occurs quickly and with greater energy efficiency). Also in the partnership are the EMTU/SP (Metropolitan Company of Urban Transportation of São Paulo), with Metra (Metropolitan Transportation System), and SPTrans (São Paulo Transportation); the latter will define the company that will conduct tests in the municipal sphere.

Copersucar (Cooperative of the Sugar Cane, Sugar and Ethanol Producers of the State of São Paulo) was responsible for importing from Sweden the first lot of ethanol with additive for the body assembling tests. Next, Petrobras imported the additive, taking the responsibility of mixing it to ethanol and delivering the fuel to the operating companies.

The technology which adapted the diesel engine to operate with ethanol – already available and improved – was developed by the Swedish company Scania. The adaptation of the diesel engine to work with ethanol does not require significant changes, according to the manufacturer. The diesel engine, which had its tests started in 2007, has mechanical injection and 22:1 compression rate;

in conventional diesel engines, the rate is 18:1. Scania has already brought a new generation engine (Model DC9 E02) to Brazil, to be demonstrated this year. Among the modifications conducted, are the compression rate, 28:1, electronic injection and injectors with greater volumetric capacity.

In Sweden, about six hundred buses circulate mainly fueled by Brazilian ethanol, produced from sugar cane – 380 of these buses are operating in Stockholm, Sweden largest city and capital. The BEST Project is also present in seven other urban centers in Europe: Madrid and the Basque Country (Spain), Rotterdam (The Netherlands), La Spezia (Italy), Somerset (England), Nanyang (China) and Dublin (Ireland).

In São Paulo, the tests are being conducted in the Jabaquara-São Mateus bus corridor, which is 33 kilometers long and conveys 6 million passengers per month. Along this line, the bus stops at nine terminals and runs through four municipalities: São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo and Santo André. The data collected refer to fuel consumption, kilometers run, performance, the occurrence of accidents or mechanical problems, as from the *Mean Kilometers Between Failures* (MKBF), among others. The tests were started in December, 2007 and will go on through 2009.

#### AIR HEALTH

The great advantage of the bus being tested is to be equipped with an engine which meets and excels the Euro 4 specifications, which imposes stricter limits to pollutants emissions in the European Union

member countries.

The Euro 4 version goes beyond what is disposed by Conama (National Environment Council) in Brazil, for pollutant emission limits. The next engine to be used, already homologated by Cetesb (Environmental Sanitation Technology Agency), is advanced even to the European standards, as it meets the Euro 5 standards specifications, which will be enforced in Europe in 2009. It also meets the *Enhanced Environmentally Friendly Vehicles* (EEV), norm which is not yet scheduled to be enforced in the countries integrating the European Union.

In Europe, the new engine is homologated as Euro 5. In Brazil, Cetesb, based on Conama Resolution n° 315/02, homologated it as Euro 4, since there is still no equivalent to Euro 5 standards in the Brazilian legislation. Despite this legislation adjustment, the engine emits far less pollutants than the ones having Euro 4 limits (*see table*).

Many years ago, the productive sector was the one which most contributed to environmental impacts. Nevertheless, in the metropolitan regions recently, the greatest contribution to worsen air quality does not derive from the industrial sector, since 90% derive from vehicles and sulfur is the greatest villain. Petrobras has invested billions of reais to improve refinement in order to lessen the sulfur contents in diesel and in gasoline. With the greater participation of the *flex fuel* vehicles, the consumption of ethanol has surpassed that of gasoline and the BEST Project presents the alternative



**The adaptation of a diesel engine to make it work with ethanol does not require significant changes**

## EMISSION VALUES

	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PM (g/kWh)
Essay in the DC9 E02 Model engine <sup>(1)</sup>	0	0.05	1.7	0.01
Conama phase 5 (Euro 3) <sup>(2)</sup>	2.1	0.66	5.0	0.10 or 0.13
Conama phase 6 (Euro 4) <sup>(3)</sup>	1.5	0.46	3.5	0.02

<sup>(1)</sup> Essay conducted in 13-Sep-2007, in the RDW laboratory, in the Netherlands; <sup>(2)</sup> Conama Resolution n° 315/02, in force as from 1-Jan-2006

<sup>(3)</sup> Conama Resolution n° 315/02, to come into force by 1-Jan-2009

Source: Scania Latin America



**José Roberto Moreira and Cenbio researchers, engineers Sandra Apolinario and Sílvia Velázquez**

of using ethanol, renewable fuel and sulfur free, as a replacement for diesel in the urban public transportation.

Besides the significant reduction in pollutant emissions, responsible for the greenhouse effect, the mitigation of local pollutants (particulate matter, NO<sub>x</sub> and CO) reduces the occurrence of cardiorespiratory diseases, which should be taken into consideration, specially in the metropolitan regions, densely populated, with a large concentration of vehicles and of air pollution sources, where the conditions for pollutants dispersion are unfavorable.

The time is very favorable for the project in Brazil, second greatest ethanol world producer (22 billion liters in the 2007/08 crop), which stands out among the few countries in the world with great capacity for expanding its agricultural production. The favorable climate and soil, besides the investment in research and development, contribute to increasing ethanol productivity, reducing its production costs. Today diesel costs about twice as much ethanol in the Brazilian producing regions, not to mention the international trend of continuous rise in oil prices.

More than encouraging the use of ethanol in public transportation, the research and development launched by Cenbio, partner companies and the European Union, there is an improvement in the discussion on the economic development model sought by Brazil now.

The availability and the perspectives for producing ethanol, added to the environmental competitive advantages deriving from the reduction in greenhouse gases and those causing local pollution, suggest that the use of ethanol in diesel engines provides many benefits to Brazil; among them are the diversification of the energy matrix in the transportation sector, the use of a national fuel and the use of distribution infrastructure compatible with the one existing in Brazil.

Preliminary studies indicate that ethanol bus operation as a whole, including the vehicle, fuel and maintenance costs, results in expenditures 10% greater than the operation of the bus exclusively fueled with diesel, in the State of São Paulo. The ethanol-fueled public transportation model, therefore, needs incentives from the Government, once it is a sustainable alternative. If the bus consumes about 70% more ethanol than diesel to run the same distance, this ethanol being 70% cheaper than diesel, the final costs

are even greater due to the additive. After the results, the BEST Project and the European Union will provide recommendations for formulating public policies fostering the use of ethanol in the urban public transportation. As will be verified, the companies operating the buses will not pay for the difference in costs and, for this reason, the Public Power has to be involved, offering financial incentives to the technology that improves the health conditions in society. The savings in patients internment, deriving from the reduction in cardiovascular and respiratory diseases, since the pollution rate from the ethanol-fueled buses is much smaller, could be used to pay for the incentives to the use of ethanol in public transportation.

### IN THE MEDIA

The launching of the BEST Project, in October, 2007, greatly echoed in the Brazilian media. The *O Estado de S. Paulo* newspaper stated that, replacing a thousand diesel fuel buses by another thousand using ethanol, it is possible to have a CO<sub>2</sub> emission economy of 96 thousand tons, or the equivalent to the emission of 15 thousand light vehicles. Moreover, the ethanol-fueled vehicles emit 92% less carbon monoxide (CO) into the air.

*Folha de São Paulo* registered a statement by Professor José Roberto Moreira, remarking that, in case the whole of the Great São Paulo fleet were ethanol-fueled, there would be a pollutant emission equivalent to 'only' 3 thousand buses. "That is, from the environmental point of view, it would be the same as removing 12 thousand buses from the streets," declared Moreira.

The scientist also remarked that the sugar cane production in Brazil does not hinder the food crops, or deforest the Amazon region, as has been argued. He made use of maps and graphs to show that the cane growth is concentrated in the Center-South Region of Brazil, therefore, very far from the *cerrado* and the Amazon Forest.

Moreira showed that the competition between the sugar cane and food crops in Brazil is not a reality, as the cane growth area is of 5.5 million hectares and the cane plantation only takes 2.4% of the agricultural area available. ●



# BIOCOMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS COMO ALTERNATIVA VIÁVEL PARA OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

## *Considerações sobre tecnologia e sustentabilidade*

*Helena L. Chum e Dan E. Arvizu*

Os biocombustíveis são essenciais para a segurança energética global. Cuidadosamente desenvolvida, há grande potencial para aumentar a contribuição limpa e sustentável do recurso da biomassa para nossas demandas energéticas, ao mesmo tempo que se aumenta o fornecimento mundial de alimentos. Além disso, o desenvolvimento da indústria de biocombustíveis pode alavancar o desenvolvimento econômico rural e urbano e aliviar a pobreza; reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE); melhorar a qualidade do ar, da água e do solo; e proteger os ecossistemas tanto de países desenvolvidos como em desenvolvimento. São objetivos formidáveis para governos, organizações multilaterais, organizações não-governamentais e para a sociedade como um todo. Os biocombustíveis podem contribuir para que esses objetivos sejam atingidos.

A sustentabilidade dos biocombustíveis e seu efeito sobre os mercados mundiais de alimentos estão sendo questionados. Avanços nas tecnologias de biocombustíveis lignocelulósicos e parcerias entre o setor público e privado melhoram amplamente a sustentabilidade dos biocombustíveis. Ao mesmo tempo que os biocombustíveis contribuíram para a alta no preço dos alimentos, outros fatores, inclusive os preços recordes dos combustíveis fósseis, a alta demanda por alimentos nos países em desenvolvimento, as reservas reduzidas de cereais, a especulação nos mercados financeiros e as quebras de safra por problemas meteorológicos, também contribuíram para elevar o preço dos alimentos. É importante que a Pesquisa, o Desenvolvimento e a Demonstração (PD&D) do cultivo de plantas para alimentos e energia sejam intensamente buscados em todo o mundo para que se possa tratar da sustentabilidade e do custo de cada um. Grande parte do trabalho apresentado neste artigo está proporcionando grandes avanços à sustentabilidade dos biocombustíveis<sup>(1)</sup>.

### INTRODUÇÃO

A biomassa forneceu cerca de 9% da energia primária mundial<sup>(2)</sup> em 2004. Aproximadamente 22% foram em forma de modernos combustíveis sólidos, líquidos, e gasosos, com o res-



tante queimado para produção de calor e eletricidade. Entre 2004 e 2007, o consumo de combustíveis de transporte derivados de biomassa, primariamente etanol e biodiesel, dobrou globalmente para cerca de 1,7 EJ, com base nos volumes estimados por Licht para 2007, ou para cerca de 1,7% de toda a demanda mundial por combustível de transporte<sup>(3)</sup>. Durante o mesmo período, a produção global de biocombustíveis cresceu anualmente o equivalente a cerca de 300 mil barris de petróleo por dia. É um grande passo para atender a crescente demanda por petróleo que, em 2007, aumentou em cerca de 900 mil barris por dia. Alguns estrategistas de *commodities* estimam que os preços do petróleo e da gasolina estariam, aproximadamente, 15% mais altos se os produtores de biocombustíveis não tivessem aumentado sua produção.

A biomassa é a principal fonte mundial de alimento, forragem e fibras e uma fonte cada vez mais importante de calor, eletricidade, combustíveis líquidos, produtos químicos e materiais renováveis. Para muitos países, a segurança energética é o motor principal para o rápido desenvolvimento de biocombustíveis. Nos Estados Unidos, a necessidade simultânea e aguda de combustíveis líquidos alternativos de transporte para atender as metas de ar limpo deu um impulso adicional à rápida produção de etanol. O uso preferencial do diesel pelo setor de transportes na União Européia ajudou a estimular a rápida produção de biodiesel. Os preços dos alimentos subiram acentuadamente de 2004 a 2007, assim como os preços do petróleo cru, como mostra a Figura 1 (dados da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, Unctad 2008)<sup>(4)</sup>. Essa é a primeira vez que o mundo vive esse nível de demanda por biomassa global e por cadeias de fornecimento de energia.

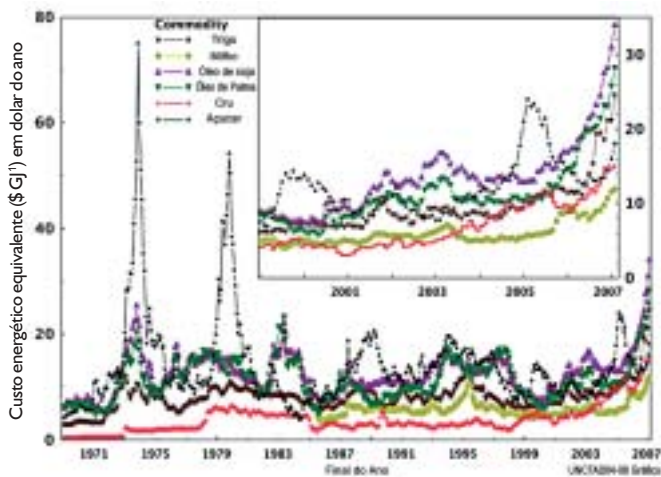


Figura 1. Preços das commodities de alimentos e petróleo (Unctad, 2008)<sup>(4)</sup>

Austrália, Brasil, União Européia, Alemanha, Reino Unido, Estados Unidos e muitos outros países já estabeleceram, ou estão estabelecendo, diretivas para políticas de biocombustíveis, muitas das quais contêm metas agressivas para maior produção e uso de biocombustíveis. Vários países também estão estabelecendo políticas que restringem o uso de safra de alimentos para biocombustíveis (China e México são alguns exemplos). As políticas e atividades foram recentemente revistas pela Parceria Global de Bioenergia<sup>(5)</sup>. Tanto organizações multilaterais como associações de especialistas vêm alertando os governos de todo o mundo sobre questões envolvendo alimentos *versus* combustíveis, clamando pelo desenvolvimento sustentável dos recursos de biomassa.

Com desenvolvimento cauteloso, há potencial para expandir a contribuição dos recursos de biomassa, ao mesmo tempo que se aumenta a segurança alimentar no mundo e se ajuda a atender parte das necessidades de energia para transportes, energia/calor, produtos químicos e materiais, assim contribuindo para a segurança energética mundial. Esforços de curto prazo para biocombustíveis precisam continuar e se expandir globalmente uma vez que o petróleo atinge mais de US\$140/barril sem considerável capacidade adicional de recursos fósseis à vista para um futuro próximo. Este artigo aborda áreas-chave para o desenvolvimento sustentável global de biocombustíveis.

### BIOMASSA POTENCIAL

O sistema mundial de biomassa é complexo. Portanto, é difícil quantificar sua disponibilidade, especialmente à luz da competição potencial por biomassa entre alimentos, forragem, materiais e energia. A disponibilidade de biomassa para energia é influenciada pelo crescimento populacional, dieta, disponibilidade de água, densidade agrícola e pela natureza. Estudos minuciosos realizados por pesquisadores alemães<sup>(6)</sup> consideraram cenários com diferentes hipóteses sobre os índices de desenvolvimento tecnológico e os níveis de comércio internacional de alimentos, juntamente com diferentes hipóteses sobre

crescimento populacional e dieta.

O crescimento do potencial energético de biomassa a um fator de cinco, a partir do valor atual para 200 EJ/ano em 2050, é uma meta realista, apesar de ainda desafiadora. Nos estudos, o comércio de *commodities* de biomassa seria necessário para sustentar a expansão dos biocombustíveis e a interdependência regional seria uma consequência. Vários fatores importantes envolvidos no desenvolvimento de recursos potenciais de bioenergia foram bem detalhados pela Agência Internacional de Energia (IEA)<sup>(2)</sup> a partir de contribuições de vários autores independentes e por intermédio de suas diferentes atividades e tarefas.

### OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Para 2030, a Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que a população mundial será de 8,3 bilhões de habitantes, quando hoje são 6,6 bilhões. A Energy Information Administration dos Estados Unidos estima que a demanda global por energia será pelo menos 50% maior, de 17,7 bilhões de toneladas de petróleo equivalente (Gtep) comparados aos 11,4 Gtep atuais. A Organização para Agricultura e Alimentação da ONU, por sua vez, espera que a demanda por alimentos seja pelo menos 50% maior, com a demanda por cereais a 2,8–3 bilhões de toneladas comparados aos 2,1 bilhões de toneladas atuais. Muitas safras usadas na produção de biocombustíveis nesse período passarão a ser de safras de plantas não-alimentícias, de origem terrestre ou aquática. Haverá forte pressão para que as safras de cereais voltem a ser destinadas à alimentação. A cana-de-açúcar pode continuar a demonstrar sua resiliência para a função, além de ser cultura tanto para biorrefinaria como fonte de alimento, como tem sido no Brasil nos últimos trinta anos, produzindo açúcar, etanol, calor, energia e outros produtos.

Oportunidades e desafios existem em toda a cadeia de suprimentos: desde o fornecimento de biomassa, seu transporte para uma usina de conversão para combustível, seu transporte para distribuição e uso do combustível.

### MATÉRIAS-PRIMAS ATUAIS PARA ETANOL E BIODIESEL

Os desafios e oportunidades para uma maior produção de biocombustíveis se iniciam com matérias-primas de biomassa (Figura 2):

- A cana-de-açúcar é uma matéria-prima bastante desenvolvida para o etanol com alta produtividade no Brasil.
- O sorgo sacarino tem alta produtividade na China, mas está bem menos desenvolvido do que a cana-de-açúcar.
- Beterrabas estão sendo cultivadas para biocombustíveis na União Européia.
- A mandioca, um tubérculo, apresenta produtividade moderada na China e ainda está sob desenvolvimento.
- Entre os cereais, o milho dos Estados Unidos é o mais desenvolvido e tem a maior produtividade, seguido do trigo e da cevada na União Européia.
- Para o biodiesel, o dendzeiro lidera em produtividade, mas é uma planta alimentícia. Todas as outras plantações têm produtividade mais baixa em comparação, mas o pinhão-

manso e outras plantas oleaginosas não-alimentícias merecem muita pesquisa e desenvolvimento porque crescem bem em muitos países. Algumas se desenvolvem bem em solos áridos e podem apresentar grande potencial.

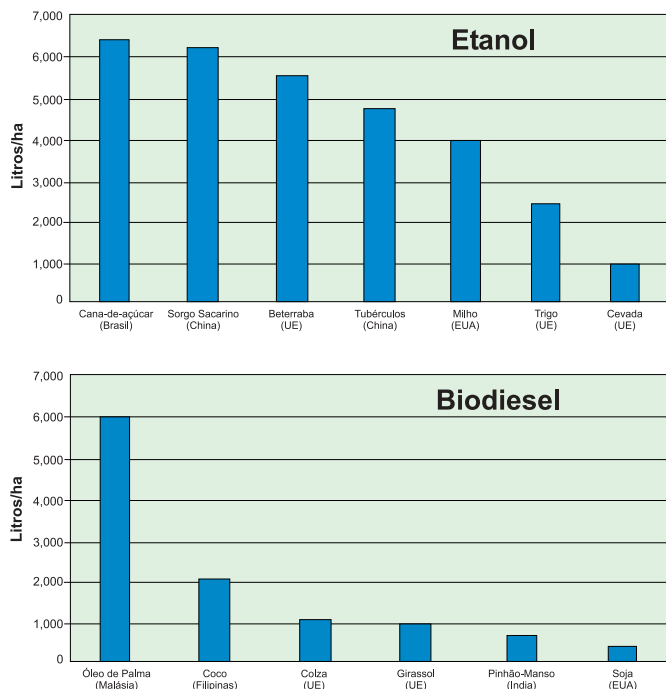


Figura 2. Produtividade dos biocombustíveis a partir de diferentes plantas

A pesquisa mundial em agricultura tem recebido baixo investimento há várias décadas<sup>(4)</sup>. A produção de muitas plantações é quatro a seis vezes menor em países em desenvolvimento do que na maioria dos países desenvolvidos. As principais questões para melhorar as plantações existentes são rendimento, eficiência no uso de nitrogênio e água, habilidade para cultivar terras marginais e resiliência a problemas climáticos como secas e enchentes. Plantações não-alimentícias como a do pinhão-manso, espécies herbáceas, madeiras de curta rotação e muitas outras devem ser desenvolvidas paralelamente<sup>(4)</sup>.

**PROCESSAMENTO AVANÇADO DE BIOCMBUSTÍVEIS VAI ALÉM DAS PLANTAÇÕES DE ALIMENTOS**

A próxima geração de biocombustíveis virá de matérias-primas de biomassa não-alimentícia. O processamento dessas matérias-primas necessitará de um foco concentrado de pesquisa em biomassa lignocelulósica.

A biomassa lignocelulósica é, em nível básico, uma matriz complexa de polímeros de celulose, hemicelulose e lignina que difere do amido facilmente hidrolisável de cereais e do sumo de fácil processamento da cana-de-açúcar. O bagaço, resíduo do processamento de cana-de-açúcar, também é um material lignocelulósico. Devido à complexidade morfológica e à composição dos polímeros, há desafios técnicos para sua conversão

em etanol ou outros biocombustíveis. Por meio de P&D, grande progresso está sendo alcançado.

Um projeto de processo bioquímico que pode ser utilizado para produzir biocombustíveis a partir de biomassa lignocelulósica é detalhado na Figura 3. A matéria-prima, como palha de milho ou trigo, bagaço ou biomassa herbácea ou lenhosa, é pré-tratada com diluição ácida, por exemplo, para solubilizar boa parte da hemicelulose em açúcares (xilose) e permitir a penetração enzimática. Enzimas celulásicas são então utilizadas para quebrar as cadeias celulósicas em açúcares fermentáveis. A mistura de açúcares é fermentada e o etanol resultante é recuperado e purificado usando-se tecnologia de destilação padrão. O subproduto, nesse caso, é um resíduo rico em lignina que pode ser queimado para gerar vapor e eletricidade para abastecer a biorrefinaria.

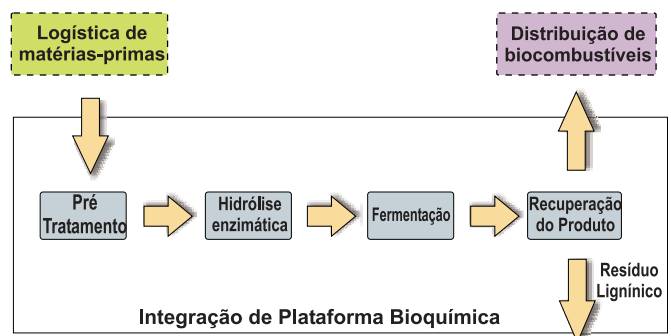


Figura 3. Diagrama de processo de conversão bioquímica<sup>(7)</sup>

Uma avaliação econômica de avanços tecnológicos nesse processo, descrito por Aden, *et al.*<sup>(7)</sup> apresentou grandes avanços na redução de custos (Figura 4).

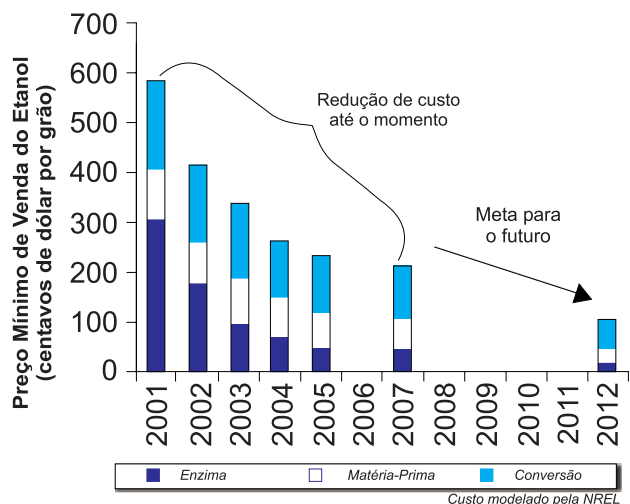


Figura 4. Reduções de custo alcançadas no processamento bioquímico por meio de P&D nos Estados Unidos<sup>(7)</sup>

Note que o custo da matéria-prima da palha de milho foi assumido como US\$ 53/t seca em 2007 e projetado em US\$ 46/t seca em 2012. O cenário de custos projeta uma n<sup>ésima</sup> planta

Os desafios técnicos do processo de conversão bioquímica (Figura 3) incluem lidar com sólidos em alta concentração durante a maior parte do processo para diminuir os custos de capital. No pré-tratamento, os desafios são atingir alta produção de xilose em ambiente de altos sólidos sem convertê-la em produtos de degradação como o furfural. As enzimas melhoraram como resultado de P&D, mas sua funcionalidade e atividade específica são prejudicadas por um substrato insolúvel (celulose) e pela presença de lignina, que apresenta transferência de massa e limitações de aglutinação não específicas. Metas de P&D para reduzir os custos da conversão bioquímica incluem a redução de carga de 40 mg proteína/g celulose, atualmente exigida para produção suficiente de glicose, e um tempo de residência de três a sete dias. Estabelecer organismos robustos de fermentação é outro desafio e a pesquisa se concentra na engenharia de leveduras e bactérias que fermentam açúcares múltiplos simultaneamente em condições adversas de processo como perturbações e na presença de inibidores, água reciclada e sais. A integração dessas operações-chave de uma unidade é um grande desafio<sup>(8)</sup>.

Uma tecnologia de conversão alternativa de biomassa, o processo termoquímico, está demonstrada na Figura 5. A matéria-prima, cavacos de madeira nesse caso, é seca e gaseificada por um sistema indireto de gaseificação em um leito fluidizado circulante. O gás resultante contém alcatrões que passam, então, por reforma catalítica. O gás reformado é condicionado e enviado através de um reator de síntese onde o biogás de síntese é convertido em uma mistura de alcoóis, estando o etanol em maior concentração. Os alcoóis superiores são vendidos como co-produto para aditivo e o etanol é purificado por destilação. O biogás de síntese não reagido volta para ser reciclado no reformador de alcatrão. Uma corrente de biogás de síntese não reformado é queimada na câmara de combustão de carvão para fornecer o calor necessário para as reações de gaseificação endotérmicas. Uma avaliação econômica minuciosa do processo é descrita por Phillips, *et al.*<sup>(9)</sup> com metas futuras de custo semelhantes, como mostra a Figura 4.

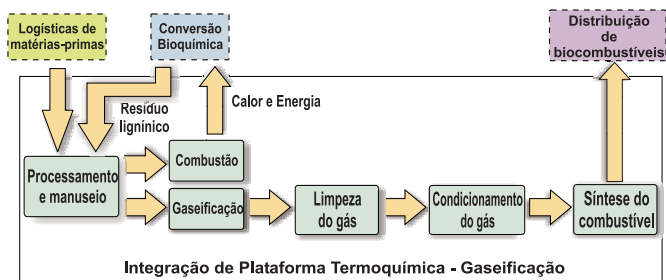


Figura 5. Diagrama de processo de conversão termoquímica<sup>(8)</sup>

A gaseificação de biomassa é um bom exemplo de tecnologia que permite a produção de vários combustíveis de transporte<sup>(10-11)</sup>. Incluem-se aí metanol, alcoóis superiores e várias com-

binhações para gasolina, diesel e combustíveis de aviação ao mudar os catalisadores na etapa da síntese de combustíveis. A pirólise de biomassa proporciona um produto líquido que pode ser aprimorado para combinações de gasolina ou diesel. Também há outras séries de reações químicas de açúcares a combustíveis de hidrocarbonetos através de reforma catalítica aquosa ou por fermentação. A fermentação pode produzir butanol e processos microbianos podem produzir hidrocarbonetos.

O Programa para Biomassa do Departamento de Energia dos Estados Unidos<sup>(12)</sup> tem um portfólio de parcerias de PD&D com a indústria para incrementar processos bioquímicos e termoquímicos para usina piloto ou primeira usina comercial. As primeiras biorrefinarias integradas processam quase 700 toneladas de biomassa por dia com um amplo espectro de tecnologias e a partir de várias matérias-primas. A lista de usinas comerciais envolvidas, além de uma série em negociação, está apresentada na Tabela 1, assim como os vários processos em desenvolvimento em escala de 10% das usinas de nível comercial que exploram outros conceitos para a produção de biocombustíveis.

### TECNOLOGIAS A CURTO PRAZO

Vários processos de conversão de biocombustíveis já estão no mercado ou quase prontos para ele. A produção de biodiesel com transesterificação é um processo comercial apesar de continuar a PD&D num esforço para melhorar o processo e minimizar desperdícios e custos. A próxima geração de diesel verde a partir de óleos vegetais está se aproximando rapidamente da comercialização. A Neste Oil lançou o Neste Green diesel, apropriado para todos os motores a diesel, contendo pelo menos 10% de combustível renovável, com base em sua tecnologia NEXBTL que opera na Finlândia. Além disso, a Neste Oil está construindo uma usina de 800 kt de petróleo hydrogenado em Singapura, que deve passar a operar em 2010. Conoco Phillips e Tyson possuem uma usina em funcionamento nos Estados Unidos que utiliza gordura animal. O processo Ecofine está sendo expandido pela UOP/ENI em Livorno, Itália, e deve entrar em operação em 2010. A empresa estatal brasileira de energia, Petrobras, testou o processo H-Bio em escala de refinaria, mas ainda não iniciou a produção em massa em vista do alto preço do óleo de soja. O aditivo de biocetanol da ArboKem para o diesel (Canadá) está em desenvolvimento.

### TECNOLOGIAS DA PRÓXIMA GERAÇÃO

Deixando um pouco de lado as matérias-primas terrestres, os óleos de alga (lipídios renováveis de microalgas) merecem especial discussão como matéria-prima de combustível renovável. Assim como as plantas terrestres, as microalgas são fotossintéticas, o que significa que utilizam CO<sub>2</sub> durante seu crescimento e desenvolvimento. No entanto, a vantagem real sobre as contrapartes terrestres é sua alta produtividade. Um criadouro de algas pode produzir óleos a um volume por hectare centenas de vezes maior do que o que pode ser produzido pela soja. Sua capacidade para cultivo em solo que de outra forma seria não-produzível ou em fontes de água salgada também é uma vantagem.

**Tabela 1. Departamento de Aceleração de Comercialização de Biorrefinarias Integradas de Energia Lignocelulósica para a Produção de Etanol dos EUA**

PRIMEIRAS BIORREFINARIAS INTEGRADAS EM ESCALA COMERCIAL: 700 TONELADAS/DIA	
EMPRESA/ SITUAÇÃO	PROCESSO
Range Fuels (Construção iniciada)	Conversão termoquímica. Gaseificação e conversão catalítica para alcoóis mistos. Baseado na conversão de resíduos florestais na Geórgia.
Abengoa	Bioquímica e termoquímica híbrida. Bioquímica para produção de etanol a partir de resíduos agrícolas pré-tratados em diluição ácida. Gaseificação para calor/energia para si e para moinho a seco associado.
BlueFire	Hidrólise ácida concentrada para açúcares e fermentação para etanol com processo de recuperação ácida (tecnologia Arkenol). Matéria-prima lignocelulósica de uma instalação para recuperação de materiais na Califórnia.
Poet	Pré-tratamento em diluição ácida seguida de fermentação para produção de alcoóis de 6 e 5 açúcares de carbono. Baseado na recuperação de resíduos agrícolas de milho como palha, sabugo e fibra de milho em Iowa.
BIORREFINARIAS (ESCALA DE 10%) EM FASE DE NEGOCIAÇÃO	
EMPRESA	PROCESSO
Ecofin	Fermentação em estado sólido para enzimas e conversão total para etanol em moinho a seco em Kentucky.
ICM	Hidrólise enzimática (bioquímica) com múltiplos parceiros. Resíduos agrícolas em Kansas e Missouri.
Lignol	Processo organo-solvente e conversão bioquímica para etanol. Usina piloto no Colorado.
Mascoma	Hidrólise enzimática (bioquímica) de etanol de celulose a partir de culturas dedicadas à energia, como <i>switchgrass</i> – Tennessee.
New Page	Gaseificação com utilização de celulose e aparas de papel em Wisconsin.
Pacific Ethanol	Hidrólise enzimática (bioquímica) – resíduos agrícolas e florestais com um produtor de etanol de cereais em Oregon.
RSE	Conversão bioquímica de celulose e aparas de papel em Maine.

### PADRÕES INTERNACIONAIS DE ATIVIDADES

Os biocombustíveis atuais estão sujeitos a diferentes especificações em diferentes jurisdições, ao contrário de suas contra-

partes de combustível fóssil. A harmonização é necessária para impedir que as diferenças se tornem uma barreira à comercialização. A Força Tarefa Tripartite sobre Padrões para Biocombustíveis recentemente finalizou uma revisão dos padrões existentes para bioetanol e biodiesel para identificar onde se poderia conseguir maior compatibilidade em apoio à “comoditização” global dos biocombustíveis. O relatório traz uma lista definitiva de especificações para biocombustíveis líquidos puros que são semelhantes; especificações com diferenças significativas, mas alinháveis; e especificações nas quais as diferenças fundamentais impedem uma resolução em um futuro previsível. As descobertas indicam que nove entre as dezesseis especificações para bioetanol já estão quase totalmente alinhadas; atualmente, nenhuma das especificações existentes apresenta impedimento à comercialização global. Para o biodiesel, 6 das 24 especificações são consideradas alinhadas. O relatório sugere que se podem enfrentar as várias diferenças com a combinação de vários tipos de biodiesel para criar um produto final que atenda as especificações regionais para qualidade de combustíveis e emissões<sup>(13)</sup>.

### SUSTENTABILIDADE

Considerações sobre mudanças climáticas exigem que as emissões mundiais de GEE sejam reduzidas. Esse é um componente fundamental da sustentabilidade. A substituição real de carbono fóssil por carbono renovável é medida por meio do inventário de ciclo de vida (ICV), um processo formalizado de contabilidade de energia e materiais que é parte da ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) descrito pela ISO 14040. Com a contabilidade total, é possível delinear o destino de diferentes compostos químicos na cadeia de produção a partir do campo ou da floresta até a roda dos veículos. Sempre se refere a um subconjunto da ACV como “do-poço-às-rodas” composto de “do-poço-ao-tanque,” e “do-tanque-às-rodas.”

A faixa de estimativas de reduções de emissões de GEE associadas ao etanol e ao biodiesel varia amplamente dependendo das hipóteses e dos limites dos diferentes estudos. Quando se colocam essas hipóteses e limites em condições semelhantes, explicam-se as diferenças<sup>(14)</sup>. Para o principal processo nos Estados Unidos, processamento do milho a seco, as reduções de GEE relativas à gasolina dependem em grande parte da fonte de energia utilizada para gerar o calor do processo. Se o carvão gera o calor e a eletricidade do processo, as emissões de GEE aumentam em 3%, enquanto se obtém uma redução de 28% com o uso de gás natural para o calor do processo e uma redução de 52% se resíduos de biomassa são utilizados para a energia do processo<sup>(15)</sup>. O etanol lignocelulósico é projetado para reduzir as emissões de GEE em 80% ou mais em relação à gasolina. Reduções superiores a 100% são possíveis com as características corretas do solo a ser plantado e o seqüestro potencial de carbono de *switchgrass* e gramíneas mistas<sup>(16)</sup>. A legislação dos Estados Unidos vincula seus padrões de combustível renovável a reduções antecipadas do ciclo de vida das emissões de GEE.

O etanol de cana-de-açúcar produz reduções na faixa de 70% a 80%, ou mais, dependendo do tipo de biorrefinaria in-

tegrada analisada. Dados de 44 usinas no Centro-Sul do Brasil foram publicados recentemente e mostraram como as emissões de GEE podem melhorar com a produção de calor e energia mais eficientes<sup>(17)</sup>.

Pesquisadores europeus empregaram, além das avaliações de ciclo de vida descritas acima, uma série de outros indicadores de sustentabilidade. Um exemplo suíço<sup>(18)</sup> é uma avaliação de impacto de ciclo de vida orientada ao dano (LCIA) que considera os efeitos de todas as substâncias emitidas ou utilizadas em três categorias de danos: saúde humana, qualidade do ecossistema e consumo de recursos (fósseis e minerais). As categorias de danos são normatizadas e então avaliadas com base em três tipos de *stakeholders*: individualista, igualitário e hierarquista. A individualista é uma tipologia de visão curta que considera apenas os efeitos comprovados. A saúde humana é a categoria de dano mais importante na tipologia individualista. A preservação de recursos fósseis não tem valor. A tipologia igualitária é uma perspectiva de longo prazo que permite a inclusão de efeitos potenciais de longo prazo mesmo se houver limitadas evidências científicas que comprovem o efeito. A qualidade do ecossistema é a categoria de dano mais importante na tipologia igualitária. A tipologia hierarquista atribui peso igual a todas as categorias e exige consenso entre cientistas para a inclusão de um efeito.

Alemanha e Reino Unido têm metodologias avançadas para medição de GEE e valores padrão. Por intermédio da Parceria Global para Biocombustíveis, a Força Tarefa de Metodologias de GEE está trabalhando para desenvolver uma metodologia de consenso a ser utilizada por elaboradores de políticas em todos os países (desenvolvidos e em desenvolvimento). O principal produto do trabalho em curso é um gabarito ou guia de melhores práticas para realizar avaliações do ciclo de vida de GEE<sup>(19)</sup>.

As diferenças nas considerações sobre sustentabilidade entre países e estabelecidas nas *Mesas Redondas sobre Óleo de Palma Sustentável (RSPO)* e sobre *Biocombustíveis Sustentáveis (RSB)* é bem descrita por Pinto<sup>(20)</sup> e resumida na Tabela 2.

A avaliação dos impactos gerais dos biocombustíveis (e dos combustíveis fósseis em evolução) ainda está em curso. A

recente publicação de artigos sobre o balanço de carbono de biocombustíveis identificou a questão de alteração de uso do solo (AUS) no balanço líquido de carbono – primeiro para o etanol à base de milho e biodiesel à base de soja. Os elementos principais do argumento se igualam se a colheita anual do material for utilizada para compensar o uso do carbono fóssil, a compensação de dióxido de carbono será considerada negativa até que a dívida causada pelas emissões de carbono da AUS seja ressarcida. A AUS toma muitas formas e pode incluir uma mudança mínima se forem utilizadas áreas degradadas não-cultivadas ou áreas sem muita vegetação ou uma significativa emissão de carbono se a floresta primária madura for substituída por uma plantação energética<sup>(1)</sup>.

Pesquisa e desenvolvimento na produção de safras de alimentos e não-alimentícias devem tratar dos impactos diretos e indiretos da AUS. O planejamento do cenário em múltiplas escalas é necessário para medir os efeitos das práticas agrícolas para plantações destinadas à alimentação e energia em serviços de ecossistemas que incluem a água. Dados de maior qualidade e o desenvolvimento de modelos adequados para cobrir as fronteiras em expansão, tanto de alimentos como de bioenergia de biocombustíveis, são necessários para desenvolver recursos sustentáveis para o futuro. A rápida emergência dos biocombustíveis com certeza acelerará os avanços na agricultura de todo o mundo.

## OBSERVAÇÕES FINAIS

Os biocombustíveis estão recebendo cada vez mais atenção em muitas economias do mundo. Sua produção e consumo aumentaram significativamente numa resposta aos temores quanto à segurança energética, qualidade do ar urbano, desenvolvimento econômico rural, alívio da pobreza e, mais recentemente, compensações de gases de efeito estufa.

O rápido crescimento dos biocombustíveis fornece os combustíveis líquidos necessários para o transporte num momento em que as economias mundiais não conseguem aumentar rapidamente sua capacidade de combustíveis fósseis. Além disso, estão contribuindo para diminuir os preços do petróleo.

Tabela 2. Planos de Sustentabilidade Global<sup>(20)</sup>

PLANO	VOLUNTÁRIO				COMPULSÓRIO				
	RSPO	Brasil	RSB	EUA	UE	Holanda	Alemanha	Reino Unido	Suíça
GEE e Balanço Energético	X		X	X	X	X	X	X	X
Critérios Ambientais	X		X	X	X	X	X	X	X
Critérios Sociais	X	X	X		X	X		X	X
Critérios Econômicos	X	X	X		X			X	
Competição por Alimentos			X		X	X			
Alteração de Uso de Solo		X		X	X		X	X	
Biodiversidade	X		X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Centro Global de Biocombustíveis, maio de 2008

Os biocombustíveis não são apenas parte da solução para a segurança energética global e preocupações com o ambiente. A continuação da pesquisa e desenvolvimento dos biocombustíveis contribuirá para melhorias na agricultura e fornecimento de alimentos em todo o mundo.

Para a primeira geração de biocombustíveis, há poucos riscos tecnológicos de produção, mas os níveis atuais de substituição de 5% para o biodiesel e 10% de etanol na gasolina, em geral, são insuficientes para dar uma contribuição efetiva para compensar as emissões de GEE. Ir além desses níveis de substituição de combustível sem modificação nos veículos e motores exigirá minuciosa avaliação e adaptação para climas específicos e sistemas de distribuição de combustível. O uso de veículos *flex fuel* (VFCs) para etanol e gasolina (E25) no Brasil está aprovado e o uso de E85 nos Estados Unidos está se expandindo, com cerca de 1.300 postos de abastecimento e vários modelos de veículos de passeio que foram modificados para aceitar proporções variáveis de etanol-gasolina.

As melhores oportunidades para o desenvolvimento de matérias-primas sustentáveis para a produção de biocombustíveis se encontram no uso de resíduos de biomassa e plantas não-alimentícias que podem ser desenvolvidas juntamente com critérios de sustentabilidade. Atualmente, o desenvolvimento de biocombustíveis lignocelulósicos está sendo tratado por programas governamentais e industriais em todo o mundo. A meta é acelerar o desenvolvimento de biocombustíveis lignocelulósicos nos Estados Unidos, países da União Européia, Canadá, Suécia, Alemanha e Brasil, entre outros. O uso de resíduos de colheitas, como a palha de milho, pode apresentar um bom perfil ambiental. Neste ponto, é semelhante ao bagaço e ajuda a tornar mais sustentável a produção de alimentos e combustíveis a partir da cana-de-açúcar. O resíduo de cana da colheita mecânica será um recurso adicional para a bioenergia.

Alguns dos biocombustíveis de uso final de biomassa lignocelulósica são muito mais fungíveis com os combustíveis de hidrocarboneto existentes e apresentarão menos risco ao serem usados em diferentes frações de combustível fornecido ao veículo. Isso pode ser um benefício para sua introdução. Esses combustíveis mais novos também podem apresentar riscos de implementação de políticas e regulamentação.

As colaborações internacionais em tecnologia podem reduzir o risco tecnológico de biocombustíveis avançados e irão acelerar sua implementação. Essa colaboração em PD&D em biocombustíveis está em curso através das colaborações bilaterais que os Estados Unidos têm com Brasil, China, Índia e Suécia. Os Estados Unidos também estão trabalhando com o Canadá e México no Grupo Norte Americano de Trabalho em Energia da Parceria de Segurança e Prosperidade e com a Agência Internacional de Energia. Colaborações sul-sul também estão ocorrendo; o Brasil e países africanos são um bom exemplo. Há colaborações da Apec entre e com países da UE. Por fim, a colaboração global em padrões e regulamentações de biocombustíveis, que incluam critérios de sustentabilidade, será o melhor meio de assegurar um equilíbrio de oportunidade entre pro-

dutores de biocombustível e consumidores ao mesmo tempo que cumprem metas de clima, alimentos e desenvolvimento econômico e contribuem para a segurança energética.

Fazer a transição dos biocombustíveis atuais e suas plantações para os combustíveis lignocelulósicos do futuro é importante. Esses são os combustíveis que contribuirão para o futuro do transporte e eletricidade em todo o mundo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao chefe do Office of Biomass Program Jacques Beaudry-Losique e à sua equipe de trabalho: Valerie Sariscoy-Reed, Amy Miranda, Paul Grabowski, Zia Haq, e Alison Goss Eng pelo apoio e pelas contribuições a este artigo. Os colaboradores do National Renewable Energy Laboratory para este artigo são: Ralph Overend (aposentado), Andy Aden, Anelia Milbrandt, Tom Foust, Margaret Mann, Ron Benioff, Chris Kinchin, Rich Bain e Kristi Theis.

## REFERÊNCIAS E NOTAS

- (1) Este artigo é parte das contribuições dos autores e suas organizações para a *Mesa Redonda sobre Biocombustíveis Líquidos do Fórum Global de Energia Renovável*, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil de 18 a 21 de maio de 2008. O artigo completo pode ser obtido em Helena\_Chum@nrel.gov.
- (2) **IEA BIOENERGY ExCo58 Workshop**, fevereiro de 2008. *The Availability of Biomass Resources for Energy*.
- (3) **LICHT, F.O.** *World Ethanol & Biofuels Report*, outubro de 2007 e fevereiro de 2008.
- (4) **MILBRAND, A.; OVEREND, R.P.** (2008) *The Future of Liquid Biofuels for Apec Economies*. [http://www.apec.org/apec/publications/all\\_publications/energy\\_working\\_group.html](http://www.apec.org/apec/publications/all_publications/energy_working_group.html)
- (5) **GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP** (2007). <http://www.globalbioenergy.org/>
- (6) **HOOGWIJK, M. et al.** (2005). *Biomass & Bioenergy*, 29, p. 225.
- (7) **ADEN, A. et al.** (2002), NREL/TP-510-32438. <http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/32438.pdf>
- (8) **HIMMEL, M.E. et al.** (2007) *Science*, 315, p. 804
- (9) **PHILLIPS, S. D. et al.** (2007) NREL Report No. TP-510-41168. <http://www.nrel.gov/docs/fy07osti.41168.pdf>
- (10) **CHUM, H.L.; OVEREND, R.P.** (2001) *Fuel Processing Technology*. 71:187-195
- (11) **HUBER, G.W. et al.** (2006). *Chem. Rev.* 106: 4044.
- (12) **BEAUDRY-LOSIQUE, J.** (2007) [http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/Biomass%202007%20Overview\\_Web.pdf](http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/Biomass%202007%20Overview_Web.pdf)
- (13) **TRIPARTITE TASK FORCE.** White paper on Internationally Compatible Biofuel Standards, December 2007 <http://www.ansi.org>
- (14) **FARRELL, A. E. et al.** (2006) *Science* 311: 506
- (15) **WANG, M. et al.** (2007) *Environ. Res. Lett.* 2: doi: 10.1088/1748-326/1082/1082/024001
- (16) **HILL, J.; et al.** (2006) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103: 11206
- (17) **MACEDO, I. C. et al.** (2008). *Biomass and Bioenergy* (2008), doi:10.1016/j.biombioe.2007.12.006
- (18) **ZAH, R. et al.** (Empa) (2007): Life Cycle Assessment of Energy Products: Environmental Assessment of Biofuels. <http://www.globalbioenergy.org/programmeofwork.html>
- (19) **PINTO, M.S.** Global: Biofuels Sustainability Criteria, Special Biofuels Report, <http://www.ifqcbiofuels.org/>

Helena L. Chum e Dan E. Arvizu

National Renewable Energy Laboratory, 1617 Cole Blvd., Golden, CO 80401, Estados Unidos

Helena\_Chum@nrel.gov e Dan\_Arvizu@nrel.gov

# LIQUID BIOFUELS AS A VIABLE ALTERNATIVE TO FOSSIL FUELS

## *Technology and sustainability considerations*

Helena L. Chum and Dan E. Arvizu

**B**iofuels are key to global energy security. Carefully developed, there is significant potential for expanding the clean, sustainable contribution of the biomass resource to our energy demands, while increasing worldwide food supply. Additionally, developing the biofuels industry will spur both rural and urban economic development and alleviate poverty; reduce greenhouse gas (GHG) emissions; improve air, water, and land quality; and protect ecosystems in both developed and developing countries. These are formidable objectives for governments, multilateral organizations, nongovernmental organizations, and society as a whole. Biofuels can contribute to their realization.

The sustainability of biofuels and their effect on world food markets are being questioned. Advances in lignocellulosic biofuels technologies and partnerships between the public and private sector are vastly improving the sustainability of biofuels. While the rapid increase in biofuels has contributed to higher food prices, other factors, including record-high prices of fossil fuels; high food demand in developing countries; reduced grain reserves; speculation in financial markets; and weather-related crop shortfalls, have also contributed to higher food costs. It is important that Research, Development, and Demonstration (RD&D) be vigorously pursued worldwide for both food and energy crops to address the sustainability and cost of each. Much of the work profiled in this paper is greatly improving biofuels sustainability<sup>(1)</sup>.

### INTRODUCTION

Biomass provided about 9% of the world's primary energy<sup>(2)</sup> in 2004. About 22% was in the form of modern solid, liquid, and gaseous fuels, with the remainder combusted to produce heat and electricity. Between 2004 and 2007, the use of biomass-derived transportation fuels, primarily ethanol and biodiesel, doubled globally to about 1.7 EJ, based on Licht's estimated 2007 volumes, or to about 1.7% of all transport fuel demand worldwide<sup>(3)</sup>. During that same time period, global biofuels production rose annually by the equivalent of about 300,000 barrels of oil a day. This goes a long way toward meeting the growing demand for oil that in 2007 rose by about 900,000 barrels a day. Some commodity strategists estimate that oil and gasoline prices would be about 15% higher if biofuels producers weren't increasing their output.

Biomass is the world's major source of food, feed, and fiber and an increasingly important source of renewable heat, electricity, liquid fuels, chemicals, and materials. For many countries, energy security is the major driver for the rapid development of biofuels. In the United States, a simultaneous acute need for alternative liquid transportation



oxygenates to meet clean air goals provided an additional boost for rapid ethanol production. The preferential use of diesel by the European Union transport sector helped to rapidly stimulate biodiesel production. Food prices from 2004 to 2007 increased significantly, as did crude oil prices, as shown in Figure 1 (data from the United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD 2008)<sup>(4)</sup>. This is the first time that the world is experiencing this level of demand from both the global biomass and energy supply chains.

Australia, Brazil, the European Union, Germany, the United Kingdom, the United States, and many other countries have, or are setting, biofuels policy directions, many of which contain aggressive goals for increased biofuels production and use. Several countries are also setting policies that restrict use of food crops for biofuels (China and Mexico are examples). Bioenergy policies and activities have been reviewed recently by the Global Bioenergy Partnership<sup>(5)</sup>. Multilateral organizations and learned societies alike are cautioning world governments on issues of food versus fuel calling for sustainable development of biomass resources.

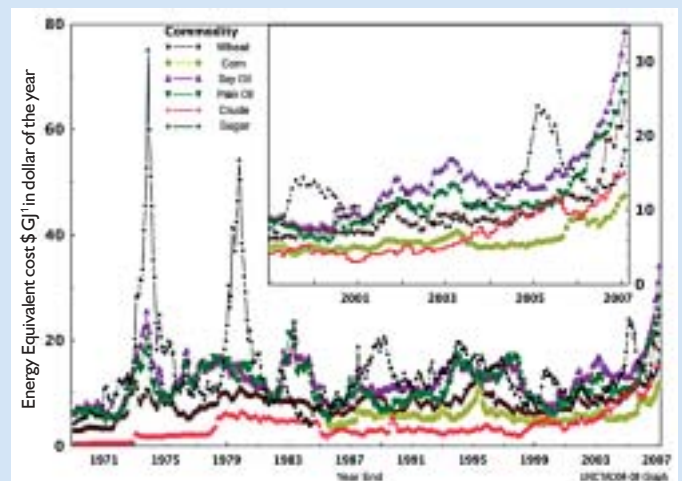


Figure 1. Food commodity and oil prices (UNCTAD, 2008)<sup>(4)</sup>



Carefully developed, there is potential for expanding the contribution of the biomass resource, while increasing worldwide food security, and helping to meet a portion of the energy needs in transport, power/heat, chemicals, and materials, thus contributing to worldwide energy security. Near-term biofuels efforts need to continue and expand globally as oil reaches more than \$140/barrel with no significant additional fossil capacity in sight for the near future. This paper addresses some key areas to the development of global sustainable biofuels.

## BIOMASS POTENTIAL

The worldwide biomass system is complex so availability is difficult to quantify, particularly in light of the potential competition for biomass between food, feed, materials, and energy. The availability of biomass for energy is influenced by population growth, diet, water availability, agricultural density, and nature. Careful studies by Dutch researchers<sup>(6)</sup> considered scenarios with different assumptions about the rates of technology development and the levels of international trade in food, along with different assumptions on population growth and diet.

Growth in biomass energy potential by a factor of five from today's value to 200 EJ/year in 2050 is a realistic, although still challenging, goal. In the studies, trade in biomass commodities was required to sustain the biofuels expansion and regional interdependence was a consequence. Several major factors involved in the development of the bioenergy resource potential are well described by the International Energy Agency (IEA)<sup>(2)</sup> from inputs from several independent authors and by the activities of its various tasks.

## OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

In 2030 the United Nations (UN) projects world population will be 8.3 billion inhabitants; up from today's 6.6 billion. The United States Energy Information Administration estimates that global energy demand will be at least 50% greater at 17.7 billion tons of oil equivalent (Gtoe) compared to 11.4 Gtoe today, and the UN Food and Agriculture Organization expects that food demand will be at least 50% greater, with demand for cereals at 2.8–3 billion tons compared to 2.1 billion tons today. Many food crops used to produce biofuels in this period will transition to non-food crops, of terrestrial or aquatic origin. High pressure will be on cereal crops to return to food uses. Sugar cane may continue to demonstrate its resilience to function well as a crop for a biorefinery and a food source, as it has been in Brazil for the past 30 years, producing sugar, ethanol, heat, power, and products.

Opportunities and challenges exist across the supply chain from biomass supply, its transport to a conversion facility to a fuel, its transport to the fuel distribution and use.

## CURRENT FEEDSTOCKS FOR ETHANOL AND BIODIESEL

The challenges and the opportunities for expanded biofuels production start with the biomass feedstocks (Figure 2):

- Sugar cane is a very well developed ethanol feedstock with high productivity in Brazil.
- Sweet sorghum has high productivity in China but is much less developed than sugar cane.
- Commercial sugar beets are being grown for biofuels in the European Union.
- Cassava, one of the tubers, shows a moderate productivity in China, and is still under development.

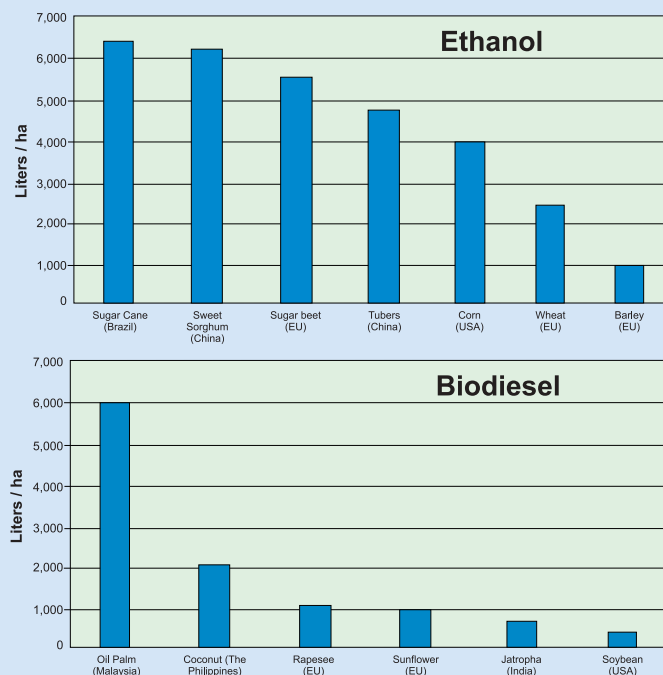


Figure 2. Biofuels productivity from various crops

- Among the cereals, corn from the United States is the most developed and has the highest productivity, followed by wheat and barley in the European Union.
- For biodiesel, oil palm leads in productivity, but it is a food crop. All other crops have lower productivity by comparison, but jatropha and other non-food oil-bearing plants merit much research and development because they grow well in many countries, some grow well in arid soils, and could have great potential.

Worldwide agriculture research has been underinvested for several decades<sup>(4)</sup>. Yields of many major crops are four to six times lower in developing countries than in most developed countries. The major issues for improving existing crops are yields, nitrogen and water use efficiency, ability to grow on marginal land, and resilience to climatic stresses such as drought and flood. Non-food crops such as jatropha, herbaceous species, short rotation woods, and many others need to be developed in parallel<sup>(4)</sup>.

## ADVANCED BIOFUELS PROCESSING AND MOVING BEYOND FOOD CROPS

The next generation of biofuels will likely come from non-food biomass feedstocks. Processing these feedstocks will require a concentrated research focus on lignocellulosic biomass.

Lignocellulosic biomass is, at the fundamental level, a complex matrix of cellulose, hemicellulose, and lignin polymers that differ from the easily hydrolyzable starch from grains and easy-to-process juice in sugar cane. Bagasse, the residue from sugar cane processing, is also a lignocellulosic material. Because of the compositional and morphological complexity of the polymers, technical challenges exist for their conversion into ethanol or other biofuels. Through R&D, significant progress is being made.

A biochemical process design that can be used to produce biofuels from lignocellulosic biomass is detailed in Figure 3. A feedstock, such

as corn or wheat stover, bagasse, or herbaceous or woody biomass, is pretreated using dilute acid, for instance, to solubilize much of the hemicellulose to sugars (xylose) and enable enzymatic penetration. Cellulase enzymes are then used to depolymerize the cellulose chains to fermentable sugars. The mixture of sugars is fermented to ethanol and the ethanol is recovered and purified using standard distillation technology. The byproduct in this case is lignin-rich residue that can be combusted to generate steam and electricity to power the biorefinery.

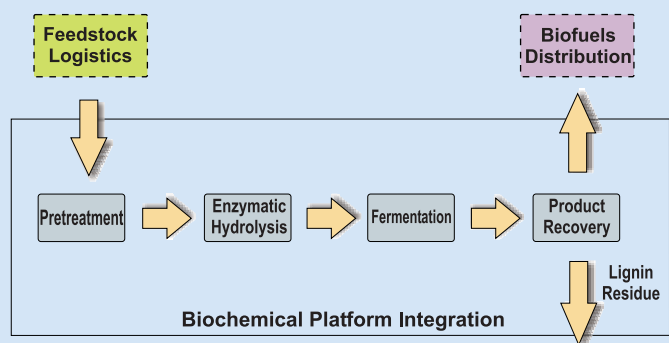


Figure 3. Biochemical conversion process diagram<sup>(7)</sup>

An economic assessment of technology improvements in this process, described by Aden, *et al.*<sup>(7)</sup> showed significant progress in cost reduction (Figure 4).

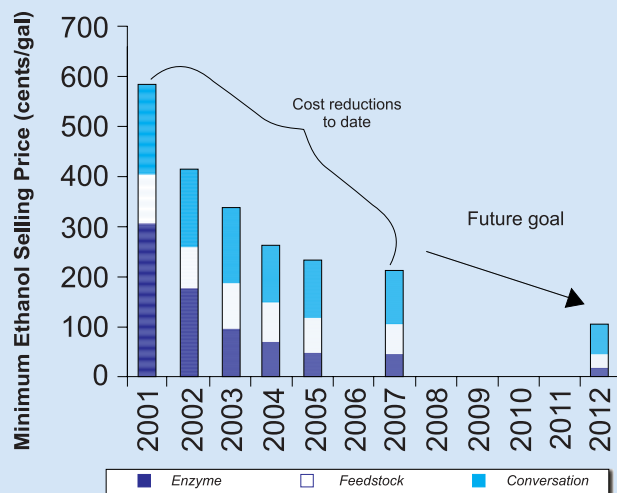


Figure 4. Cost reductions achieved in biochemical processing with R&D in the United States<sup>(7)</sup>

Note that the \$2007 modeled costs with corn stover feedstock assumed to cost \$53/dry ton in 2007 and projected at \$46/dry ton in 2012. The scenario costs projected an *n*<sup>th</sup> plant.

Technical challenges of the biochemical conversion process (Figure 3) include handling solids at high concentration throughout much of the process to decrease capital costs. In pretreatment, the challenges are to achieve high xylose yields in a high solids environment without converting the xylose to degradation products such as furfural. Enzymes have

improved as a result of R&D but their functionality and specific activity is hampered by an insoluble substrate (cellulose) and by the presence of lignin that presents mass transfer and non-specific binding limitations. R&D targets to reduce costs in biochemical conversion include reducing loadings from 40 mg protein/g cellulose, currently required for sufficient glucose yield, and a residence time of 3-7 days. Establishing robust fermenting organisms is another challenge and research focuses on engineering yeast and bacteria that ferment multiple sugars simultaneously in harsh process conditions such as upsets, and in the presence of inhibitors, recycled water, and salts. Integration of these key unit operations is challenging<sup>(8)</sup>.

An alternative biomass conversion technology, the thermochemical process, is diagramed in Figure 5. A feedstock, in this case wood chips, is dried and gasified using an indirect gasification system in a circulating fluidized bed. The resulting gas contains tars that are then reformed using tar reforming catalyst. The reformed gas is conditioned and sent through a synthesis reactor where the bio-syngas is converted to a mixed slate of alcohols, concentrated with ethanol. The higher alcohols are sold as a co-product for upgrading and the ethanol is purified using distillation. Unreacted bio-syngas is recycled back to the tar reformer. A slipstream of unreacted bio-syngas is burned in the char combustor to provide the heat required for the endothermic gasification reactions. A detailed economic assessment of the process is described by Phillips, *et al.*<sup>(9)</sup> with similar future cost goals as shown in Figure 4.

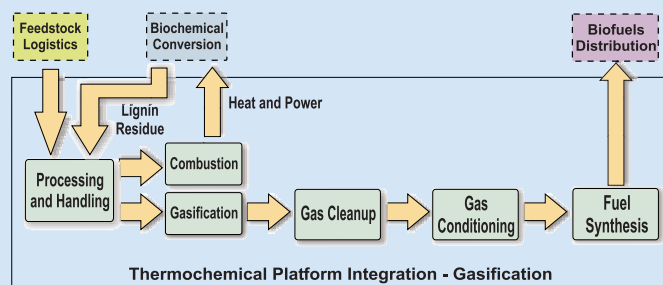


Figure 5. Thermochemical conversion process diagram<sup>(8)</sup>

Gasification of biomass is a good example of a technology that enables the production of a variety of transportation fuels<sup>(10-11)</sup>. Included are methanol, higher alcohols, and a variety of blendstocks for gasoline, diesel, and jet fuels by changing the catalysts in the fuel synthesis step. Biomass pyrolysis affords a liquid product that can be upgraded to blendstocks for gasoline or diesel. There also other pathways from sugars to hydrocarbon fuels through aqueous catalytic reforming or by fermentation. Fermentation can produce butanol and microbial processes can produce hydrocarbons.

The U.S. Department of Energy Biomass Program<sup>(12)</sup> has a portfolio of RD&D partnerships with industry to scale up biochemical and thermochemical processes to the pilot-plant, or first-commercial-plant level. The first-of-a-kind integrated biorefineries process roughly 700 tons of biomass per day with a wide range of technologies and from a variety of feedstocks. The list of commercial plants involved, in addition to several in negotiation, is shown in Table 1, as are the various processes under development at a 10% scale from the commercial level plants that explore other concepts for production of biofuels.

## NEAR TERM TECHNOLOGIES

Several biofuels conversion processes are already in the market or nearly market ready. Producing biodiesel with trans-esterification is a commercial process although RD&D continues in an effort to improve the process and minimize waste streams and costs. The next generation of green diesel fuels from vegetable oils is quickly moving into commercialization. Neste Oil launched Neste Green diesel suitable for all diesel engines, containing at least 10% renewable fuel, based on its NExBTL technology operated in Finland. In addition, Neste Oil is constructing an 800 kilotonnes hydrogenated oil plant in Singapore that is due to be operational in 2010. Conoco Phillips and Tyson have an operating plant in the U. S. using animal fats. The Ecofine process is being scaled up by UOP/ENI in Livorno, Italy, and is due to be operational in 2010. Brazil's state energy company, Petrobras, has tested the H-Bio process at refinery scale, but has not started mass production due to the high price of soy oil. The Arbokem's bio-cetane enhancer for diesel fuel (Canada) is under development.

## NEXT GENERATION TECHNOLOGIES

Moving away from terrestrial feedstocks, algal oils (renewable lipids derived from microalgae) merit special discussion as a renewable fuel feedstock. Like terrestrial plants, microalgae are photosynthetic, meaning they utilize CO<sub>2</sub> during their growth and development. However, their real advantage over their terrestrial counterparts is their high productivity. An algae farm can produce oils at hundreds of times the volume per hectare than can be produced by soybeans. Their ability to grow on otherwise non-productive land or saline water sources is also an advantage.

## INTERNATIONAL STANDARDS ACTIVITIES

Biofuels of today are subject to different specifications in different jurisdictions, unlike their fossil fuel counterparts. Harmonization is needed to preclude the differences from becoming a barrier to trade. The Tripartite Task Force on Biofuels Standards recently completed a review of existing bioethanol and biodiesel standards to identify where greater compatibility could be achieved in support of the global commoditization of biofuels. The report has a definitive list of pure liquid biofuel specifications that are similar; specifications with significant, but alignable differences; and specifications in which fundamental differences prevent bridging in the foreseeable future. Findings indicated that nine of the 16 bioethanol specifications are already quite closely aligned; at present, none of the existing specifications present an impediment to global trade. For biodiesel, six of the 24 biodiesel specifications are considered in alignment. The report suggests that many differences can be dealt with by blending various types of biodiesel to create an end product that meets regional specifications for fuel quality and emissions<sup>(13)</sup>.

## SUSTAINABILITY

Climate change considerations require that worldwide GHG emissions be reduced. This is a major component of sustainability. The actual replacement of fossil carbon by renewable carbon is measured by means of life cycle inventory (LCI), a formalized energy and materials accounting process that is part of the LCA (Life Cycle Assessment) described by ISO (14040). With the full accounting, it is possible to trace the fate of different chemicals in the production chain

Table 1. U.S. Department of Energy Commercialization Acceleration of Lignocellulosic Integrated Biorefineries for Ethanol Production

700 TONS/DAY FIRST-OF-A-KIND INTEGRATED BIOREFINERY COMMERCIAL PLANTS	
COMPANY/STATUS	PROCESS
Range Fuels (started construction)	Thermochemical conversion. Gasification and catalytic conversion to mixed alcohols. Based on conversion of forestry residues in Georgia.
Abengoa	Hybrid biochemical and thermochemical. Biochem. to produce ethanol from dilute-acid pretreated agricultural residues. Gasification for heat/power for itself and conjoining dry grind mill.
BlueFire	Concentrated acid hydrolysis to sugars and fermentation to ethanol with acid recovery process (Arkenol technology). Feedstock is lignocellulosics from a materials recovery facility in California.
Poet	Dilute acid pretreatment followed by fermentation to alcohols of 6- and 5- carbon sugars. Based on recovery of agriculture residues from corn such as stover and cobs and corn fiber in Iowa.
10% SCALE BIOREFINERIES IN THE NEGOTIATION PHASE	
COMPANY	PROCESS
Ecofin	Solid-state fermentation for enzymes and overall conversion to ethanol in a dry mill in Kentucky.
ICM	Enzymatic hydrolysis (biochemical) with multiple partners. Agriculture residues from Kansas and Missouri.
Lignol	Organosolv process and biochemical conversion to ethanol. Pilot plant in Colorado.
Mascoma	Enzymatic hydrolysis (biochemical) cellulose ethanol from dedicated energy crops such as switchgrass – Tennessee.
New Page	Gasification using pulp and paper streams in Wisconsin.
Pacific Ethanol	Enzymatic hydrolysis (biochemical) – agricultural and forest residues with a grain ethanol producer in Oregon.
RSE	Biochemical conversion to pulp and paper streams in Maine.

from field or forest to the wheel of vehicles. A subset of LCA is often referred to as “well-to-wheels” composed of “well-to-tank,” and “tank-to-wheels.”

The range of estimates for GHG emissions reductions associated

with ethanol and biodiesel vary greatly depending on assumptions and the boundaries of the various studies. When bringing these assumptions and boundaries into similar conditions, the differences are explained<sup>(14)</sup>. For the major process in the United States, corn dry milling, the GHG reductions relative to gasoline depend heavily on the energy source used for process heat. If coal supplies both process heat and electricity, GHG emissions increase by 3% while a 28% reduction is obtained using natural gas for process heat and a 52% reduction is achieved if biomass residues are used for process energy<sup>(15)</sup>. Lignocellulosic ethanol is projected to reduce GHG by 80% or more relative to gasoline. Reductions of >100% may be possible with the right starting soil characteristics and the carbon sequestration potential of switchgrass and mixed grasses<sup>(16)</sup>. U.S. legislation ties its renewable fuel standard to anticipated life-cycle GHG emissions reductions.

Sugar cane ethanol produces reductions in the 70-80% range, or better, depending on the type of integrated biorefinery analyzed. Data from 44 mills in the Center-South of Brazil were recently published showing how the GHG emissions can improve with more efficient heat and power production<sup>(17)</sup>.

European researchers have employed, in addition to life cycle assessments described above, a variety of other indicators of sustainability. One example from Switzerland<sup>(18)</sup> is a damage-oriented life cycle impact assessment (LCIA) that considers the effects of all emitted or used substances in three damage categories: human health, ecosystem quality, and resource (fossil and mineral) consumption. The damage categories are normalized and then weighted based on three types of stakeholders: individualist, egalitarian, and hierarchist. The individualist is a short-sighted typology that considers only proven effects. Human health is the most important damage category in the individualist typology. Preservation of fossil resources has no value. Egalitarian typology is a long-term perspective that allows inclusion of potential long-term effects even if limited scientific evidence is available to support the effects. Ecosystem quality is the most important damage category in the egalitarian typology. Hierarchist typology gives all three damage categories equal weighting and requires consensus among scientists for inclusion of an effect.

Germany and the United Kingdom have advanced methodologies for GHG measurements and default values. Through the Global Biofuels Partnership, the Task Force on GHG Methodologies is working to

develop a harmonized methodology to be used by policy makers in all countries (developed and developing). The main deliverable of the ongoing work is a template or best practice guide for conducting GHG lifecycle assessments<sup>(19)</sup>.

The differences in sustainability considerations between countries and established in Roundtables on Sustainable Palm Oil (RSPO) and on Sustainable Biofuels (RSB) is well described by Pinto<sup>(20)</sup> and summarized in Table 2.

The assessment of the overall impacts of biofuels (and evolving fossil fuels) is still a work in progress. The recent publication of articles on the carbon balance of biofuels has identified the issue of land use change (LUC) on the net carbon balance – primarily for corn-based ethanol and soy-based biodiesel. The key elements of the argument are even if the annual harvest of material is used to offset fossil carbon use, the carbon dioxide offset will be negative until the debt caused by the carbon emissions of LUC is repaid. LUC takes many forms and can include a minimal change if depleted fallow land or land without much vegetation is used, or a very large emission of carbon if mature primary forest is replaced by an energy crop<sup>(1)</sup>.

Research and development in the production of food and non-food crops need to address the direct and indirect impacts of LUC. Landscape design at multiple scales is needed to measure the effects of the agronomic practices for both food and energy crops on ecosystem services including water. Higher quality data and the development of appropriate models to cover the expanding boundaries of both food and biofuels-bioenergy are necessary to develop sustainable resources for the future. The rapid emergence of biofuels will actually accelerate the improvements in agriculture throughout the world.

## CONCLUDING OBSERVATIONS

Biofuels are receiving extensive attention in many world economies. Their production and consumption have increased remarkably in response to concerns about energy security, urban air quality, rural economic development, poverty alleviation, and, most recently, greenhouse gas offsets.

The rapid growth of biofuels provides needed liquid transport fuels when the world economies cannot quickly install additional fossil fuel capacity. Additionally, they are contributing to a decrease in oil prices.

Table 2. Global Sustainability Schemes<sup>[20]</sup>

SCHEME	VOLUNTARY				MANDATORY				
	RSPO	Brazil	RSB	U.S.	E.U.	Netherlands	Germany	U.K.	Switzerland
GHG and Energy Balance	X		X	X	X	X	X	X	X
Environmental Criteria	X		X	X	X	X	X	X	X
Social Criteria	X	X	X		X	X		X	X
Economic Criteria	X	X	X		X			X	
Food Supplies Competition			X		X	X			
Land Use Change		X		X	X		X	X	
Biodiversity	X		X	X	X	X	X	X	X

Source: Global Biofuels Center, May 2008

Not only are biofuels a part of the solution to global energy security and environmental concerns, but continuing research and development of biofuels will contribute to improvements in agriculture and food supply worldwide.

For the first generation of biofuels, there are few technology risks in the production technology, but the current substitution levels of 5% for biodiesel and generally 10% ethanol in gasoline are insufficient to make a major contribution to offsetting GHG emissions. Moving beyond these levels of fuel substitution without vehicle and engine modification will require extensive evaluation and adaptation to specific climate and fuel distribution systems. Use of flex-fueled vehicles (FFVs) for ethanol and gasoline (E25) in Brazil is proven, and use of E85 in the United States is evolving with nearly 1300 pumping stations and several light-duty vehicle models that have been modified to accept variable ethanol-to-gasoline ratios.

The best opportunities for the development of sustainable feedstocks for biofuels production reside in use of biomass wastes and non-food crops, which can be developed along with sustainability criteria. Lignocellulosic biofuels development is currently being addressed by government programs and industry throughout the world. The goal is to accelerate the development of lignocellulosic biofuels in the United States, countries of the European Union, Canada, Sweden, Germany, and Brazil, among others. The use of residues of food crops such as corn stover may have a good environmental profile. In this, it is similar to bagasse and helps make the production of food and fuel from sugar cane more sustainable. Cane trash from mechanical harvest will be an additional resource for bioenergy.

Some of the end-use biofuels from lignocellulosic biomass are much more fungible with the existing hydrocarbon fuels and will have less risk in being used in variable fractions of the fuel supplied to the vehicle. This may be a benefit in their introduction. These newer fuels may also have policy and regulation implementation risks.

International technology collaborations could reduce technology risks for advanced biofuels and will accelerate their implementation. Such biofuels RD&D collaboration is ongoing through the bilateral collaborations that the United States has with Brazil, China, India, and Sweden. In addition, the United States is working with Canada and Mexico in the North American Energy Working Group of the Security and Prosperity Partnership and with the International Energy Agency. South-South collaborations are also active; Brazil and African countries are a good example. There are APEC collaborations between and with EU countries. Ultimately the global collaboration on biofuels standards and regulations, including sustainability criteria, will be the best means of ensuring a balance of opportunity between biofuel producers and consumers while meeting climate, food, and economic development goals and contributing to energy security.

The transition between today's biofuels and their crops to the lignocellulosic fuels of the future is important. These are the fuels that will contribute, worldwide, to the future of transportation and electricity.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Office of Biomass Program manager Jacques Beaudry-Losique and his staff Valerie Sarisky-Reed, Amy Miranda, Paul Grabowski, Zia Haq, and Alison Goss Eng for their support and contributions to this paper. National Renewable Energy Laboratory contributors to this paper are: Ralph Overend (retired), Andy Aden,

Anelia Milbrandt, Tom Foust, Margaret Mann, Ron Benioff, Chris Kinchin, Rich Bain, and Kristi Theis.

## REFERENCES AND NOTES

- (1) This article is an excerpt of the contributions of the authors and their organization to the Global Renewable Energy Forum's Liquid Biofuels Round Table, Iguassu, Paraná, Brazil on May 18-21, 2008. The full paper can be obtained from [Helena\\_Chum@nrel.gov](mailto:Helena_Chum@nrel.gov).
- (2) **IEA BIOENERGY** ExCo58 Workshop, February 2008. *The Availability of Biomass Resources for Energy*.
- (3) **LICHT, F.O.** World Ethanol & Biofuels Report, October 2007 and February 2008.
- (4) **MILBRAND, A.; OVEREND, R.P.** (2008) *The Future of Liquid Biofuels for APEC Economies*. [http://www.apec.org/apec/publications/all\\_publications/energy\\_working\\_group.html](http://www.apec.org/apec/publications/all_publications/energy_working_group.html)
- (5) **GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP** (2007). <http://www.globalbioenergy.org/>
- (6) **HOOGWJK, M. et al.** (2005). *Biomass & Bioenergy*, 29, p. 225.
- (7) **ADEN, A. et al.** (2002), NREL/TP-510-32438. <http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/32438.pdf>
- (8) **HIMMEL, M.E. et al.** (2007) *Science*, 315, p. 804
- (9) **PHILLIPS, S. D. et al.** (2007) NREL Report No. TP-510-41168. <http://www.nrel.gov/docs/fy07osti.41168.pdf>
- (10) **CHUM, H.L.; OVEREND, R.P.** (2001) *Fuel Processing Technology*. 71:187-195
- (11) **HUBER, G.W. et al.** (2006). *Chem. Rev.* 106: 4044.
- (12) **BEAUDRY-LOSIQUE, J.** (2007) [http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/Biomass%202007%20Overview\\_Web.pdf](http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/Biomass%202007%20Overview_Web.pdf)
- (13) **TRIPARTITE TASK FORCE.** White paper on Internationally Compatible Biofuel Standards, December 2007 see <http://www.ansi.org>
- (14) **FARRELL, A. E. et al.** (2006) *Science* 311: 506
- (15) **WANG, M. et al.** (2007) *Environ. Res. Lett.* 2: doi: 10.1088/1748-326/1082/1082/024001
- (16) **HILL, J.; et al.** (2006) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103: 11206
- (17) **MACEDO, I. C. et al.** (2008). *Biomass and Bioenergy* (2008), doi:10.1016/j.biombioe.2007.12.006
- (18) **ZAH, R. et al.** (Empa) (2007): Life Cycle Assessment of Energy Products: Environmental Assessment of Biofuels.
- (19) <http://www.globalbioenergy.org/programmeofwork.html>
- (20) **PINTO, M.S.** Global: Biofuels Sustainability Criteria, Special Biofuels Report, <http://www.ifqcbiofuels.org/>

*Helena L. Chum and Dan E. Arvizu,  
National Renewable Energy Laboratory, 1617 Cole  
Blvd., Golden, CO 80401, United States  
[Helena\\_Chum@nrel.gov](mailto:Helena_Chum@nrel.gov) and [Dan\\_Arvizu@nrel.gov](mailto:Dan_Arvizu@nrel.gov)*

**4º ENCONTRO MUNDIAL DOS INVESTIDORES EM BIODIESEL NO BRASIL (BIODIESEL CONGRESS)**



**Período:** 26 a 28 de agosto de 2008  
**Local:** São Paulo, SP, Brasil  
**Informações:** <http://www.biodieselcongress.com.br/>

*4<sup>th</sup> Worldwide Meeting of the Investors in Biofuels in Brazil (Biodiesel Congress)*

*Period: From August 26<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup>, 2008*

*Venue: São Paulo, SP, Brazil*

*Information: <http://www.biodieselcongress.com.br/>*

**BIONERGIA MUNDO AMÉRICAS 2008**



**Período:** 16 a 20 de setembro de 2008  
**Local:** Salvador, BA, Brasil  
**Informações:** <http://www.bioenergy-world.com/americas/2008/>

*Bioenergy World Americas 2008*

*Period: From September 16<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup>, 2008*

*Venue: Salvador, BA, Brazil*

*Information: <http://www.bioenergy-world.com/americas/2008/>*

**7º CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL (AGRENER GD 2008)**



**Período:** 23 a 26 de setembro de 2008  
**Local:** Fortaleza, CE, Brasil  
**Informações:** <http://www.nipeunicamp.org.br/agrener2008>

*7<sup>th</sup> International Congress on Distributed Generation and Energy in the Rural Environment (Agrener GD 2008)*

*Period: From September 23<sup>rd</sup> to 26<sup>th</sup>, 2008*

*Venue: Fortaleza, CE, Brazil*

*Information: <http://www.nipeunicamp.org.br/agrener2008>*

**WORKSHOP DE COOPERAÇÃO EUROPÉIA-LATINO-AMERICANA SOBRE “SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL”**



**Período:** 25 e 26 de setembro de 2008  
**Local:** Auditório da Cetesb - São Paulo, SP, Brasil  
**Informações:** <http://cenbio.iee.usp.br>

*International Latin-American - European Cooperation Workshop on “Sustainability in Biofuel Production”*

*Period: From September 25<sup>th</sup> to 26<sup>th</sup>*

*Venue: Cetesb Auditorium - São Paulo, SP, Brazil*

*Information: <http://cenbio.iee.usp.br>*

**SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA**



**Período:** 29 a 31 de outubro de 2008  
**Local:** Botucatu, SP, Brasil  
**Informações:** <http://www.fca.unesp.br/siagre2008/>  
 Data limite para envio de artigo: 15 de setembro de 2008

*Brazilian Symposium Agroenergy*

*Period: From October 29<sup>th</sup> to 31<sup>st</sup>, 2008*

*Venue: Botucatu, SP, Brazil*

*Information: <http://www.fca.unesp.br/siagre2008/>*

*Deadline for paper submission: September 15<sup>th</sup>, 2008*

**CONFERÊNCIA DE CIDADES COSTEIRAS 2008 - VALORES & VULNERABILIDADES**



**Período:** 17 a 20 de novembro de 2008  
**Local:** St. Petersburg, Flórida, EUA  
**Informações:** <http://www.coastalcities.org/index.html>  
 Entrega de resumos encerrada

*Coastal Cities Summit 2008 - Values & Vulnerabilities*

*Period: From November 17<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup>, 2008*

*Venue: St. Petersburg, Florida, USA*

*Information: <http://www.coastalcities.org/index.html>*

*Deadline for abstract submission closed*

**12º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA**



**Período:** 18 a 20 de novembro de 2008  
**Local:** Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
**Informações:** [aurelio@ppe.ufrj.br](mailto:aurelio@ppe.ufrj.br)  
 Entrega de resumos encerrada

*12<sup>th</sup> Brazilian Energy Congress*

*Period: From November 18<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup>, 2008*

*Venue: Rio de Janeiro, RJ, Brazil*

*Information: [aurelio@ppe.ufrj.br](mailto:aurelio@ppe.ufrj.br)*

*Deadline for abstract submission closed*

**BIOENERGY – II: COMBUSTÍVEIS E COMPOSTOS QUÍMICOS DE FONTES RENOVÁVEIS**



**Período:** 8 a 13 de março de 2009  
**Local:** Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
**Informações:** <http://www.engconfintl.org/9af.html>  
 Data limite para envio de resumos: 31 de agosto de 2008

*Bioenergy - II: Fuels and Chemicals from Renewable Resources*

*Period: From March 8<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup>, 2009*

*Venue: Rio de Janeiro, RJ, Brazil*

*Information: <http://www.engconfintl.org/9af.html>*

*Deadline for abstract submission: August 31<sup>st</sup>, 2008*



# Bioenergia

**é o nosso negócio**

*Bioenergy is our business*



# Bioenergia

**é o nosso negócio**  
*Bioenergy is our business*



**Centro Nacional de Referência em Biomassa**  
**Brazilian Reference Center on Biomass**  
Av. Professor Luciano Gualberto, 1.289  
Cidade Universitária, 05508-010, São Paulo, SP, Brasil

IMPRESSO FECHADO  
Pode ser Aberto pela ECT

Patrocínio



**Ministério de Minas e Energia**



Impresso  
Especial  
FUSP  
9812.175954 DR/SPM  
FAPESP CONHECEROS FAPESP