



FUNDAÇÃO  
GETÚLIO VARGAS  
FGV PROJETOS

# Biocombustível

novembro 2008 ano 3 | nº 7

CADERNOS FGV PROJETOS

## Perspectivas e Desafios

## Entrevistas

**Alan Kardec**

Presidente da Petrobras Biocombustível

**Roberto Rodrigues**

Coordenador do Centro de Agronegócio da FGV

## Artigos

**Segurança Energética  
e Biocombustíveis**

Luiz Carlos Corrêa Carvalho

**Evolução dos Mercados  
de Etanol a Médio Prazo**

Otávio Mielnik

**Projeto de Biocombustíveis:  
O Desafio da Matéria Prima**

Cleber Lima Guarany

**A Sustentabilidade do  
Setor Sucroenergético**

Eduardo Leão e Luiz Antonio Pinazza



# Biocombustível

CADERNOS FGV PROJETOS

## CADERNOS FGV PROJETOS

*Publicação periódica da FGV Projetos.  
Os artigos são de responsabilidade dos autores e não refletem,  
necessariamente, a opinião da FGV.*

FGV PROJETOS

GV AGRO

CONSELHO DIRETOR

CONSELHO CURADOR

Diretor Executivo Cesar Cunha Campos  
Diretor Técnico Ricardo Simonsen  
Diretor de Controle Antônio Carlos Kfourir Aidar  
Vice-Diretor de Projetos Francisco Eduardo Torres de Sá  
Vice-Diretor de Estratégia e Mercado Sidnei Gonzalez

Editor-Chefe Sidnei Gonzalez  
Coordenadora de Comunicação Melina Bandeira  
Assistente de Produção Júlia Brasília  
Assistente de Programação Visual João Renato Soares  
Revisora Lingüística Gabriela Costa  
Jornalistas Camila Carvas e Felipe Moraes  
Projeto Gráfico Dulado Design  
Impressão Gráfica Nova Brasileira  
Tiragem 2000 exemplares  
Fotos Banco de imagem FGV Projetos  
www.sxc.hu

Coordenador Roberto Rodrigues  
Gerente Executiva Cecília Fagan Costa



*Instituição de caráter técnico-científico, educativo e filantrópico, criada em 20 de dezembro de 1944 como pessoa jurídica de direito privado, tem por finalidade atuar no âmbito das Ciências Sociais, particularmente Economia e Administração, bem como contribuir para a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável.*

Sede	Praia de Botafogo, 190, Rio de Janeiro - RJ, CEP 22250-900 ou Caixa Postal 62.591 CEP 22257-970, Tel: (21) 2559-5729, <a href="http://www.fgv.br">www.fgv.br</a>
Primeiro Presidente Fundador	Luiz Simões Lopes
Presidente	Carlos Ivan Simonsen Leal
Vice-Presidentes	Sérgio Franklin Quintella, Francisco Oswaldo Neves Dornelles e Marcos Cintra Cavalcante de Albuquerque
Presidente	Carlos Ivan Simonsen Leal
Vice-Presidentes	Sérgio Franklin Quintella, Francisco Oswaldo Neves Dornelles e Marcos Cintra Cavalcante de Albuquerque
Vogais	Armando Klabin, Carlos Alberto Pires de Carvalho e Albuquerque, Ernane Galvêas, José Luiz Miranda, Lindolpho de Carvalho Dias, Manoel Pio Correa Júnior, Marcílio Marques Moreira e Roberto Paulo Cezar de Andrade
Suplentes	Alfredo Américo de Souza Rangel, Antonio Monteiro de Castro Filho, Cristiano Buarque Franco Neto, Eduardo Baptista Vianna, Jacob Palis Júnior, José Ermírio de Moraes Neto, José Julio de Almeida Senna, Marcelo José Basílio de Souza Marinho e Nestor Jost.
Presidente	Carlos Alberto Lenz César Protásio
Vice-Presidente	João Alfredo Dias Lins (Klabin Irmãos & Cia)
Vogais	Alexandre Koch Torres de Assis, Carlos Moacyr Gomes de Almeida, Celso Batalha (Publicis Brasil Comunicação Ltda), Dante Letti (Souza Cruz S/A), Domingos Bulus (White Martins Gases Industriais Ltda), Edmundo Penna Barbosa da Silva, Heitor Chagas de Oliveira, Hélio Ribeiro Duarte (HSBC Investment Bank Brasil S.A - Banco de Investimento), Jorge Gerdau Johannpeter (Gerdau S.A), Lázaro de Mello Brandão (Banco Bradesco S.A), Luiz Chor (Chozil Engenharia Ltda), Marcelo Serfaty, Marcio João de Andrade Fortes, Mauro Sérgio da Silva Cabal (IRB-Brasil Resseguros S.A), Raul Calfat (Votorantim Participações S.A), Romeu de Figueiredo Temporal (Estado da Bahia), Ronaldo Mendonça Vilela (Sindicato das Empresas de Seguros Privados, de Capitalização e de Resseguros no Estado do Rio de Janeiro), Sergio Murray (Federação Brasileira de Bancos) e Sérgio Ribeiro da Costa Werlang.
Suplentes	Aldo Floris, Gilberto Duarte Prado, Luiz Roberto Nascimento Silva, Marcelo José Basílio de Souza Marinho (Brascan Brasil Ltda), Ney Coe de Oliveira, Nilson Teixeira (Banco de Investimentos Crédit Suisse S.A), Olavo Monteiro de Carvalho (Monteiro Aranha Participações S.A), Patrick de Larragoiti Lucas (Sul América Companhia Nacional de Seguros), Pedro Aguiar de Freitas (Cia. Vale do Rio Doce), Pedro Henrique Mariani Bittencourt (Banco BBM S.A), Rui Barreto (Café Solúvel Brasília S.A) e Sérgio Lins Andrade (Andrade Gutierrez S.A).

*Este Caderno está disponível para download no site da FGV Projetos:  
[www.fgv.br/fgvprojetos](http://www.fgv.br/fgvprojetos)*



## Editorial

**06** Cesar Cunha Campos

## Entrevistas

**08** com Alan Kardec

**14** com Roberto Rodrigues

## Artigos

**23** Disponibilidade de terra para biocombustíveis e alimentos: chegamos ao limite?  
André Meloni Nassar

**26** Tecnologia em biocombustíveis  
Nilson Zaramella Boeta

**30** Matérias-primas para biocombustíveis: uma visão estratégica  
Décio Luiz Gazzoni

**36** Projeto de biocombustíveis: o desafio da matéria-prima  
Cleber Lima Guarany

**44** Segurança energética e biocombustíveis  
Luiz Carlos Corrêa Carvalho

**49** Mercado contaminado  
Roberto Rodrigues

**53** Evolução dos mercados de etanol a médio prazo  
Otavio Mielnik

**56** A sustentabilidade do setor sucroenergético  
Eduardo Leão de Sousa e Luiz Antonio Pinazza

**64** Alcoolquímica brasileira  
Dário Mello

**70** Direito do setor sucroalcooleiro: legislação agroindustrial canavieira  
Renato Buranello

## Editorial

Cesar Cunha Campos





A importância da produção de biocombustíveis no Brasil vem se ampliando ao longo das últimas décadas. Do Programa Nacional do Álcool aos investimentos mais recentes de expansão da produção de etanol, para atender ao crescimento da demanda mundial do produto, o Brasil encontra-se em processo de consolidação de uma posição de liderança em uma área de grande sensibilidade no plano internacional. De fato, o uso de biocombustíveis permite reduzir as emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) graças à diminuição do consumo de derivados de petróleo e atenuar a influência econômica e geopolítica dos países da OPEP, por viabilizar uma alternativa ao petróleo importado. O Brasil dispõe de vantagens competitivas na produção de etanol de cana-de-açúcar devido à sua grande capacidade de produção, por ter um mercado de 17 bilhões de litros do produto e uma frota crescente de veículos flex-fuel que podem ser abastecidos tanto com etanol, quanto com gasolina.

Um dos motores da nova fase da produção de biocombustíveis do Brasil são as políticas ambientais de contenção de CO<sub>2</sub> adotadas nos maiores mercados consumidores de derivados de petróleo. A entrada gradual de biocombustíveis no mercado automotivo tornou-se meta nos Estados Unidos, na União Européia e no Japão. No caso do etanol, além de competitiva, a produção brasileira dispõe de um excedente exportável. Essas duas condições são cruciais para garantir e ampliar a parcela do mercado internacional, que pode ser servida pelo etanol produzido no Brasil. Em 2007, o Brasil exportou 3,5 bilhões de litros de etanol.

Barreiras alfandegárias à entrada do etanol do Brasil nos Estados Unidos e na União Européia ainda preservam as condições de produção do produto nesses países. Mas as dúvidas sobre a evolução da atividade econômica e das políticas ambientais, em um contexto de redução da demanda e dos preços do petróleo, introduzem um elemento de incerteza, podendo atenuar a taxa de crescimento das importações de etanol nesses mercados.

Dentre seus setores de atuação, a FGV Projetos vem se destacando especialmente no desenvolvimento de projetos em biocombustíveis que, além de apontarem para a viabilidade da produção de biocombustíveis em diversos países, recomendam investimentos em toda a cadeia produtiva relacionada e específica para cada localidade. Isso permitirá aos países aderentes a redução na dependência por combustíveis fósseis, tais como o petróleo, a diversificação da matriz energética, o aumento do emprego no campo e uma melhora do saldo comercial.

Para esta edição do Cadernos FGV Projetos, trazemos artigos e entrevistas produzidos por consultores e professores, especialistas no assunto, além de profissionais do setor. Assim, esperamos contribuir para o melhor entendimento dessa temática, de relevância nacional e internacional, e propiciar o debate e a reflexão em torno do assunto.

Boa Leitura! ■■

## Entrevista com Alan Kardec

FGV Projetos



Alan Kardec

Presidente da Petrobras Biocombustível



CEO Petrobras Biofuels

### RESUMO

Não há dúvidas de que o etanol e biodiesel estão entre os temas mais discutidos da atualidade. A preocupação mundial acerca das questões ambientais, como o aumento da temperatura do planeta, esquentou os debates sobre a importância de se investir em energias renováveis. Nesse ambiente aquecido por novas descobertas tecnológicas, como o uso de diferentes matérias-primas na produção de combustíveis biológicos, e preocupações ambientais e econômicas, a Petrobras, a maior companhia brasileira de energia, decidiu criar, em julho deste ano, a Petrobras Biocombustíveis.

Para a direção desta nova empresa, foi escolhido o mineiro Alan Kardec Pinto, engenheiro mecânico formado pela Universidade Federal de Minas Gerais, com especialização em engenharia de petróleo e gestão estratégica de manutenção. Profundo conhecedor do negócio com o qual lida diariamente, ele foi um dos

### ABSTRACT

*There are no doubts that ethanol and biodiesel are two of the main issues under discussion today. Global concern on environmental questions, such as global warming, gives rise to heated debates on the importance of investing in renewable energies. In this environment stimulated by groundbreaking technologies, such as the use of different raw materials to produce biological fuels, and environmental and economic concerns, in July this year Petrobras - Brazil's largest energy corporation - decided to create Petrobras Biofuels.*

*Alan Kardec Pinto, born in Minas Gerais and a mechanical engineer graduate from the Federal University of Minas Gerais, specializing in petroleum engineering and strategic maintenance administration, was chosen to run this new enterprise. He has in-depth knowledge of his everyday work in this field, and was one of the formulators of the new offshore transportation*



formuladores da nova estratégia de transporte marítimo da Transpetro, Gerente Executivo da Área de Abastecimento e Assessor do Presidente da Petrobras. Kardec demonstra otimismo frente às condições do Brasil nesse setor e enfatiza a necessidade de se trabalhar duro, olhando para o futuro e alinhado com as discussões mundiais. Afinal, como o próprio presidente Lula já disse, “biocombustível é uma questão de soberania nacional”, e não podemos ficar para trás.

De olho na concorrência e na experiência brasileira, a empresa liderada por Kardec inicia investindo em pesquisa e desenvolvimento e na construção de parcerias estratégicas com o setor privado e acadêmico. Partindo do pressuposto de que para crescer é preciso agregar conhecimento, a Petrobras Biocombustível se une a empresas de ponta e universidades com o objetivo de fomentar a pesquisa e compartilhar experiências. Nesse contexto, tivemos a oportunidade de entrevistar o presidente da Petrobras Biocombustíveis, Alan Kardec, sobre esse tema tão importante na atualidade.

*strategy of Transpetro, Executive Manager of the Supply Area and advisor to the CEO of Petrobras. Kardec seems optimistic toward Brazil's conditions in this sector and points out the need for hard work, looking to the future and in line with worldwide discussions. After all, as President Lula himself said, “biofuel is a question of national sovereignty”, and we cannot lag behind.*

*With an eye on the competition and Brazilian experience, the company under Kardec's administration is now investing in research and development and building strategic partnerships with the private and academic sectors. Based on the premise that growth needs know-how, Petrobras Biocombustível brings together state-of-the-art companies and universities in order to further research and share experiences. In this context, we had the opportunity of interviewing Alan Kardec, CEO of Petrobras Biofuels, on one of today's key topics.*



Foto: Agência Petrobras



**FGV PROJETOS** - Com a descoberta e o desenvolvimento das jazidas da camada pré-sal, não se pode negar que haverá uma mudança radical em relação ao futuro da Petrobras. Qual será, então, o espaço que a Petrobras Biocombustível terá em uma empresa direcionada, principalmente, para a produção de petróleo e gás natural?

**Alan Kardec** - É fundamental frisar que a Petrobras é uma empresa de energia. É evidente que no setor de energia, o petróleo e o gás natural merecem destaque, mas o biocombustível é cada vez mais importante no cenário mundial. A Petrobras Biocombustível está sustentada em três importantes pilares. O primeiro é com ênfase na responsabilidade ambiental, com a possibilidade de inclusão na matriz energética mundial de um combustível renovável e que contribui para a redução do aquecimento global no planeta. Sabemos que em suas matrizes energéticas, o mundo tem uma porcentagem de energia renovável na ordem de 13%, e, no Brasil, esse valor é de 46%. Há, portanto, bastante espaço para os biocombustíveis tanto no Brasil quanto em outros Países. O segundo pilar está relacionado às oportunidades empresariais. O mundo precisa e demanda, a cada dia, mais energia renovável, principalmente biodiesel e etanol, e o Brasil se apresenta como um dos países com melhores condições para produzir biocombustíveis. Prova disso é o sucesso do etanol que o Brasil já produz há 30 anos. Além disso, o nosso país apresenta também condições especialmente favoráveis para o desenvolvimento de matéria-prima para o biodiesel, devido ao clima favorável, à disponibilidade de água e terras e à vocação natural para a produção de oleaginosas próprias para a produção de biocombustíveis. A Petrobras tem o *know-how* necessário e quer participar da oferta desses produtos. O terceiro pilar é o social. A empresa está comprometida com as premissas do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, lançado pelo Governo Federal, que visa desenvolver ações que gerem emprego e renda no campo. Hoje, para participar do leilão da Agência

Nacional de Petróleo (ANP), as empresas precisam ter uma porcentagem de agricultura familiar para garantir o Selo Combustível Social que, apesar de criar uma obrigação, oferece um benefício em forma de incentivos no PIS/Cofins. Nós, por exemplo, já temos três usinas de biodiesel - em Candeias (Bahia); Quixadá (Ceará) e uma prestes a ser inaugurada em Montes Claros, (Minas Gerais), com previsão de beneficiar 80 mil agricultores familiares, gerando renda no campo e inclusão social de forma sustentável ambiental e economicamente.

**FGV PROJETOS** - Tendo em vista que a Petrobras é uma empresa energética integrada, de que modo a Petrobras Biocombustível pretende orientar suas ações na área de produção e transporte de etanol e nas exportações? Ela pretende, por exemplo, integrar alguns elos da cadeia e, além de distribuir, ter ativos em outros setores?

**Alan Kardec** - Na produção de etanol, foi desenhado um modelo tripartite, envolvendo a Petrobras Biocombustível, produtores nacionais de etanol e um sócio internacional que dispusesse de mercado para exportação. Esse modelo de negócio mostra que a empresa entrou no mercado com o objetivo de formar parcerias com as quais todos ganhem. O produtor brasileiro tem experiência e expertise na produção, a Petrobras dispõe de logística e alta credibilidade, e os parceiros internacionais trazem mercado. Esse modelo foi desenhado através de entendimentos com outros países que têm interesse em acrescentar um percentual de energia renovável às suas matrizes energéticas. Nesta cadeia, a Petrobras Biocombustível participa da produção até a obtenção do produto final, enquanto a Petrobras fica responsável pela logística e comercialização. O biodiesel é um segmento novo, com capacidade atual de produção instalada no Brasil um pouco maior do que a demanda, que é de 1,3 bilhões de litros anuais. O mercado ainda vai crescer muito e, em 2013, o Brasil vai acrescentar 5% do biodiesel no diesel mineral.

FGV PROJETOS - E para suprir toda essa produção, de que forma os Complexos Bioenergéticos são organizados?

*Alan Kardec* - Os Complexos Bioenergéticos seguem o mesmo modelo tripartite já mencionado, ou seja, a mesma política de envolver produtores nacionais de etanol e parceiros internacionais. O nosso objetivo é buscar o mercado externo. Desta forma, não podemos colocar os Complexos muito longe do alcoolduto, porque perderíamos competitividade. A Petrobras está projetando dois alcooldutos e um deles já passou da fase de estudos, interligando Senador Canedo, em Goiás, ao terminal de Guararema em São Paulo, que possui uma estrutura de dutos interligando-o aos Terminais de São Sebastião (SP) e Baía de Guanabara (RJ). Os Complexos Bioenergéticos, Cbios como são conhecidos, serão instalados prioritariamente próximos a esses dutos. A proposta é construir 20 Cbios para atingir a produção de 4,75 bilhões de litros de etanol em 2012. O primeiro Cbio, produto de uma parceria da Petrobras Biocombustível com a Mitsui e Itarumã Participações, tem capacidade de 200 milhões de litros de biodiesel e produzirá 50 megawatts de energia, com previsão de início de funcionamento em 2010.

“ *O mundo precisa e demanda, a cada dia, mais energia renovável, principalmente biodiesel e etanol, e o Brasil se apresenta como um dos países com melhores condições para produzir biocombustíveis.* ”

*Alan Kardec*

FGV PROJETOS - Considerando as metas da Petrobras Biocombustível para exportação do etanol, como a empresa avalia a possibilidade de superação das barreiras à entrada dos produtos nos grandes mercados consumidores?

*Alan Kardec* - Essa é uma questão de crença e de tempo. O mundo precisa de biocombustível, portanto, precisa diversificar a sua matriz energética e, sendo assim, creio que as barreiras pouco a pouco serão reduzidas. Além do mais, fazemos parcerias com agentes internacionais. E esses *players* são capazes de acelerar esse processo, porque eles também precisam dessa diversificação da matriz energética. Acho que com o tempo as taxas de importação sobre os biocombustíveis serão diminuídas, entre outras ações.

“ (...) a minha expectativa é de que a crise não nos afetará muito. Sou muito otimista em relação à atual política brasileira.”

Alan Kardec

FGV PROJETOS - O programa do biodiesel tem na agricultura familiar uma importante componente social. Como a Petrobras Biocombustível pretende associar esse sistema com seus critérios de gestão empresarial?

*Alan Kardec* - Temos três usinas no semi-árido, que é uma região carente de emprego e renda. O projeto das usinas da Petrobras Biocombustível para produção de biodiesel está diretamente atrelado à parceria com a agricultura familiar, buscando sempre a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Se não viabilizarmos a agricultura familiar no entorno dessas unidades, não obteremos e manteremos o Selo Combustível Social concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e o incentivo (PIS/Confins). A expectativa é de que, por meio dos agricultores familiares em modelo de cooperativas, poderemos aumentar a produtividade e, conseqüentemente, reduzir os custos e melhorar a logística e assistência técnica nessa cadeia de valor. Como cerca de 85% do sucesso do biocombustível está na matéria-prima utilizada, o custo do transporte é significativo. Com uma logística economicamente viável, não há como não fazer um investimento para obter o retorno a médio/longo prazo.

FGV PROJETOS - Além da liderança na produção de biodiesel, de que modo a Petrobras Biocombustível pretende desenvolver as exportações do produto?

*Alan Kardec* - A Petrobras está pesquisando esse mercado, e se houver garantia do mesmo iremos produzir. A Petrobras Biocombustível tem como objetivo atuar globalmente e faz acordos com parceiros internacionais. Um deles, muito importante, é a empresa portuguesa Galp Energia. Estamos investindo nessa parceria, porque ela pode muito bem abrir “portas” na Europa, grande consumidora de biodiesel. Trata-se de uma parceria com investimento de 50% de ambas as partes. Estamos estudando a produção das matérias-primas, dendê e girassol, no Norte e Nordeste do Brasil e a produção de biodiesel em Portugal. Uma vez que este biocombustível for viabilizado, abasteceremos Portugal e Península Ibérica, além de garantirmos essa “porta de entrada” na Europa.

**FGV PROJETOS** - A crise de crédito pode atingir a expansão do mercado internacional de etanol, seja pela redução da atividade econômica, seja pela diminuição da demanda e dos preços do petróleo. Essa situação pode afetar a expansão da produção de etanol no Brasil e os planos da Petrobras Biocombustível para os próximos anos?

*Alan Kardec* - O planejamento estratégico da Petrobras encontra-se em processo de revisão e os fatores referentes à Petrobras Biocombustível estão sendo considerados. Somos uma empresa 100% Petrobras, estamos aguardando o que vai ser decidido, mas a minha expectativa é de que a crise não nos afetará muito. Sou muito otimista em relação à atual política brasileira. Até o momento, os parceiros internacionais também não manifestaram qualquer atraso de cronograma. A demanda vai nos favorecer. Com o petróleo acima de US\$ 40/barril, considerando o câmbio atual, o etanol é competitivo e há a preocupação com a segurança energética nos países importadores.

**FGV PROJETOS** - A Petrobras Biocombustível foi criada atendendo a um mercado crescente e relevante. Mas existem estudos, especialmente na área do meio ambiente, que tenham influenciado a iniciativa de sua criação?

*Alan Kardec* - O biocombustível contribui para a redução do aquecimento global e, por isto, sem dúvida, a questão ambiental foi decisiva para a Petrobras participar deste processo. Foram discutidas várias alternativas antes da decisão da criação da Petrobras Biocombustível. Antes dessa criação, a área de biocombustível já vinha sendo desenvolvida na Petrobras. A decisão por torná-la uma empresa, foi tomada com o objetivo de realmente dar esse foco aos biocombustíveis e, fundamentalmente, constituir-se em uma unidade que tivesse uma relação próxima, rápida e integrada com a empresa. Ser 100% Petrobras é continuar a ser parte da missão da empresa. ■■

## Entrevista com Roberto Rodrigues

FGV Projetos

Roberto Rodrigues

Coordenador do Centro de Agronegócio da FGV, Presidente do Conselho Superior do Agronegócio da FIESP e *Co-chairman* da Comissão Interamericana de Etanol.

*Coordinator of FGV Agribusiness Center, president of the FIESP Superior Council of Agribusiness and co-chairman of the Inter-American Ethanol Commission.*

### RESUMO

A segurança energética tem se colocado como uma das questões estratégicas centrais das sociedades modernas. Garantir o suprimento de energia, principalmente para os países em desenvolvimento, significa assegurar um crescimento vigoroso e sustentado de sua economia. No entanto, mais do que garantir a oferta de energia, é preciso pensar em gerar energia de forma economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta. Isso porque, sabe-se que a energia proveniente dos combustíveis fósseis, além do alto impacto ambiental provocado pela sua extração, se encontra em processo de esgotamento, o que deve acarretar a elevação de seu custo nos próximos anos. Nesse contexto, surgem como opções na busca por soluções para este problema os biocombustíveis.

### ABSTRACT

*Energy security has been considered one of the key strategic issues of modern societies. To guarantee the energy supply, principally for developing countries, means assuring a vigorous and sustained growth of their economy. However, it is necessary to think of generating power in an economically feasible, socially fair and environmentally correct manner, rather than guaranteeing the supply of energy. The reason for this is that it is well known that energy from fossil fuels, in addition to the high environmental impact caused by its extraction, is in a process of exhaustion, which should incur the rise in costs in the forthcoming years. In this context, biofuels emerge as options to solve this problem.*



Em entrevista exclusiva à FGV Projetos, o ex-ministro da Agricultura, Roberto Rodrigues, faz um balanço das estratégias traçadas para o desenvolvimento do setor energético e tenta esclarecer alguns mitos do mercado, como, por exemplo, o de que a produção de etanol de cana é um dos fatores que influencia o aumento dos preços dos alimentos, ou outro de que o Brasil derrubaria a floresta amazônica para plantar cana.

Nascido em Cordeirópolis, São Paulo, Roberto Rodrigues é engenheiro agrônomo, Coordenador do Centro de Agronegócio da FGV, Presidente do Conselho Superior do Agronegócio da FIESP e *Co-chairman* da Comissão Inter-americana de Etanol.

*In an exclusive interview for FGV Projetos, former minister of Agriculture Roberto Rodrigues weighs in balance the strategies outlined for the development of the energy sector and tries to explain some market myths, such as, for example, that sugarcane ethanol production is one of the factors that influences the rise in food prices, or that Brazil would deforest the Amazon to plant sugarcane.*

*Born in Cordeirópolis, São Paulo State, Roberto Rodrigues is agronomist engineer, coordinator of the Agribusiness Centre of FGV, chairman of the FIESP Superior Council of Agribusiness and co-chairman of the Inter-American Ethanol Commission.*



“*Segurança energética passou a ser uma questão estratégica tão importante no século XXI quanto foi a segurança alimentar no século XX.*”

*Roberto Rodrigues*

**FGV PROJETOS** - O senhor concorda que a agroenergia, dentro de uma estratégia internacional, poderia mudar a geopolítica mundial? Em caso positivo, sendo o Brasil um potencial líder deste processo, que ações o país precisará desenvolver para conduzi-la?

*Roberto Rodrigues* - Não é possível desenvolver uma sociedade ou uma nação sem energia. Segurança energética passou a ser uma questão estratégica tão importante no século XXI quanto foi a segurança alimentar no século XX. A Agência Internacional de Energia calcula que a demanda global de energia crescerá 50% em 30 anos e que a de combustíveis líquidos, 55%. Isto é mais do que deverá crescer a demanda mundial de alimentos que, segundo a FAO, estará em torno de 42% no mesmo período.

É neste cenário que se insere a agroenergia, seja na produção de biocombustíveis, seja na de bioeletricidade. Diferentemente de alimentos, que podem ser produzidos em qualquer lugar, a agroenergia, especialmente para produção de etanol de cana-de-açúcar, precisa essencialmente de muito sol e luminosidade. E este é um fator disponível durante o ano todo na região tropical, entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio. Acontece que nesta região estão os países mais pobres do Planeta, seja na África, na Ásia ou na América Latina. Portanto, faz todo o sentido que nestes países se desenvolva mais a agroenergia, inclusive financiada por investimentos que virão dos países mais ao norte, como de fato já vem acontecendo.

Adicionalmente, sendo a cana-de-açúcar a melhor matéria-prima para o etanol, e podendo ser cultivada na maioria dos países mencionados, com ou sem irrigação, ela oportunizará também a seus habitantes o aumento da oferta de alimentos: a cana é uma gramínea, e cada ciclo da cultura dura de 5 a 7 anos, de modo que, anualmente, 15 a 20% da área total de cultivo é renovada, e, em geral, aproveita-se esta oportunidade para cultivar leguminosas e alimentos, como a soja, feijão e o amendoim, en-

tre outras culturas. E ainda tem-se a bioeletricidade, a partir do bagaço.

Sendo assim, de fato a agroenergia pode ser um elemento de sensível melhora de renda e de qualidade de vida das populações dos países tropicais, e isto seria realmente uma mudança expressiva na geopolítica, além da óbvia mudança no paradigma agrícola global.

Ora, o Brasil é o detentor do maior conhecimento acumulado em 35 anos, desde o Proálcool, sobre a atividade canavieira/alcooleira, o que contribui para lidar esta mudança positiva na geopolítica, ganhando dinheiro ao beneficiar outros países. Como? Exportando tecnologia e conhecimento, exportando usinas completas, carros flex, legislação, e tudo o que sabe, além, é claro, de exportar etanol.

Isto pode ser feito, desde que o país estabeleça uma estratégia alinhada entre o governo e o setor privado.

**FGV PROJETOS** - O Presidente da República é um ardoroso defensor da agroenergia. As relações entre o governo e o setor privado são positivas?

**Roberto Rodrigues** - De fato, o Presidente Lula é o maior entusiasta dos biocombustíveis, especialmente do etanol, e é o grande propagandista mundial deste produto, inclusive explicitando as vantagens do mesmo quanto à sua economicidade, sua contribuição para redução do aquecimento global, graças à menor emissão de gases

efeito estufa e até mesmo da idéia de uma nova e mais justa geopolítica global.

Sendo assim, o setor privado é muito grato a ele, pela defesa intransigente que faz do setor, inclusive desmentindo corajosamente determinados mitos que se repetem de forma aleatória quanto à competição entre alimentos e biocombustíveis.

As relações entre o governo e o setor produtivo são bastante positivas, e sempre construtivas. Alguns líderes setoriais, entretanto, têm manifestado seu interesse na criação de um órgão governamental que coordene todas as ações da área, uma vez que são muitos os Ministérios, agências e empresas públicas envolvidas. O setor reconhece que os técnicos empenhados neste tema são altamente qualificados. No entanto, falta-lhes coordenação, de modo que os esforços nem sempre são recompensados. Não há unanimidade, por exemplo, quanto aos biocombustíveis ficarem sob o controle da Petrobras ou da ANP, dada a enorme diferença dos meios de produção. Agroenergia é agricultura: é no campo que se faz o álcool, por meio da cana ou de qualquer outra matéria-prima. A usina só o separa do bagaço. Sendo assim, trata-se de atividade completamente diferente da produção de petróleo, o que exigiria uma instituição mais especializada.

A certificação é outro tema de potencial conflito, porque não pode ser uma imposição do governo. O setor

*“ (...) a agroenergia pode ser um elemento de sensível melhora de renda e de qualidade de vida das populações dos países tropicais. ”*

*Roberto Rodrigues*



tem grande respeito pelo INMETRO e reconhece sua competência extraordinária, mas deseja estar muito mais presente na formulação das regras de certificação.

**FGV PROJETOS** - Como está a situação do biodiesel no país?

**Roberto Rodrigues** - O programa do biodiesel avança se desenvolvendo satisfatoriamente, e a capacidade industrial instalada já alcançou as metas estabelecidas nos regimentos, embora a produção, por diversos motivos, ainda não tenha atingido seu objetivo. Há muito o que desenvolver ainda, até mesmo em termos tecnológicos, quanto ao biodiesel.

Diferente do etanol, que é um produto definido - o álcool etílico, o biodiesel é um produto com diversas características, dependendo da matéria-prima usada. E é aqui que as coisas estão evoluindo, são muitas as opções: soja, mamona, pinhão manso, óleo de palma (dendê), sebo bovino, girassol, caroço de algodão, amendoim, e um conjunto enorme de outras plantas e produtos. A extensão territorial do Brasil e suas diferentes vocações agropecuárias permitem explorar cada uma delas em nicho recomendado por zoneamento agroecológico. E tudo isso está sendo testado, experimentado, avaliado, simultaneamente à produção do biodiesel. É como consertar um carro em plena viagem.

Também os processos industriais são diversos, cada qual com suas características, e a relação da indústria com a produção tem a ver com o tipo de produto e a estrutura fundiária de cada região. Há muito a evoluir em tudo isso. Quando o Pro-álcool foi desenvolvido, o etanol não competia em preço com a gasolina, e demorou anos para ficar mais barato. Anos de pesquisa e progressos técnicos que também estão acontecendo com o biodiesel. Portanto, há muito para avançar no biodiesel, e não tenho dúvida de que o produto será de grande valia para um futuro muito próximo.

**FGV PROJETOS** - Qual o limite de produção de biocombustíveis e bioeletricidade que o setor acredita que o país possa atingir? Para isto, há concorrência com o crescimento da oferta de alimentos?

**Roberto Rodrigues** - Neste ano de 2008, o Brasil produziu sua maior safra de grãos de todos os tempos, da ordem de 145 milhões de toneladas. Também produziu a maior safra de cana-de-açúcar, de carnes e de leite. Estes dados demonstram que aqui o aumento destas produções todas pode acontecer, e acontecerá, sem concorrência entre elas, pelo contrário, haverá ajuda mútua.

Hoje, o país tem 72 milhões de hectares plantados com todas as culturas, e apenas 5% deste total com cana-de-açúcar para a produção de 25 bilhões de

litros de etanol. Segundo os pesquisadores, o uso das folhas verdes da cana colhida mecanicamente, o uso do bagaço e as novas variedades de cana que estão sendo pesquisados, permitirão, em pouco mais de 10 anos, produzir, por hectare, o dobro dos atuais 7.500 litros de etanol. Sendo assim, pode-se imaginar que, na mesma área hoje cultivada, chegar-se-á a 50 bilhões de litros.

O país tem ainda uma área de pastagens que se aproxima de 200 milhões de hectares, dos quais quase a metade são aptos, por condições edafoclimáticas, para as atividades agrícolas. Deste total, cerca de 21 milhões de hectares são indicados para cana, o que permite pressupor um aumento de 6 vezes da atual área cultivada para etanol. Isto nos deixa diante da possibilidade limite de produção de 350 bilhões de litros de etanol, na hipótese, de 100% da área apta ser ocupada com cana. Este seria um limite teórico, e daria o equivalente a quase 25% de toda a gasolina consumida hoje no mundo.

Nesse contexto, não foi considerada a potencial utilização de outras matérias-primas, como a mandioca, a beterraba tropical, o sorgo sacarino, e alguns grãos que, dependendo das condições de avanço tecnológico, poderiam gerar uma produção ainda maior. Quanto ao biodiesel, há ainda muito a pesquisar.

O aproveitamento de áreas degradadas da Amazônia, com dendê, por exemplo, seria uma formidável alternativa para aquela região pobre, inclusive para uma racional exploração da agricultura familiar.

**FGV PROJETOS - O Brasil é às vezes acusado de derrubar a floresta amazônica para produzir cana-de-açúcar. Como o senhor vê esta questão?**

**Roberto Rodrigues** - Dizer que a floresta amazônica será derrubada para plantar cana é realmente uma grande desinformação. Há três fortes razões para que isso não aconteça.

A primeira, é que não há necessidade disso. A expressiva quantidade de terras aptas para cana fora da Amazônia daria para abastecer o mercado interno por muitas décadas e ainda para exportar grandes excedentes. A segunda razão é que a floresta amazônica está longe dos centros de consumo e dos portos. Considerando esta distância, veríamos que os custos de transportes seriam altíssimos e “queimariam” as vantagens competitivas do etanol em relação à gasolina. Mesmo a construção de dutos seria muito cara.

E a terceira razão é agrônômica. A cana precisa de um período de 4 a 5 meses sem chuva pra completar sua maturação, de preferência com queda de

*“Dizer que a floresta amazônica será derrubada para plantar cana é realmente uma grande desinformação.”*

*Roberto Rodrigues*



temperatura, fatores que não são comuns em toda a região amazônica.

Portanto, é errado imaginar que a floresta será destruída para plantar cana. Por outro lado, há certas regiões em que a gramínea pode ser cultivada, até em substituição à floresta e pastagens degradadas. E será cultivada. Mas esta é a exceção, e não a regra.

Há quem diga, em contraponto, que a cana avançará sobre a área de pastagens, em todo o país, e que a floresta será então derrubada para o plantio de novos pastos. Não parece lógico, pelo fato de que a capacidade de produzir carne por hectare aumentou demais nos últimos 10 anos. Tanto é verdade que está diminuindo a área de pasto no país, e a produção de carne vem aumentando.

**FGV PROJETOS** - O senhor acredita que a tarifa americana possa cair em futuro próximo? E como vê os investimentos estrangeiros para a produção de biocombustíveis?

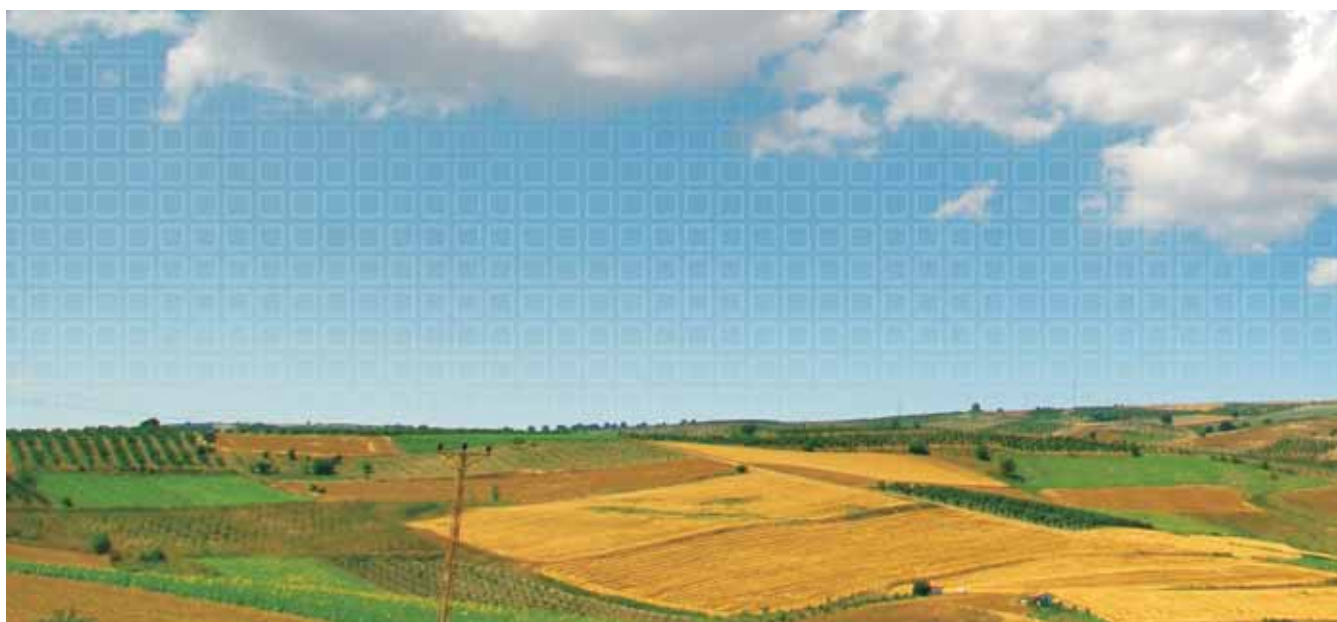
*Roberto Rodrigues* - Não acredito que a tarifa caia num futuro próximo, porque em janeiro de 2009 teremos um novo governo nos Estados Unidos, e há promessas de campanha que precisam ser cumpridas.

Por outro lado, as decisões tomadas nos Estados Unidos sobre mistura de etanol na gasolina, nos próximos anos, exigirá a importação do produto de outros países, inclusive do Brasil. Quando isto acontecer, e não será antes de 3 ou 5 anos, a tarifa cairá porque será preciso. E devemos estar preparados para isso.

No entanto, no âmbito do MOU assinados pelos presidentes Lula e Bush, visando a cooperação na produção de etanol, não faz sentido, politicamente, a manutenção da tarifa. Afinal, entre “aliados” de um programa não deveria haver discriminação por ambas as partes.

Esta tese pode ser defendida pelo Brasil, diplomaticamente, tão logo o novo presidente, Barack Obama, seja empossado.

Quanto aos investimentos estrangeiros, vejo-os com tranquilidade. Na economia globalizada, estes investimentos são naturais. Mas acredito que deveríamos criar regras para que eles gerem renda para os agricultores brasileiros localizados nas proximidades dos novos projetos de etanol, todos muito grandes. Uma definição, por exemplo, de que pelo menos metade da cana moída para produzir etanol fosse oriunda de fornecedores



independentes, seria uma forma de distribuir renda. A concentração está na contramão da democratização da riqueza que está no DNA do povo brasileiro.

**FGV PROJETOS** - O setor vive um momento de crise. Como o senhor vê isto e as consequências para o futuro?

*Roberto Rodrigues* - Trata-se de uma conjuntura realmente complicada, porque os preços do açúcar, do álcool e da cana estão muito baixos, e o mercado não dá sinais de recuperação, como seria de esperar, visto que a oferta de etanol está justa em relação à demanda.

Por outro lado, o elo indústria investiu muito, endividando-se: quase todas as grandes usinas estão construindo novas unidades, e, com os preços baixos, seu capital de giro ficou reduzido. Isto atrasará os novos projetos, mas é uma fase que vai passar, e há indícios de que passará no curto prazo. No entanto, há um dos elos da cadeia, o dos plantadores/fornecedores de cana, que talvez tenha seqüelas mais graves.

Isto se deve ao fato de não existir um mercado para cana. O “fornecedor”, é assim que ele é denominado - e não produtor de cana - é obrigado a “entregar” sua produção (e este é o verbo, ao invés de vender) apenas

àquela usina que está a uma distância tal que lhe permita ter lucro. Como a cana é um produto barato, o transporte limita o resultado financeiro do produtor agrícola: acima de 30 km de distância da usina, ele já fica sem condições de sobrevivência.

Isto estabelece uma relação bastante delicada entre os fornecedores e o usineiro. Sendo este último o único comprador, aqueles dependem das condições econômicas e da boa vontade do industrial. E não têm a quem recorrer. Em tempos de preços baixos do açúcar e do álcool, como o atual, o usineiro repassa seu problema ao fornecedor, que não tem como repassar a mais ninguém, e fica com o “abacaxi” de todo o processo. É o que está acontecendo agora. Quando havia o IAA, mal ou bem o governo arbitrava os preços da cana, exatamente porque esta situação era conhecida. A extinção do IAA pelo Plano Collor acabou com esta arbitragem. E os fornecedores ficaram sem qualquer tipo de garantia, expostos a uma situação desigual perante o usineiro. Foi criado o Consecana, uma ótima iniciativa, que reúne os dois atores anualmente para encontrarem o preço adequado. Mas, na crise, não tem funcionado direito, sendo preciso rever o bom mecanismo para que ele não perca



eficiência e credibilidade. Talvez, seja o tempo de buscar uma arbitragem de terceiros, um órgão da academia, que possa dizer quem tem razão ou não nas disputas que estão em voga.

E, a partir da arbitragem, algum tipo de ação poderia ser feita pelos governos, seja na área de crédito, seja na área fiscal, para aquele ator que se recusa a aceitar a avaliação do terceiro agente.

Claro que não há mais espaço para um modelo intervencionista como havia no passado. Mas também está claro que assim não pode continuar, porque os fornecedores tendem a desaparecer neste processo desigual, o que é absolutamente inaceitável do ponto de vista da sustentabilidade social do setor. ■■

# Disponibilidade de terra para biocombustíveis e alimentos: chegamos ao limite?

André Meloni Nassar

André Meloni Nassar

Diretor-geral do Instituto de Estudos do Comércio e  
Negociações Internacionais (ICONE).

*CEO of the Institute for International Trade  
Negotiations (ICONE).*



## RESUMO

O crescimento da demanda por alimentos e biocombustíveis de base agrícola, inevitavelmente, requer expansão da área alocada para produção agrícola no mundo. Os países sul-americanos, sobretudo o Brasil, e os africanos, são aqueles que concentram os maiores estoques de terra agricultável. Ambos deverão crescentemente ganhar importância como fornecedores, alterando o mapa da distribuição da produção agrícola no mundo. As projeções de uso da terra no Brasil indicam que a área plantada com cana-de-açúcar para atender a demanda de etanol continuará a crescer, sem prejuízo da produção de alimentos.

## ABSTRACT

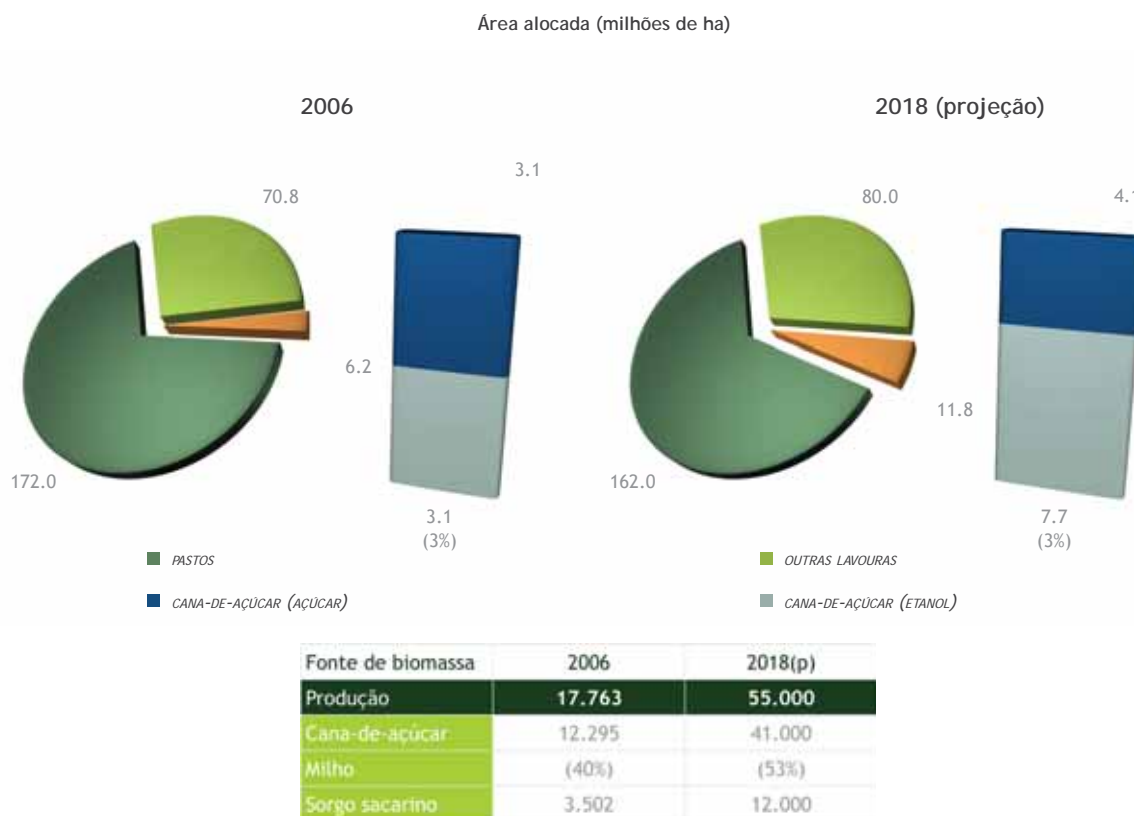
*The growing demand for agricultural-based food and biofuels inevitably requires expansion of the area allocated to farm production in the world. The largest reserves of arable land are to be found concentrated in the African and South American countries, especially Brazil. Both shall increasingly gain in importance as suppliers, altering the distribution map of agricultural production in the world. Land use forecasts in Brazil indicate that the sugarcane cropping area to meet the demand for ethanol will continue to grow, without detriment to food production.*

As projeções que temos feito no ICONE indicam que a cana-de-açúcar deverá ocupar cerca de 11,8 milhões de ha em 2018, para atender uma produção de 56 bilhões de litros e um consumo doméstico de 41 bilhões. Com relação às demais lavouras, aplicando o crescimento de 13% na área plantada que estamos estimando para os grãos, chegamos em 80 milhões de ha. A cana-de-açúcar e as demais lavouras, portanto, passam de 77 milhões de ha para 91,8 milhões. Seguindo tendência apontada no Censo de 2006, as pastagens deverão diminuir em 10 milhões de ha, mostrando que a pecuária continuará em processo de intensificação da produção. O balanço disso tudo mostra que a agricultura brasileira demandará apenas 5 milhões de ha a mais de 2006 a 2018. Embora a figura 1 não traga esta informação, o rebanho bovino brasileiro deverá aumentar em cerca de 20 milhões de cabeças. Assim, mais do que possuir terra disponível para expansão da produção de alimentos, rações e etanol, o Brasil conta com parte de sua área de pasto para conversão para agricultura, sem prejuízo da produção de carne e leite.

A discussão sobre disponibilidade de terra, no entanto, não se restringe ao Brasil. Em uma perspectiva mais global, os dados disponíveis indicam que a competição entre alimentos e biocombustíveis não tem razão de ser, pelo menos no que diz respeito à disponibilidade de terra. A figura 2 traz uma avaliação dos dados de terra disponível para agricultura segundo as bases de dados da Food and Agriculture Organization (FAO). Os dados da FAO permitem inferir quanto da área agricultável total está em pastagens.

Figura 1

Panorama da área utilizada para produção agropecuária no Brasil (milhões de hectares)



Fonte: Censo Agropecuário de 2006/IBGE; ÚNICA; ICONE.  
Elaboração: ICONE.



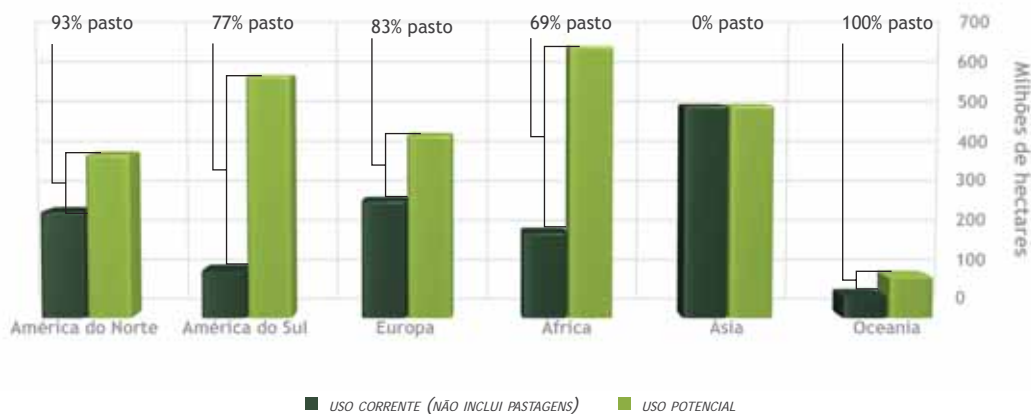
As duas regiões que mais se destacam é o continente africano com mais de 400 milhões de ha disponíveis e a América do Sul com mais de 300 milhões de ha. Tanto a América do Norte como o continente europeu, incluindo países como Rússia e Ucrânia, possuem terras disponíveis. Não somente a magnitude diferencia os dois grupos, mas também a natureza. África e América do Sul têm mais área total, usam correntemente menos área e têm mais espaço para expandir em áreas não utilizadas por pastagens. Os dados indicam que o continente asiático está na situação mais delicada com praticamente nenhuma disponibilidade de terra. Assim, embora saibamos que terra é um recurso escasso e, por isso, precisa ter sua utilização otimizada, os dados da FAO nos levam a concluir que existe terra suficiente para uma

expansão dos biocombustíveis, sem prejuízo da produção de alimentos.

Embora tanto as projeções quanto os dados da FAO sejam passíveis de crítica, ambos apontam na mesma direção: biocombustíveis e alimentos deverão conviver de forma harmônica no longo prazo, à medida que a produção de ambos ganhe importância nas regiões mais favorecidas por disponibilidade de terras. A mais importante conclusão, no entanto, é que a alocação da produção de alimentos e de biocombustíveis deverá, gradualmente, ganhar relevância nos países sul-americanos e, sobretudo, nos africanos, mudando os fluxos de comércio e a forma como hoje conceituamos segurança alimentar e energética. ■■

**Figura 2**

*A questão da disponibilidade de terra para agricultura no mundo*



Fonte: TERRASTAT/FAO. Elaboração: ICONE.

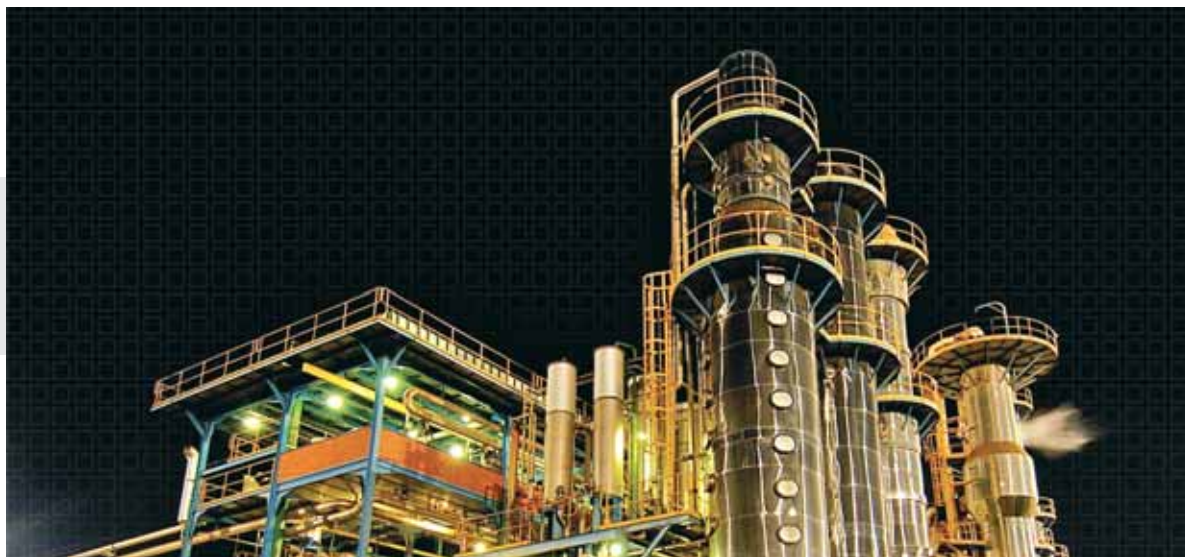
Notas: (1) Uso corrente inclui apenas áreas utilizadas para lavouras.

(2) As caixas de texto apresentam o quanto as pastagens representam da diferença entre uso potencial e corrente.



# Tecnologia em biocombustíveis

Nilson Zaramella Boeta



## RESUMO

O setor sucroalcooleiro nacional tem dado exemplos excepcionais, no que diz respeito à obtenção de vantagens competitivas no emergente mercado global de biocombustíveis'. Pode-se afirmar também que a tecnologia brasileira é a melhor do mundo, mas a concorrência pode avançar e ameaçar essa hegemonia.

## ABSTRACT

*The Brazilian sugar-ethanol sector has given outstanding examples for achieving competitive edges in the emerging global market of biofuels. It may also be said that Brazilian technology is the best in the world but competition can advance and threaten this hegemony.*

■ Nilson Zaramella Boeta ■

Diretor-superintendente do Centro de Tecnologia Canavieira, CTC, principal órgão brasileiro de fomento ao desenvolvimento da cadeia produtiva da cana-de-açúcar, situado em Piracicaba (SP). Graduado em Administração de Empresas com especialização em Marketing e Agribusiness.

*Chief Operating Officer of the Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) (sugar-growing technology center) main Brazilian agency to encourage development of the sugarcane production chain in Piracicaba, São Paulo State. Graduate in Business Administration with specialization in Marketing and Agribusiness.*

O Brasil é hoje uma referência mundial em tecnologia para produção de biocombustíveis. Vale registrar que com a utilização de apenas 1% da área agricultável do País já conseguimos substituir 50% da gasolina consumida no país pelo etanol.

Esse sucesso, obtido graças ao aparato tecnológico de que dispõe o setor sucroalcooleiro, tende a ser ampliado nos mercados interno e externo devido a vários fatores: o advento dos carros tipo flex (que utilizam os dois combustíveis, álcool e gasolina), o combate aos gases do efeito estufa e a diminuição das reservas de petróleo, por exemplo.

Recursos de ponta para manejo e processamento da cana-de-açúcar, como os existentes no Brasil, não são encontrados em nenhum dos mais de 100 países produtores dessa matéria-prima. O mesmo vale para nossos excelentes indicadores de produtividade, eficiência e custos - aspectos resultantes da alta escala de produção conseguida ano após ano, com o aprimoramento de tecnologias originadas na ciência.

Nossas melhores tecnologias para produção de cana e de etanol foram utilizadas nos piores cenários mercadológicos enfrentados pelas empresas do setor sucroalcooleiro, em momentos nos quais havia retração de negócios, escassez de produtos e serviços importados e principalmente alto custo de capital para investimentos.

Na história recente da economia brasileira, as empresas do setor sucroalcooleiro se notabilizaram por aumentar exponencialmente a produção – em escala invejável aos olhos do mundo – com a realização de poucos investimentos e, em geral, durante crises setoriais ou de ordem macroeconômica. Nossos profissionais e cientistas criaram, nas épocas de recessão, a maioria dos equipamentos, tecnologias e processos hoje responsáveis pelo bom desempenho da cadeia produtiva do etanol. E há quem diga que o setor sucroalcooleiro carece de planejamento estratégico, mas nem tanto assim.

Nos últimos anos, as usinas brasileiras tornaram-se autossuficientes na produção de energia, tendo a própria cana como matriz. Conseguiram também diminuir, em larga escala, o consumo de água e fertilizantes, e desenvolveram técnicas de manejo de pragas com o emprego de métodos biológicos. A cana está entre as culturas que menos demandam aplicações de agrotóxicos. O setor sucroalcooleiro ainda cresceu com a profissionalização de seus trabalhadores e a mecanização da colheita.

Não restam dúvidas, portanto, de que as bases da reconhecida posição de liderança de que o Brasil desfruta, hoje, no emergente mercado global dos biocombustíveis têm origem na criatividade e na capacidade de sobrevivência das empresas e dos profissionais do setor sucroalcooleiro.

A demanda por biocombustíveis, como pelo etanol, será elevada em escala inimaginável de agora em diante, com a superação de barreiras técnicas e tarifárias que logo serão ditadas pela globalização. A diminuição das reservas de petróleo e o combate aos gases do efeito estufa também contribuirão para isso.

Assim nos indagamos: Como atender a esse novo mercado e como manter a liderança tecnológica do Brasil frente a outros países? De que forma os Estados Unidos, particularmente, despenderá bilhões de dólares para a produção de etanol proveniente de milho?

Muito se tem especulado sobre as regras que ditarão a competitividade - a transformação do etanol em commodity seria apenas uma delas - e as condições gerais para o estabelecimento da saudável concorrência entre os agentes do novo mercado mundial de biocombustíveis.

Independentemente do que nos aguarda, no que diz respeito a tarifas e tratados, subsídios e regras do gênero, quem tiver a tecnologia a seu favor sairá na frente ante uma provável explosão de demanda pelos biocombustíveis. Quem os produzir mais e melhor, com padrões superiores em produtividade e qualidade, entrará mais forte no jogo.

Entendemos que as empresas brasileiras se encontram prontas para essa disputa e nesse momento estão, inclusive, em melhores condições para competir comparativamente à concorrência dos países produtores de etanol derivado de milho, beterraba, trigo etc.

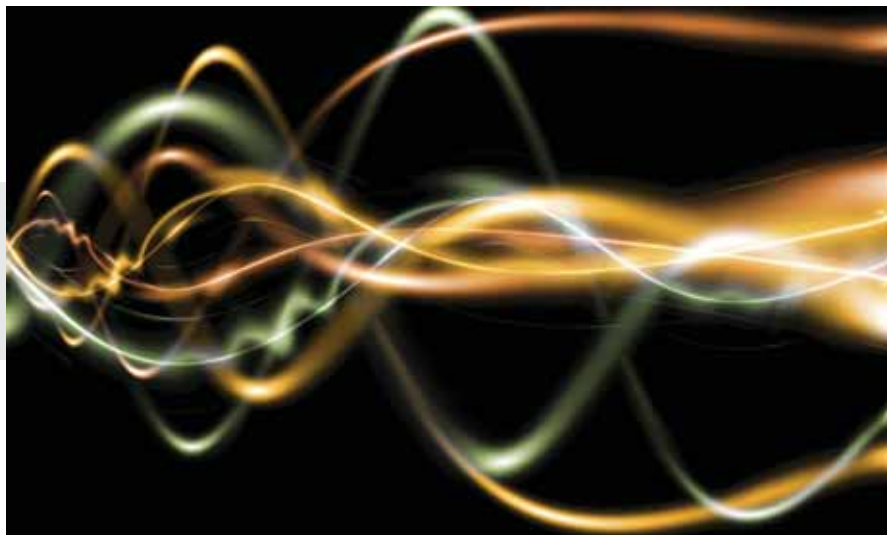
Vivemos um novo ciclo de inovações na cadeia produtiva da cana-de-açúcar, com a utilização de recursos como energia solar, por exemplo, além de ganhos no tocante à sustentabilidade socioambiental e o culto à gestão estratégica das empresas. Na área agrícola, acompanhamos dia-a-dia o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar, fortalecidas quanto ao potencial produtivo, teores de sacarose e resistência a doenças. Já na área industrial, avançamos a passos largos rumo à viabilização do etanol de segunda geração ou etanol celulósico, esse o protagonista de uma revolução tecnológica ao alcance do Brasil, antes de qualquer outro país.

No Centro de Tecnologia Canavieira, CTC, nosso maior patrimônio científico aplicado à cadeia sucroalcooleira, trabalham em torno de 300 pessoas altamente capacitadas, alocadas exclusivamente para empreender iniciativas de fomento à produção e ao processamento da cana-de-açúcar. Trata-se de uma entidade de caráter privado apoiada por 180 associadas, que, somadas, respondem atualmente por 60% da cana moída no Brasil. O CTC tem sede no município paulista de Piracicaba, com regionais em todo o Brasil e emprega em seus quadros os mais renomados cientistas e profissionais do País, em múltiplas áreas e especialidades.

## CONCLUSÃO

Como se vê, diferenciais competitivos não nos faltam para lutar, em pé de igualdade, com as maiores nações do planeta no mercado de biocombustíveis. Resta saber, somente, se o setor sucroalcooleiro contará com mais recursos para investimentos em tecnologia, vindos de dentro e de fora das usinas, visando manter seu histórico de bom desempenho geral.

Para os empresários do setor sucroalcooleiro, a grande missão das empresas brasileiras para os próximos anos será identificar parceiros confiáveis, capazes de acelerar, continuamente, o avanço tecnológico já conquistado e, com isso, fortalecer as bases da hegemonia brasileira no mercado mundial de biocombustíveis frente a uma concorrência que será cada vez mais presente, aguerrida e capitalizada. ■■



# Matérias-primas para biocombustíveis: uma visão estratégica

Décio Luiz Gazzoni

## RESUMO

Discutem-se as mudanças que deverão sobrevir na matriz energética mundial, na qual as fontes de energia renovável ocuparão importância crescente, ao longo do século. Por ser uma tecnologia mais madura e rentável, a agroenergia deverá dominar o cenário até a metade do século, sendo progressivamente substituída por outras formas de energia renovável, especialmente solar e eólica. Os parâmetros que definirão as matérias-primas mais importantes para produção de biocombustíveis e bioeletricidade serão a densidade energética, o balanço de energia e o custo da unidade de energia produzida. Neste particular, mostram-se como mais promissoras matérias-primas intensivas em carboidratos - tendo a cana-de-açúcar como paradigma - resíduos orgânicos e algas. Igualmente, discute-se a integração entre os processos de transformação e os motores e células de combustíveis. O volume e a constância de investimentos em PD e I definirão os protagonistas e líderes da agroenergia, em escala global.

## ABSTRACT

*The discussion is about the changes that shall occur in the world energy matrix, in which renewable energy sources will be of increasing importance during the century. Since it is a more mature and profitable technology, agroenergy should dominate the scenario until the middle of the century, being progressively substituted by other kinds of renewable energy, especially solar and wind. The parameters that will define the key raw materials for biofuel and bioelectricity production will be energy density, energy balance and the cost of the produced energy unit. In this case, the most promising are shown to be carbohydrate intensive raw materials - with sugarcane as the paradigm - organic waste and algae. The integration between the transformation processes and motors and fuel cells is also discussed. The volume and ongoing investments in RD and I will define stakeholders and leaders of agroenergy on a global scale.*

Décio Luiz Gazzoni

Engenheiro Agrônomo, pesquisador da Embrapa, coordenador de Agricultura da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Membro do International Scientific Panel for Renewable Energy do International Council for Science e Consultor Internacional do Banco Interamericano de Desenvolvimento. Foi Chefe Geral da Embrapa Soja e da Embrapa Agropecuária Oeste e Diretor Executivo da Embrapa.

*Agronomist engineer, Embrapa researcher, Agriculture coordinator of the Brazilian Network of Biodiesel Technology, member of the International Scientific Panel for Renewable Energy of the International Council for Science, and international consultant to the Inter-American Development Bank. Was head of Embrapa Soja and Embrapa Agropecuária Oeste and Embrapa CEO.*

## INTRODUÇÃO

No período de 1 milhão de anos, desde que o *Homo sapiens* dominou o fogo, até a presente data, atingiu-se uma demanda global de energia de, aproximadamente, 10 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (Gtoe). De acordo com estimativas da Agência Internacional de Energia, até 2050, este valor deve superar 18 bilhões de Gtoe. Os principais vetores deste aumento vertiginoso da demanda são de duas ordens: o crescimento populacional e o incremento da esperança de vida, por um lado; e o crescimento econômico global e da renda disponível para as famílias, por outro. Mais cidadãos, com melhor condição econômica, buscarão melhorar sua qualidade de vida, o que, no modelo social dominante, significa pressionar a demanda de alimentos nobres e de energia. Estes mesmos cidadãos serão mais bem informados, mais conscientes, e sofrerão diretamente o impacto das mudanças climáticas globais já em curso, cujo grande *driver* é a queima de combustíveis fósseis. O exposto, somado ao esgotamento e à distribuição irregular das últimas reservas disponíveis, será fator decisivo para que a sociedade exija uma inversão no *market share* da matriz energética global, hoje dominada em 80% pelos combustíveis fósseis.

O fenômeno se encontra em sua fase embrionária. Examinando a evolução dos investimentos mundiais (públicos e privados) em energia renovável - tanto na fase de PD e I quanto em plantas comerciais de geração de energia - observa-se um crescimento acelerado que, nos últimos três anos, supera a 50% ao ano. De acordo com a ONG REN21, os investimentos comerciais foram de US\$5 bilhões em 1995; US\$10 bi em 2000; US\$30 bi em 2005; e US\$150 bi contratados para 2010. Portanto, o fenômeno que se observa não se restringe aos biocombustíveis, porém aponta para um grande mercado de energia renovável, que ganhará musculatura ao longo do século e deverá ser monopolista em 2100.



## EVOLUÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA RENOVÁVEL

O conjunto de energia renovável é responsável por quase 13% da matriz energética mundial. Deste total, 10% correspondem ao uso da lenha, 2% à biomassa moderna (biogás, biodiesel e bioetanol) e menos de 1% para o restante das renováveis. Entretanto, quando se projeta o longo prazo, esta proporção deverá se modificar radicalmente, como será radical a troca de energias fósseis por renováveis. É necessário focar nos dois grandes *carriers* energéticos do futuro, que são eletricidade (uso geral, inclusive transportes) e combustíveis líquidos (transportes). É lícito esperar uma participação cada vez mais intensa da eletricidade na oferta de energia ao consumidor, pelo aumento da participação do transporte de massa, e pela viabilização comercial dos veículos elétricos ou híbridos. Portanto, não será possível dissociar a produção de biocombustíveis da geração de energia elétrica, em qualquer projeção do futuro energético baseado em energia renovável. Em nossa visão de futuro, vislumbramos quatro grandes etapas na evolução da energia renovável, ao longo do século:

- a. Atual (2000-2025): Dominada por biomassa (lenha e primeira geração de biocombustíveis), seguida por eólica e solar;
- b. Transição (2026-2040): Dominada por biomassa (lenha e segunda geração de biocombustíveis), seguida por solar e eólica;
- c. Intermediária (2041-2070): Compartilhada entre biomassa (biohidrogênio e terceira geração de biocombustíveis) e solar, seguida por eólica e outras renováveis (marés, ondas, geotérmica);
- d. Consolidada (2071-2100): Dominada por solar, seguida por eólica, com menor participação de biomassa e de outras renováveis.

O fundamento da mudança será a enorme evolução tecnológica que ocorrerá na eficiência de captação direta de energia solar e de seu armazenamento, para compatibilizar os fluxos de oferta e demanda. Examinando o setor de agroenergia sob esta perspectiva, dois aspectos se ressaltam: primeiro, existe uma janela de oportunidade para a agroenergia, que já se iniciou, terá seu pico em torno de 2030 e se reduzirá progressivamente a partir de meados deste século; segundo, será necessário maximizar a eficiência, a rentabilidade e a sustentabilidade da agroenergia dentro deste período, para transformar em realidade uma oportunidade percebida. Em decorrência, necessitaremos de investimentos maciços em PD e I setorial, para capturar e maximizar a oportunidade.



Foto: arquivo Embrapa

## EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Existem três grandes vertentes de evolução tecnológica em relação aos biocombustíveis: matérias-primas, processos de obtenção de *carriers* energéticos e motores. Vamos analisar em sentido inverso, pois a matéria-prima depende dos processos, os quais dependem dos motores.

Os atuais motores de ciclo Otto ou Diesel se caracterizam pela ineficiência, o que abre enormes perspectivas para inovações tecnológicas. A baixa eficiência térmica, em torno de 20%, é um dos principais fatores da ineficiência dos motores atuais. Se considerarmos um Ciclo de Carnot entre as temperaturas de combustão adiabática da gasolina (2.300 K) e a temperatura de trabalho admissível para o aço (925 K), a eficiência teórica esperada é de 59%. A maior eficiência já alcançada, em motor Diesel marítimo de 90.000 HP, é de 52%. Em motores do Ciclo Otto, que usam gasolina C (24% de álcool anidro), a eficiência máxima atinge 32% e os que usam o álcool hidratado exclusivo alcançam, no máximo, 38%. Por outro lado, se considerarmos a eficiência teórica, como função exclusiva da taxa de compressão, o motor a álcool hidratado, com razão de compressão 12:1 deveria atingir 63%.

Portanto, existe enorme espaço para o desenvolvimento de motores, em termos de economia de combustível e de redução da emissão de CO<sub>2</sub> e de outros poluentes atmosféricos. Novos materiais, com maior eficiência térmica, serão os protagonistas da melhora. O

segundo fator de ineficiência é a relação peso/potência. Neste caso, a redução do peso dos veículos, em função de novos materiais mais leves e mais resistentes, tornará os veículos mais eficientes.

Há um aspecto fundamental, que revolucionará o espectro de matérias-primas para produção de biomassa energética: a adaptação de motores de ciclo Diesel para operar com combustíveis da família do etanol, derivados de carboidratos. Já existem diversas tecnologias desenvolvidas, inclusive em fase de validação pré-comercial, que envolve desde detonantes e aditivos especiais para mistura diesel-etanol, até sistemas independentes de alimentação, que permitem substituir parcela ponderável do petrodiesel. Na mistura diesel/etanol, será necessária a aditivação com promovedores de ignição (em geral, nitratos como o dinitrato de trietileno glicol) para elevação do número de cetano, pois o etanol possui número de cetano = 8, enquanto a especificação da ANP para o diesel requer mínimo de 42. Algumas destas tecnologias demonstraram ser possível obter, ao mesmo tempo, maior eficiência térmica, maior potência e menor custo, com substituição do óleo diesel por etanol.

Finalmente, o topo da evolução tecnológica previsível é a utilização de células de combustível, em substituição aos atuais motores, com ganhos de eficiência, versatilidade, custo e redução de impacto ambiental. Mesmo as células de combustível de primeira geração

já apresentam eficiência térmica superior a 50% e, com sua evolução tecnológica, superarão os 80%. O etanol tem sido testado com sucesso para abastecer as células de combustível, as quais têm como produtos finais a água e a energia, com reduzido impacto ambiental.

Em relação aos processos, o estágio atual pode ser considerado como gênese da PD e I para transformar biomassa em energia. Os processos fermentativos deverão se aproximar o máximo de eficiência teórica, fundamentalmente devido aos avanços com utilização da biotecnologia. Porém, outros processos, em especial baseados em gaseificação e em geração de gás de síntese (Fischer Tropsch), serão dominantes no futuro. O foco da PD e I em processos deve ser a compatibilização entre matérias-primas baratas e de alta disponibilidade e motores ou células de combustível de alta eficiência térmica e financeira, com economia de custos e minimização do impacto ambiental.

A biomassa dependerá da especificação dos combustíveis para atender os novos motores ou células de combustível e os requerimentos para otimização dos processos de transformação. Três parâmetros serão fundamentais para determinada matéria-prima ocupar espaço importante no mercado de biomassa energética:

- a. Possuir elevada densidade energética;
- b. Apresentar balanço de energia altamente positivo; e
- c. Dispor de condições de produção na macro-escala a custos competitivos.

Para atender a primeira geração de biocombustíveis, o paradigma de matéria-prima para a produção de etanol (sucedâneo da gasolina) é a cana-de-açúcar. De acordo com a CONAB, a produtividade de cana-de-açúcar para a safra 2008, será de 79 t/ha, conduzindo à densidade energética de 135 Gcal/ha. Seu balanço de energia se aproxima de 12:1 (saída de energia: entrada de energia no sistema) e o custo de 1Gcal é de R\$20,58. Especificamente, o produto etanol tem um custo estimado de R\$43,86/Gcal. Para efeito de comparação, o petróleo (Crude oil, cotação Nymex em 05/07/2008) tem um custo de R\$143,00/Gcal. Para a produção de biodiesel, o óleo de dendê pode ser considerado o paradigma, por sua produtividade de 28t/ha de biomassa e 5t/ha de óleo, redundando em densidade energética de 48Gcal/ha e um balanço de energia de 6:1. Entretanto, seu custo é elevado, pois uma tonelada de óleo de dendê está cotada a US\$1.199,00 (5/09/2008), o que gera um custo de R\$198,00/Gcal produzida. Importante referir que, historicamente, o dendê é o óleo vegetal de menor cotação no mercado internacional.

Fonte de biomassa	Densidade (Gcal/ha/ano)	
	Atual	Potencial
Cana-de-açúcar	135	598
Milho	45	115
Sorgo sacarino	102	255
Trigo	32	115
Beterraba	119	240
Switch Grass	60	180
Dendê	48	120
Soja	6	30
Canola	20	50
Girassol	17	38
Mamona	3	25
Pinhão Manso	15	45
Macaúba	45	100
Eucalipto	78	120
Pinus	65	100

Tabela 1

Desempenho da arrecadação tributária por nível de governo - 1988/97

Elaboração: D. L. Gazzoni, a partir de diversas fontes.

A Tabela 1 apresenta a densidade energética dos principais cultivos utilizados, atualmente, para produção de biocombustíveis, como média dos países onde são produzidos, e seu potencial teórico estimado (média de diversas fontes). Salienta-se que estes valores são meramente ilustrativos, sem valor científico, por tratar-se de médias de diferentes países (densidade energética atual) ou de estimativas realizadas por diferentes autores.

O exame da Tabela 1 fundamenta a inexorabilidade da progressiva substituição de plantas oleaginosas por plantas intensivas em carboidratos, como matéria-prima para produção de biocombustíveis, devido à sua maior densidade energética. A velocidade deste fenômeno será determinada pelo estado da arte dos motores de ciclo Diesel, que permitam utilizar combustíveis derivados de carboidratos, do uso de células de combus-

tível em escala comercial, e das inovações de processos, que permitam produzir estes biocombustíveis.

Apesar de não constar da Tabela 1, por existir pouca informação de caráter conclusivo na literatura, o cultivo de micro-algas, com finalidade energética, apresenta-se como altamente promissor, havendo referências de produção de óleo próximo a 60 t/ha/ano, o que deve ser tomado com muita reserva, por tratar-se de plantas piloto de baixa escala. Devido ao seu baixo custo e alta disponibilidade, resíduos, detritos e dejetos orgânicos diversos (lixo municipal, restos agrícolas, resíduos da agroindústria, de serrarias e outros) serão importantes fontes de matéria-prima para a produção de biocombustíveis ou de bioeletricidade, seja por queima direta em ciclos combinados, por fermentação ou por gaseificação.

## CONCLUSÃO

Pelo estado do conhecimento atual, os paradigmas entre as plantas cultivadas para fins energéticos são a cana-de-açúcar e palmáceas tropicais, como o dendê. Entretanto, a maior densidade energética de plantas intensivas em carboidratos, o menor custo de resíduos orgânicos e o potencial produtivo das algas, apontam este conjunto como as fontes de matérias-primas com maior potencial para dominar a produção de biocombustíveis e de bioeletricidade. Para que a agroenergia aproveite integralmente a janela de oportunidade que se encontra aberta, e para que seja maximizada sua duração em condições competitivas com outras fontes de energia, serão necessários investimentos elevados e contínuos em PD e I, tanto na área agrônômica, quanto nos processos industriais e na indústria de motores, tendo como parâmetros a maximização da densidade energética, do balanço de energia e da rentabilidade da cadeia. Seguramente, a liderança futura do grande negócio global de biocombustíveis pertencerá a quem detiver inovações no estado da arte, para os três segmentos mencionados acima. ■■

# Projeto de biocombustíveis: o desafio da matéria prima

Cleber Lima Guarany

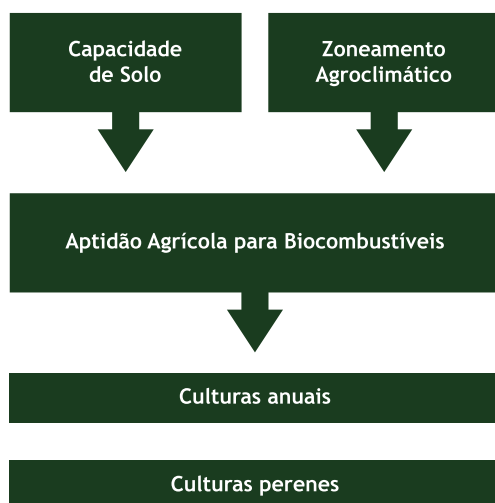
## RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar os desafios da produção agrícola na execução de um projeto agroindustrial, principalmente para o incipiente e crescente mercado de biocombustível. De maneira geral, projetos de biocombustíveis podem ser divididos em três fases: Agrícola, Industrial, e Econômico-financeira. A parte agrícola é sem dúvida a que representa maiores riscos; é a primeira fase que deve ser totalmente trabalhada antes de se avançar para outras análises. Na fase agrícola, o estudo da capacidade do solo, alinhado às condições climáticas da região, oferecerá ao investidor a segurança de empreender um projeto de longo prazo. O método abaixo esquematiza de maneira clara e objetiva os passos a percorrer:

## ABSTRACT

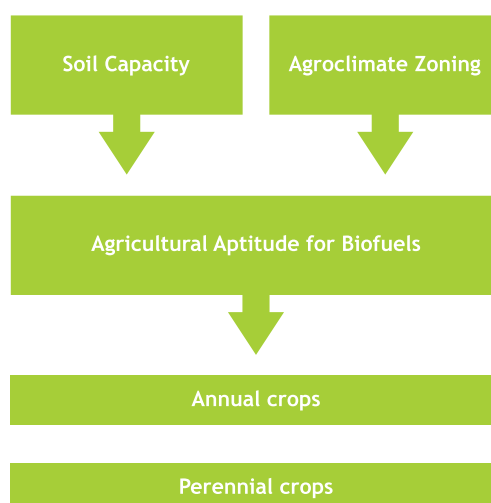
*The purpose of this article is to discuss the challenges of agricultural production in an agroindustrial project, principally for the incipient and growing biofuel market. In general, biofuel projects can be divided into three phases: Agricultural, Industrial and Economic/Financial. The agricultural part undoubtedly offers the highest risks; it is the first phase that must be fully worked before advancing to other analyses. During the agricultural phase, the study of the soil capacity combined with climate conditions in the region will give the investor the security of undertaking a long-term project. The method below is a clear objective diagram of the steps to be taken:*

*Metodologia para a definição da aptidão agrícola para biocombustíveis*



Fonte: FGV Projetos

*Methodology for defining the agricultural aptitude for biofuels*



Source: FGV Projetos

Cleber Lima Grarany

Engenheiro, pós graduado em finanças e marketing, coordenador de projetos de biocombustíveis da FGV Projetos. Atualmente, coordena projetos de biocombustíveis para América Central e Caribe, atendendo ao MOU (Memorandum of Understanding) assinado pelos governos do Brasil e Estados Unidos, para promover a produção e utilização dos biocombustíveis na região.

*Engineer, post-graduate in finance and marketing, coordinator of biofuel projects in FGV Projetos. Currently coordinating biofuel projects for Central America and the Caribbean, in conformity with the MOU (Memorandum of Understanding) between the Brazilian and US governments to promote production and use of biofuels in the region.*

## INTRODUÇÃO

É praticamente um consenso mundial que neste início de século, a matriz energética da maioria dos países começa a passar por importantes mudanças.

Influenciados pelas incertezas dos preços do petróleo e pela necessidade de diminuição das emissões dos gases causadores do efeito estufa, os biocombustíveis assumem papel relevante como alternativa sustentável, indicando um potencial de crescimento elevado nos próximos anos.

Países importadores de petróleo e seus derivados procuram agora alternativas para diminuir suas dependências. Uma dessas alternativas repousa em projetos de agroenergia destinados à produção de biocombustíveis, tais como: etanol e biodiesel, para veículos automotores e biomassa para geração de vapor e eletricidade.

O grande desafio para os projetos de Agroenergia está na obtenção da matéria-prima. Existem diversas matérias-primas potenciais para produção de álcool, óleo vegetal e biomassa, mas ainda poucas plantas apresentam estágio de desenvolvimento que permita uma produção estável, previsível e em larga escala, ou seja, todas as etapas do processo agrícola de produção definidas e testadas.

No processo industrial, este desafio já foi vencido e, atualmente, a tecnologia para a produção de álcool e biodiesel já encontra-se bem difundida, bem como a produção de vapor e eletricidade através do uso da biomassa.

Essa indústria agora avança para desenvolver as tecnologias de segunda geração, que permitirá aumentar a eficiência e a produtividade, como o etanol de lignocelulose produzido a partir de resíduos agroindustriais.

Portanto, a fase agrícola é hoje o grande desafio de qualquer projeto de biocombustível e deve ser muito bem planejada.

Outro tópico importante ao qual deve-se estar atento diz respeito à pesquisa e desenvolvimento, realizados por entidades públicas e privadas no mundo, de novas variedades de plantas que surgem com melhor potencial produtivo e maior resistência a pragas e doenças.

Neste aspecto, o Brasil ainda deixa a desejar, visto que a maioria das chamadas “plantas produtoras de energia” ainda carecem de pesquisa e desenvolvimento, considerando sua imensa variedade de espécies com excelente potencial produtivo.



## O DESAFIO DA AGROENERGIA – OBTENÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

Somente há poucos anos, as energias renováveis têm despertado a atenção de diversos setores da sociedade. Congressos e seminários surgem em várias cidades a fim de se debater o tema, mas de fato pouca coisa tem sido feita para encarar de frente o grande desafio de se produzir matérias-primas competitivas. Portanto, quando falamos de produção agrícola competitiva para um projeto de biocombustíveis, necessitamos responder inicialmente a pelo menos duas questões antes do levantamento das premissas do projeto e sua estruturação propriamente dita.

- a. Qual a vocação da minha propriedade agrícola? Características do solo e condições climáticas da região.
- b. Quais as culturas potenciais a considerar?



A vocação da propriedade agrícola é obtida, por meio do estudo das características do solo (capacidade da terra) e condições climáticas da região.

Como exemplo, tomamos o estudo realizado pela FGV Projetos na República Dominicana, visando à implantação de um projeto para produção de óleo vegetal destinado à fabricação de biocombustível. Uma das culturas analisadas foi o Dendê ou a Palma africana, e o objetivo do estudo foi identificar a aptidão da terra para o cultivo da cultura através das análises de capacidade da terra e agroclimática do país.

A vocação da propriedade agrícola é obtida através do estudo das características do solo (capacidade da terra) e das condições climáticas da região.

Como exemplo, tomamos o estudo realizado pela FGV Projetos na República Dominicana, visando à implantação de um projeto para produção de óleo vegetal destinado à fabricação de biocombustível. Uma das culturas analisadas foi o dendê ou a palma africana, e o objetivo do estudo foi identificar a aptidão da terra para o cultivo da cultura, por meio das análises de capacidade da terra e agroclimática do país.

A análise da capacidade de terra resultou da comparação entre os requerimentos das culturas e as características associadas aos solos, sendo os principais atributos de análise: a fertilidade, profundidade, textura, presença de pedras, drenagem e a salinidade do solo.

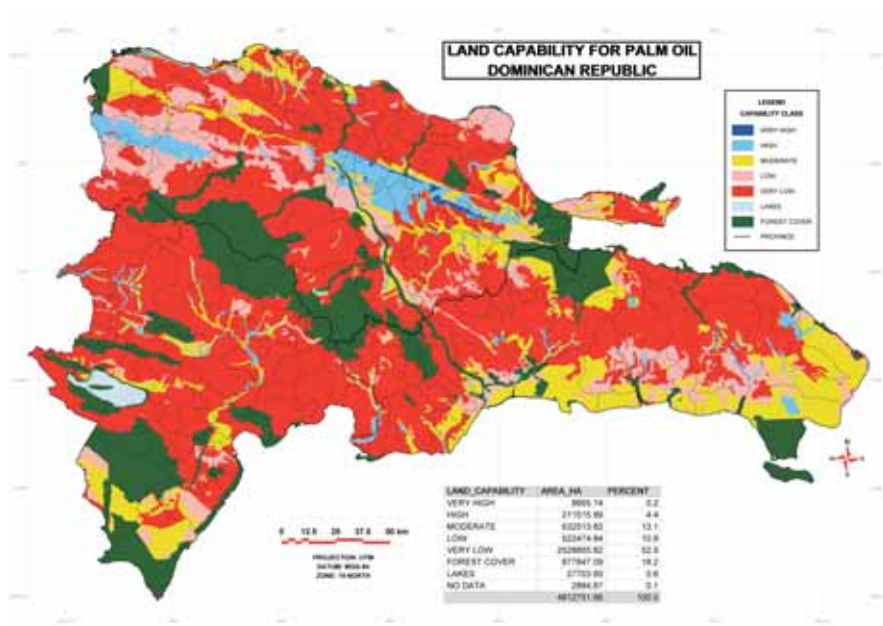
As características mais importantes do solo para o dendezeiro são:

- ✔ Profundidade de solo acima de 0,9m;
- ✔ Textura argilosa;
- ✔ Estrutura de solo forte à moderada;
- ✔ Permeabilidade moderada;
- ✔ Relevo plano a levemente ondulado;
- ✔ Nenhuma pedregosidade;
- ✔ Ausência de ferro, alumínio ou manganês;
- ✔ Ausência de compactação;
- ✔ Consistência muito limosa ou firme; e
- ✔ Condição de umidade de solo molhado.

O dendê pode ser cultivado em diferentes solos, porém algumas variações nas características físicas e químicas podem causar significativas mudanças na produtividade, além de favorecer o aparecimento de doenças.

Abaixo, exemplificamos a verificação da capacidade da terra para o dendê pela análise do mapa da República Dominicana, no qual as áreas em azul representam condições de alta viabilidade da terra para a cultura.

Mapa da capacidade de utilização do solo e quantificação da área para dendezeiro (*Elaeais guineensis*) - República Dominicana



Fonte: FGV Projetos

Outra avaliação importante está relacionada com as condições climáticas. A agricultura é muito sensível às condições climáticas e do tempo, as quais determinam as espécies ou variedades adequadas de plantas, os sistemas agrícolas a serem adotados e as práticas necessárias para se conseguir uma cultura de alto desempenho.

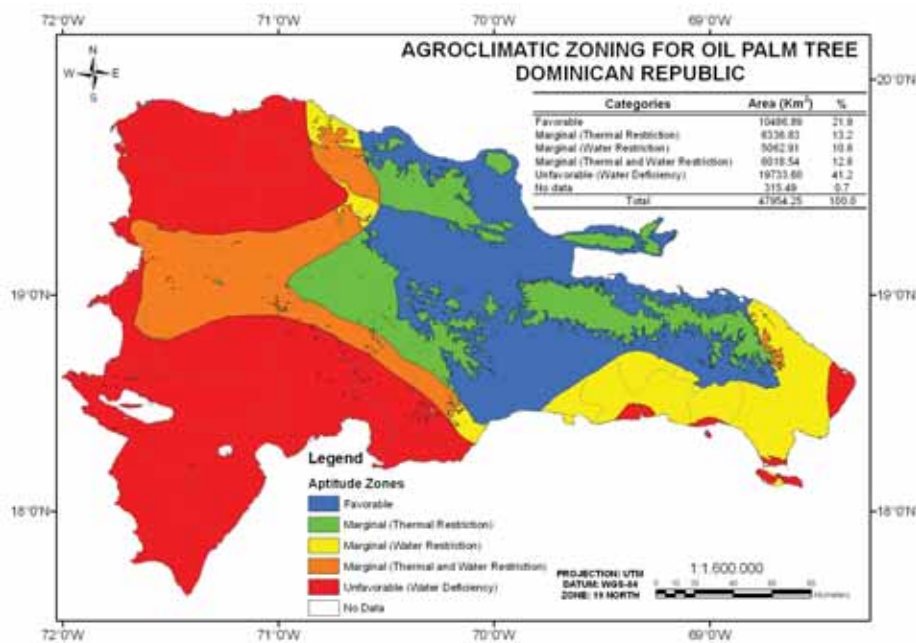
Assim sendo, as informações agrometeorológicas, principalmente os dados climatológicos, são essenciais para o planejamento agrícola, os quais, juntamente com as informações do solo, irão definir o potencial de uma área para uma atividade agrícola específica.

Como exemplo, tomamos mais uma vez o Dendê. O dendezeiro tem melhor desenvolvimento nas seguintes condições agroclimáticas (1):

- ✓ Máxima temperatura média variável de 28 a 34° C;
- ✓ Mínima temperatura média variável de 21 a 23° C;
- ✓ Temperatura média anual variável de 25 a 28° C;
- ✓ Umidade relativa acima de 70%;
- ✓ Um mínimo de 120 horas por mês de horas efetivas de sol; e
- ✓ Precipitação pluviométrica mensal acima de 100 mm.

Abaixo, exemplificamos a análise agroclimática para o dendê, através do mapa da República Dominicana, onde as áreas em azul representam condições favoráveis para a cultura. Abaixo, exemplificamos a análise agroclimática para o dendê, através do mapa da República Dominicana, onde as áreas em azul representam condições favoráveis para a cultura.

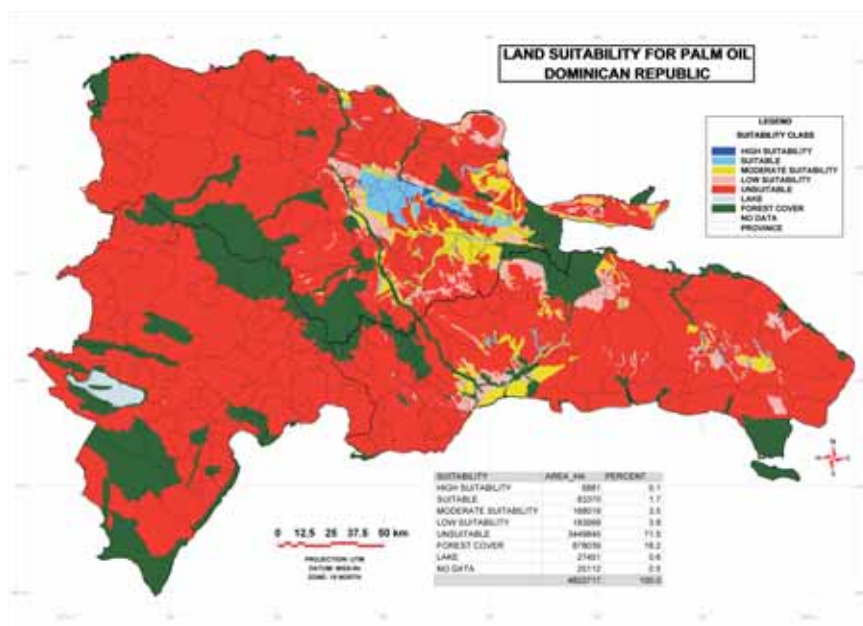
Zoneamento agroclimático para o dendezeiro - República Dominicana



Fonte: FGV Projetos

Finalmente, quando integramos as informações de clima e solo, podemos obter as áreas mais aptas para o cultivo do dendê, conforme exemplificado abaixo, onde as áreas na cor azul representam alta e boa viabilidade de produção, o que, neste caso, representa 1,8% de terras agricultáveis do país.

Aptidão de terras para o dendzeiro na República Dominicana



Fonte: FGV Projetos

O exemplo apresentado do dendê para a República Dominicana vale para o estudo de qualquer projeto agrícola de um país, estado, cidade ou até mesmo uma propriedade que objetiva a produção de matéria-prima agrícola.

Uma vez selecionada aptidão agrícola para as culturas potenciais, pode-se partir para a estruturação do projeto e definição das premissas, com base na obtenção da matéria-prima em um cenário realista e de riscos devidamente quantificados.

## CONCLUSÃO

Projetos de biocombustíveis têm despertado interesse de *players* de setores de mercados fora do setor agrícola, empresas tradicionalmente do setor industrial, energético, construção civil, financeiro entre outros. A falta de conhecimento na área agrícola pode acarretar algumas distorções com relação às expectativas do empreendimento.

Diferentemente de outros setores, o agrícola lida com um número de variáveis muito maior, como se constata na *performance* de produção de uma planta. O grau de incerteza da produção agrícola é comparativamente maior que o da produção industrial.

Projeto de Biocombustível



Neste contexto, a execução de um bom projeto agrícola é fundamental para dar confiança ao investidor, uma vez que a garantia do fornecimento da matéria-prima normalmente é o elo mais frágil da cadeia de valor.

A metodologia de análise aqui apresentada, na qual a capacidade do solo e clima da região associada às exigências das culturas selecionadas, poderá fornecer um cenário que facilitará a tomada de decisão, conferindo o sinal verde para o investimento. ■■



# Segurança energética e biocombustíveis

Luiz Carlos Corrêa Carvalho

Luiz Carlos Corrêa Carvalho

Diretor da Canaplan Consultoria Técnica,  
Vice-Presidente da ABAG e Diretor do Grupo  
Alto Alegre.

*Director of Canaplan Consultoria Técnica,  
vice-president of ABAG and director of Alto  
Alegre Group.*



## RESUMO

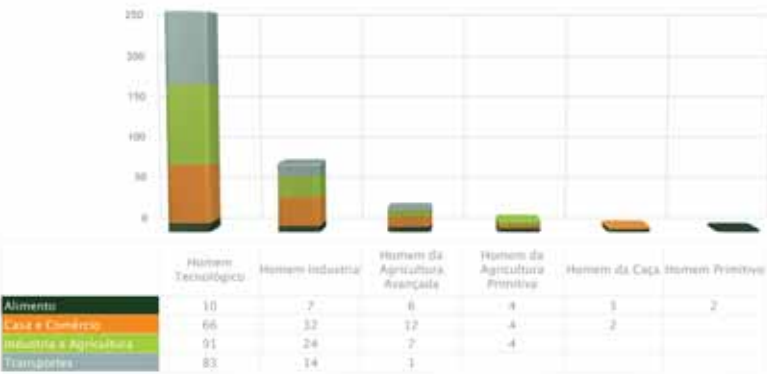
O século XXI vive a ressaca da dominância do petróleo como a energia do século XX, com consequências extremamente negativas ao planeta. A continuidade desse uso de energia é insustentável. Como uma das principais questões geradas por essa realidade, a insegurança de oferta de energia é fator de enorme importância aos países dependentes dela e motivo relevante para urgente mudança global de foco, incluído nele, a oferta e o uso dos biocombustíveis.

## ABSTRACT

*The 21st century is suffering from the hangover of petroleum predominating as the energy of the 20th century, with extremely negative consequences for the planet. The continued use of this energy is unsustainable. As one of the main issues raised by this reality, the insecurity of the energy supply is a factor of the utmost importance for countries depending on it and a major reason for urgent global change of focus, including supply and use of biofuels.*

## INTRODUÇÃO

A evolução do homem e o consumo de energia guardam uma relação extremamente interessante, quando se analisa esses impactos separados por setores fundamentais da economia. Estudo recente conduzido por Franssen sobre o consumo per capita de energia na evolução do homem mostra um espetacular avanço da demanda:



Dos vários impactos mostrados na figura, a fase tecnológica e os setores de transportes, indústria e agricultura deram um salto impressionante, principalmente comandados pelo petróleo e gás natural, além da continuidade do uso do carvão mineral.

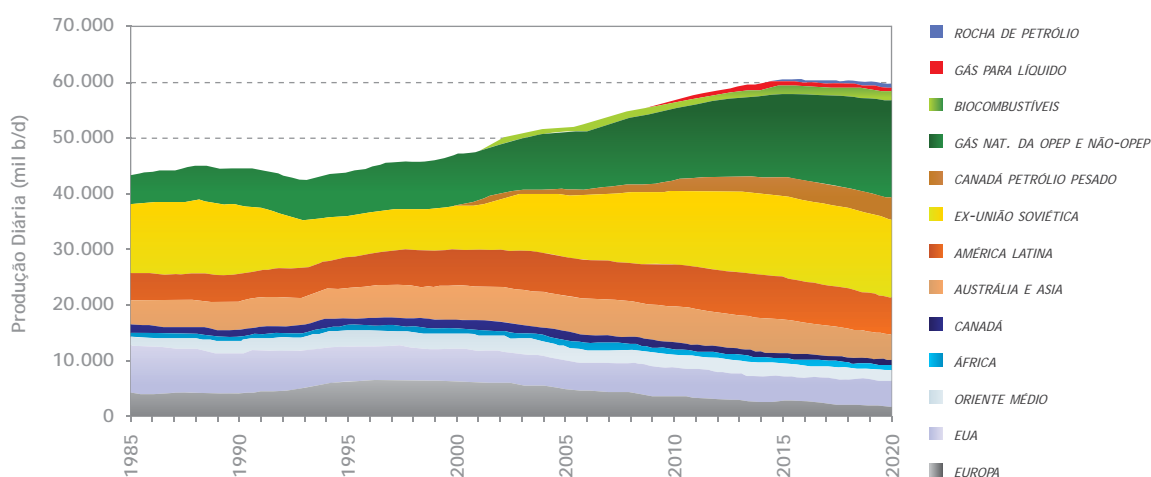
Se examinarmos sob a ótica dos desenvolvimentos verificados pós II Guerra Mundial, percebe-se a recuperação econômica da Europa e do Japão, graças ao petróleo barato; em seguida, vieram os choques de oferta comandados pela OPEP e, após 2004, uma explosão da demanda por petróleo sem precedentes. Desde então, o mercado de petróleo vem sendo dirigido por geopolítica, medo e expectativas.

A nova realidade geopolítica global é que após 150 anos de história econômica, o centro da atividade industrial muda para a Ásia, que cresce de forma impressionante e em fase de petróleo caro. O debate que se verá sobre os preços do petróleo estarão centrados, na próxima década, na demanda de energia nos países emergentes (que será superior que a dos desenvolvidos); na dificuldade dos países “não-OPEP” de aumentarem a oferta; na capacidade da OPEP de atender esse *gap* de oferta; e nos desenvolvimentos da nova geopolítica energética. Como um claro exemplo do momento, as reservas de petróleo (~70%) estão nas mãos das empresas estatais.

## SEGURANÇA ENERGÉTICA

Considerada como um dos mais relevantes aspectos da crise energética deste Século XXI, a dependência do petróleo e do gás natural de regiões instáveis do planeta, tanto do mundo desenvolvido como do em desenvolvimento (com honrosas e, às vezes, problemáticas exceções), foi caracterizada como o grave problema de segurança energética. Ao lado do sério aquecimento global e do “pico do petróleo” (as reservas caem mais rapidamente do que as novas descobertas), a questão da insegurança energética é muito clara e consistente. Como exemplo do problema, os países “não-OPEP” vem mostrando pouca capacidade de expansão de oferta. Isso, naturalmente, leva à crescente dependência global do petróleo dos países da OPEP (Oriente Médio, Venezuela e Nigéria, entre outros).

*Não-OPEP e OPEP: Previsão de Oferta com Exploração*

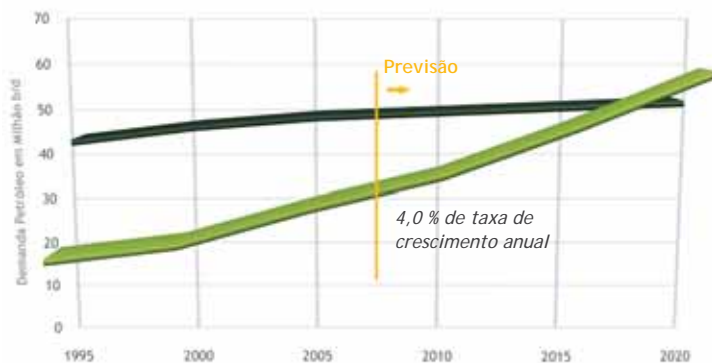


A figura acima, representando uma visão das perspectivas até 2020, mostra que a oferta total chegaria até 60 milhões de barris/dia lá por 2015. O problema está no fato de que a demanda, forte, deverá continuar e que o “gap” entre ela e a oferta dos países “não-OPEP” cresce de forma nítida (a OPEP crescerá a sua participação de 33 a 36 milhões de barris/dia para 46 a 58 milhões de barris/dia).

Por outro lado, a mesma análise leva a uma posição de esgotamento das reservas da OPEP, hoje no acumulado de 40%. Isso levaria (com 1% ao ano de taxa de esgotamento das reservas da OPEP) a que ao final da próxima década, a OPEP já esteja com 60% de suas reservas esgotadas.

Na medida em que os países em desenvolvimento (muito intensivos em petróleo) crescem sua demanda de petróleo em 4% ao ano, a figura caracteriza como e quando os desenvolvidos ficarão para trás em demanda de petróleo:

*Demanda mundial dos países em desenvolvimento ultrapassa os desenvolvidos entre 2015 e 2020*



*Fonte: Jeff Rubin, OPEC's Growing Call on Itself, CIBC World Markets, September 2007.*

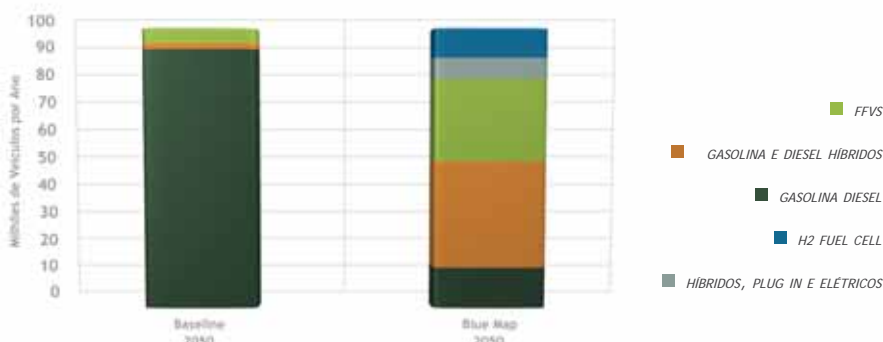
Os países em desenvolvimento passarão a disputar o petróleo com crescente dependência da OPEP. A análise de Rubin sobre esse tema é preocupante: qual será a lógica da OPEP na escolha entre o seu consumo crescente de petróleo em relação à sua produção em fase de queda acelerada de reservas? Provavelmente, serão vistos cortes de exportação, agravando a dependência e colocando luz sobre a questão da segurança energética. Seus dados projetam um aumento de oferta, entre 2006 e 2010, de 500.000 barris/dia; por outro lado, um aumento de demanda interna (OPEP), de 1,5 milhão de barris/dia.

Desse modo, soma-se a falta de segurança energética à maior dependência da OPEP. Sem dúvida, ao se colocar a questão do aquecimento global na soma anterior, tem-se o caos. Há, de fato, oportunidades importantes às ameaças relatadas. Entre elas, os combustíveis renováveis.

## BIOCOMBUSTÍVEIS

A polêmica questão energética e as consequências da expansão do uso de hidrocarbonetos, fazendo rapidamente crescer a temperatura do planeta, levou a Agência Internacional de Energia a preparar, em 2008, para o G8 - grupo dos países mais ricos - uma análise de cenários e medidas essenciais e urgentes, visando atacar aqueles aspectos. Esse cenários, nominados ACT e BLUE, têm como principais diferenças o tamanho da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

*Energia e transportes dois cenários futuros diferentes*



*Biocombustíveis representam 49% do crescimento da oferta de combustíveis nos países "não opec" em 2007; em 2008 serão 55%. Em 2050 biocombustíveis representarão 26% da demanda global no setor de transportes.*

*Fonte: Tanaka, Nobuo, Improving Energy Efficiency and Overcoming Challenges in the Power and Transport Sectors, IEA, Honolulu, 30/01/08*

A concentração da oferta do petróleo em poucas regiões do planeta traz como consequência uma análise diretamente ligada aos riscos da dependência, pelos países consumidores, daquelas regiões produtoras. Diariamente, passam por poucos Estreitos (mar) no Planeta, 60% da oferta de petróleo. Esses Estreitos, por si, já criam um grande temor por ações terroristas que, literalmente, podem parar o mundo.

É importante ressaltar o importante aumento de custos para a necessária oferta de energia que o mundo precisa. Os dados atualizados caracterizam as fontes alternativas com custos acima de US\$ 60/barril de petróleo, sendo a menor a dos biocombustíveis derivados da cana-de-açúcar (~ US\$ 40 a 50/barril).

Assim, as possibilidades de produção descentralizada e competitiva de energia, devem recair, naturalmente, sobre aquelas que gerem menor impacto de investimento, que utilizem a infra-estrutura existente e que substituam com flexibilidade as fontes fósseis que ficarão ainda um longo período como principais fontes de energia no Planeta. Entre essas, a agroenergia surge com excelentes condições, principalmente no mundo tropical. Os vários estudos oficiais internacionais indicam que nos próximos 10 a 20 anos, a demanda por biocombustíveis deve potencialmente crescer entre 85 a 195 bilhões de galões/ano até 2030, substituindo entre 10% e 24% as demandas de gasolina e óleo diesel. Outra fonte importante - a petroleira BP relata que "a demanda mundial por biocombustíveis pode triplicar até 2020". É no mundo tropical que se tem uma das mais interessantes experiências com a agricultura da cana-de-açúcar:

o seu uso como energia, permite utilizá-la integralmente para a produção de combustível líquido (etanol) como geração de energia elétrica através das suas fibras, tanto no colmo como nas suas folhas. Os trabalhos das instituições de pesquisa no Brasil vem desenvolvendo a questão do potencial produtivo da cana-de-açúcar, como uma agricultura extraordinariamente energética. Do seu total, ou seja, a biomassa de cana tem sua energia dividida em 3 terços: o primeiro, o caldo, gera o etanol; o segundo terço, o bagaço, são as fibras do colmo; e o terceiro terço, as fibras das folhas. As fibras mais o caldo rico em açúcares equivalem, por tonelada de biomassa, a 1,2 barril de petróleo. A área da cana-de-açúcar no Brasil, de 1% do total agricultável, equivale, em energia potencialmente utilizável, a praticamente todo o petróleo consumido no Brasil. Através do uso das palhas, uma unidade industrial comum no Brasil, moendo 2 milhões de toneladas/ano pode iluminar uma cidade de 300.000 habitantes por todo o ano. A atual participação da cana-de-açúcar no total de eletricidade ofertado no Brasil é de 3%. Em 2015, deverá ser de 15%.

Assim, a experiência agroenergética é fator de segurança energética, ao contrário do temor geopolítico da dependência de poucos. Seja na forma de combustível para transportes, ou para eletricidade, esse é um fato alentador que merece uma ação mais decidida e menos preconceituosa dos governos do hemisfério norte. Sem a quebra de paradigmas ou preconceitos, não se atenderá a urgência por segurança energética. Ainda mais, atendida de forma sustentável, como o agronegócio da cana-de-açúcar do Brasil.

## CONCLUSÃO

Como conclusões relevantes ligadas à segurança energética e biocombustíveis, têm-se que a:

1. Segurança energética é o tema geopolítico mais polêmico do momento, no mesmo nível de importância do tema Aquecimento Global;
2. Urgência de ambos faz crescer a importância dos biocombustíveis, que, de forma sustentável, atende a ambos os principais temas do momento. Afinal, as questões também abraçam pobreza e terrorismo;
3. Agroenergia, com biocombustíveis e energia elétrica, mudará o eixo da geopolítica de energia do mundo, retirando da linha de pobreza atual enorme contingente de famílias. ■■

# Mercado contaminado

Roberto Rodrigues

Roberto Rodrigues

Coordenador do Centro de Agronegócio da FGV, Presidente do Conselho Superior do Agronegócio da FIESP e *Co-chairman* da Comissão Interamericana de Etanol.

*Coordinator of FGV Agribusiness Center, president of the FIESP Superior Council of Agribusiness and co-chairman of the Inter-American Ethanol Commission.*



## RESUMO

A criação de um mercado internacional para o etanol pode realizar uma maravilhosa “revolução” socioeconômica de nível mundial através da agroenergia, criando empregos, riqueza, exportações e alimentos nos países onde tudo isto é pouco e precário, reequilibrando a geopolítica universal.

## ABSTRACT

*The creation of an international market for ethanol may achieve a wonderful worldwide socioeconomic “revolution” through agroenergy, creating jobs, wealth, exports and food in countries where all this is lacking and uncertain, rebalancing universal geopolitics.*



É sabido que o etanol de cana-de-açúcar tem preço competitivo com a gasolina desde que o barril de petróleo custe mais de 40 dólares. E os especialistas garantem que este preço não cairá abaixo de 50 dólares.

Portanto, está dada a condição básica para a criação de um grande mercado de etanol. A mistura de 20% de etanol em toda gasolina consumida no mundo, hoje, demandaria uma produção de 250 bilhões de litros do álcool etílico anidro, ou seja, 10 vezes a produção brasileira do ano de 2008. Ou quase 10 vezes a produção norte-americana do mesmo ano. É um desafio e tanto, mas perfeitamente alcançável: a cana-de-açúcar, natural da Ásia, pode ser plantada em muitos países daquela região, de maneira altamente eficiente. As variedades que o Brasil cultivava nos anos 50/60 eram todas de lá: as CO, de Coimbatore, na Índia, e as POJ, javanesas. Na América Latina, quase todos os países são potenciais produtores da gramínea, a maior parte sem necessidade de irrigação. E muitos países africanos também o são, embora alguma irrigação seria necessária em diversos deles.

A produção de etanol e também de bioeletricidade (a partir do bagaço da cana) nestas regiões - que se encontram entre os dois trópicos - pode representar, além da importante mudança de paradigma na agricultura mundial, uma formidável e positiva alteração na geopolítica do planeta. Afinal, o conjunto de países pobres ou emergentes da América Latina, África e Ásia, está entre os mais pobres e, com recursos vindos dos demandantes de energia, prioritariamente do hemisfério norte, este grupo seria o responsável pela construção de uma parte do programa de segurança energética global, pela produção de agroenergia. Não se pode esquecer que o etanol se faz no campo, e não na usina moageira: a usina apenas

separa o etanol do bagaço, mas é na planta que se arma a produção. E porque os países tropicais? Porque, ao contrário de alimentos, cuja grande tecnologia foi gerada nos países temperados - e mais tarde desenvolvida pelos países mais pobres - agroenergia é o resultado direto da relação entre o sol e a planta, e é nos trópicos que há sol à vontade, o ano inteiro.

E, sendo a cana uma gramínea, rotada em sua renovação com leguminosas (soja, feijão, amendoim), ela passará a gerar alimentos nestes países sempre carentes disso. Sem concorrer, portanto, com a produção de comida.

A agroenergia pode, então, realizar uma maravilhosa “revolução” socioeconômica de nível planetário, criando empregos, riqueza, exportações e alimentos onde tudo isto é pouco e precário, reequilibrando a geopolítica universal. Só isso já vale a criação de um grande mercado de etanol.

Mas tem mais: as emissões de CO<sub>2</sub> de toda cadeia produtiva do etanol representam pouco mais de 10% das emissões da gasolina. Isto significa uma impressionante contribuição na mitigação do aquecimento global.

Todos estes temas remetem à palavra mais trabalhada nos mercados consumidores, em relação à demanda por produtos agrícolas, seja para alimentação, seja para fibras, seja para energia: sustentabilidade. O tripé da sustentabilidade - nas vertentes social, ambiental e econômica - é claramente respondido de forma positiva pelo etanol.

Então, o que trava o mercado? O que está por trás dos discursos protelatórios que se pronunciam todas as semanas em eventos discutindo a questão energética, por formadores de opinião e planejadores de políticas? Todos colocam questões sobre questões, dizendo que

só poderão decidir com todas as respostas dadas. Mas não procuram respondê-las, e se esquecem de ouvir as respostas conhecidas ou, pior ainda, colocam dúvidas sobre sua legitimidade.

O que há por trás disso? Claro que há preocupação em fazer a coisa certa, em benefício da humanidade, quando se trata de gente de bem. Mas também é claro que há interesses comerciais grosseiros e egoístas impedindo o avanço da agroenergia.

Ninguém imagina que os biocombustíveis sejam a única grande solução para responder à demanda de combustíveis líquidos que o petróleo não conseguirá atender a preços compatíveis.

Naturalmente que a energia solar, eólica, nuclear, das marés, a hidráulica, para citar apenas parte das renováveis, farão parte do menu das soluções. E são todas bem-vindas.

Também ninguém imagina que a cana-de-açúcar seja a única matéria-prima para o etanol. Outras virão, como resultado de P e D pelo mundo afora, e já existem, embora não tão competitivas e nem tão boas em termos de balanço energético. Aí estão a beterraba, o sorgo sacarino, o milho, o trigo, o sorgo, a mandioca, e já vem chegando, com vigor expressivo, a celulose (inclusive de cana).

Os mitos contra o etanol vão caindo um a um. O mais agressivo, que dizia ser a produção de etanol de cana um fator de aumento dos preços dos alimentos já está destruído. Outro, segundo o qual o Brasil derrubaria a floresta amazônica para plantar cana, mostrou-se tanto logística, econômica quanto agronomicamente infundado.

O trabalho escravo, descartado como uma regra, é uma exceção tão ínfima e, felizmente, vem sendo tão exemplarmente punido que só é reproduzido por total falta de informação.

Mas, então, por que boa parte da mídia séria e bem intencionada ainda questiona o etanol de cana? Porque ambientalistas de boa vontade ainda duvidam do produto? E até mesmo governos decentes demoram a decidir quanto a esta questão?

Supostamente, parte da indústria de alimentos, segmentos da cadeia produtiva do petróleo e até de mínima parte da indústria automobilística têm seus interesses contrariados ou por lucros cadentes, ou por medo de perder a hegemonia, ou por razões outras, menos relevantes.

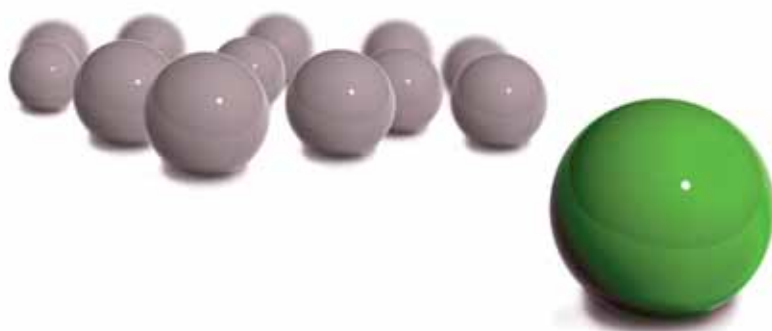
Mas não é possível que interesses desta natureza sejam mais poderosos do que a redução do aquecimento global, a democratização das riquezas, o bem-estar coletivo.

É preciso trabalhar nessas frentes, limpando cientificamente os tropeços para a criação do mercado global de biocombustíveis com certificação e padronização, com rastreabilidade e tudo o mais que o mundo contemporâneo exige.

E, para isso, o Brasil precisa agir. O mercado virá inexoravelmente, mas o Brasil pode ajudar a antecipar o processo, até porque é um grande beneficiário do mesmo: vai exportar *know-how* e tecnologia, usinas inteiras e estações experimentais, carros flex e logística de mistura, legislação e normatização. Além, é claro, de exportar etanol.

## CONCLUSÃO

Isto tudo implica definir uma estratégia nacional, tendo em vista a inserção internacional. Coordenar ações é imprescindível, desde a definição do tamanho do mercado interno no médio e longo prazo, que permita desenhar o tamanho de produção. São muitos os temas que compõem uma estratégia eficaz, como: o potencial das exportações, e a forma de contratos e preços; os mecanismos de financiamento ao produtor, cujo perfil tem que ser definido: concentrador de renda ou distributivista; logística; estocagem; tecnologia; recursos humanos; alcoolquímica; reconversão de atividades; mecanização; limites de meio ambiente; certificação; entre outros. E tudo isto exige uma grande articulação dentro do governo, entre o governo e o setor privado e dentro do setor privado (entre todos os elos da cadeia produtiva). Demanda também esforços da academia, dos governos estaduais, enfim, uma grande coordenação que precisaria estar controlada por um único organismo. Projetos desta envergadura não decolam sem uma estratégia rigorosamente desenvolvida, sob a égide do Estado. ■■



# Evolução dos mercados de etanol a médio prazo

Otávio Mielnik

Otávio Mielnik

Doutor em Economia da Energia pelo Institut d'Economie et de Politique de l'Energie, Universidade de Grenoble, e consultor da FGV Projetos.

*PhD in Energy Economics from the Institut d'Economie et de Politique de l'Energie, Grenoble University, and consultant to FGV Projetos*

## RESUMO

A evolução dos mercados de etanol a médio prazo pode ser afetada pela crise de crédito. Apesar de contar com o suporte de políticas ambientais determinadas pela necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, os mercados de etanol podem ser penalizados pela redução dos preços do petróleo. A expectativa de redução na demanda de energia poderá ter impacto sobre o cronograma de investimentos para expansão da capacidade de produção de etanol, tanto no Brasil quanto em outros países.

## ABSTRACT

*The mid-term performance of ethanol markets may be affected by the credit crisis. While it is supported by environmental policies determined by the need to reduce greenhouse gas emissions, the ethanol markets may be penalized by the drop in petroleum prices. The expected drop in demand for energy may have an impact on the investment program for expanding the ethanol production capacity both in Brazil and other countries.*

## SITUAÇÃO ATUAL E PREVISÕES DE MÉDIO PRAZO

A produção de etanol no Brasil em 2007 foi de 22,6 bilhões de litros, enquanto o mercado doméstico consumiu 17,3 bilhões de litros (sendo o consumo final energético de 16,6 bilhões de litros). As exportações do Brasil em 2007 atingiram 3,5 bilhões de litros, principalmente para União Européia (986 milhões de litros), Estados Unidos (849,7 milhões de litros) e Japão (367,2 milhões de litros). Com a entrada em operação de novas usinas, estima-se que a produção de etanol no Brasil seja de 33,5 bilhões de litros em 2010 e de 55,7 bilhões de litros em 2015 (EPE 2008).

A capacidade média de produção de etanol das novas usinas no Brasil deverá atingir 350 milhões de litros/ano, em 2015-2016, com base nos investimentos em novas áreas de produção. O volume adicional produzido seria de 33 bilhões de litros/ano e as exportações de etanol chegariam a 7,1 bilhões de litros/ano (EPE 2008). No entanto, com a crise de crédito que atinge a economia mundial, torna-se incerto o cumprimento das metas previstas para os próximos dois anos, período durante o qual se estima que os efeitos da crise ainda sejam sentidos.

A produção de etanol nos Estados Unidos, em 2007, foi de 24,6 bilhões de litros, enquanto o consumo chegou a 25,9 bilhões de litros. Com isso, os Estados Unidos importaram 1,96 bilhão de litros. As previsões da Energy Information Administration (EIA) para os Estados Unidos, em 2010, são de que a produção atinja 43 bilhões de litros, o

consumo 47 bilhões e as importações 4 bilhões de litros. Em 2015, a produção deverá atingir 54 bilhões de litros, o consumo 60 bilhões de litros e as importações 6 bilhões de litros (AEO 2008).

As estimativas da Renewable Fuels Association enfatizam a ampliação da produção de milho nos próximos anos para atender o mercado de etanol dos Estados Unidos. A expansão tem por referência a lei da energia (Energy Independence and Security Act), votada em dezembro de 2007 e que indica como meta a produção de 136 bilhões de litros, em 2022, dos quais 57 bilhões de etanol de milho. (RFA, 2008)

A produção de etanol no Mundo chegou a 49,5 bilhões de litros em 2007, sendo os Estados Unidos e o Brasil os dois maiores produtores. A União Européia é o terceiro maior produtor (2,2 bilhões de litros) seguido pela China (1,8 bilhão de litros). O Japão pode tornar-se o terceiro maior mercado consumidor de etanol, depois dos Estados Unidos e da União Européia.

Novas áreas de produção em diversos países - especialmente no Brasil, Estados Unidos, Argentina, Rússia - deverão ser desenvolvidas para atender o volume de produção resultante das metas propostas por Estados Unidos, União Européia, Japão, e outros países.

## OS MERCADOS DE ETANOL E A CRISE DE CRÉDITO

A crise de crédito que atingiu a economia internacional terá impacto sobre o nível de atividade econômica e sobre a demanda de energia. A produção de cana-de-açúcar pode ser penalizada na próxima safra com a restrição de financiamento. Além disso, a expectativa de redução na demanda de energia poderá ter impacto sobre o cronograma de investimentos para expansão da capacidade de produção de etanol, tanto no Brasil quanto em outros países.

No Brasil, embora grande parte das novas usinas já esteja em construção, com investimentos esperados de US\$20-25 bilhões, a crise de crédito poderá reduzir o ritmo de desenvolvimento desses projetos. Nos Estados Unidos, onde o crédito é utilizado intensamente para financiar a produção de etanol, algumas usinas poderão ser fechadas temporariamente, o que pode ampliar as

importações do produto do Brasil e de outros países. No entanto, seria necessário que houvesse uma redução nos preços do etanol no mercado dos Estados Unidos para ampliar a parcela das exportações do Brasil. Ainda assim, com custos de produção competitivos, o etanol produzido no Brasil deve ter melhores condições de entrada e penetração no mercado dos Estados Unidos.

Os Estados Unidos têm uma meta de produção de etanol de celulose de 60 bilhões de litros (16 bilhões de galões) em 2022, inserida no Energy Independence and Security Act de 2007. A crise de crédito poderá ter impacto sobre o desenvolvimento do etanol de celulose, que tem sido objeto de investimento pelo governo e setor privado nos Estados Unidos.

## O FUTURO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS EM UM CONTEXTO DE REDUÇÃO DA DEMANDA E DE QUEDA DOS PREÇOS DO PETRÓLEO

As restrições ambientais ao uso de combustíveis fósseis têm sido um dos motores do crescimento da demanda por etanol nos Estados Unidos, na União Européia e em países da Ásia. O controle das emissões de gases de efeito estufa, especialmente de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), nos transportes, deu ao etanol e ao biodiesel, por suas características e desempenho, a condição de substitutos à gasolina e ao óleo diesel. Como a evolução dos preços do petróleo é uma variável crucial para estabelecer a viabilidade de alternativas ao uso de seus derivados, o aumento dos preços do petróleo desde 2003 foi, de fato, um elemento essencial para reforçar a competitividade dos biocombustíveis.

O apoio institucional foi dado pelas metas estabelecidas em legislação por muitos países, principalmente pelos Estados Unidos, pela União Européia e pelo Japão. Nos Estados Unidos, a meta mais recente foi estabelecida pelo Energy Independence and Security Act (EISA), de dezembro de 2007, que prevê o consumo de 136 bilhões de litros de etanol em 2022, dos quais 57 bilhões de litros deverão ser de etanol de milho, 16 bilhões de litros de etanol de celulose, 11 bilhões de litros de etanol importado, 7,6 bilhões de litros de biodiesel. Na União Européia, a meta mais recente

estabelece que os biocombustíveis devem corresponder a 10% do consumo de combustíveis pelo setor de transportes em 2020. No Japão, a partir de 2010, todos os carros novos deverão estar aptos a consumir tanto gasolina quanto etanol. O Japão poderia importar 3 bilhões de litros do Brasil em 2017.

À exceção do Energy Independence and Security Act, essas metas são apenas indicativas e se inserem nas políticas ambientais dos governos, orientadas para a redução das emissões de gás carbônico e o combate à mudança climática. Não representam uma garantia de demanda para o etanol a ser produzido no período a que se referem. Para que isso aconteça, é necessário que as metas sejam mandatórias, isto é, que haja uma obrigação de consumir os volumes de etanol previstos na legislação.

Além disso, nesses países, há oposição e resistência ao prazo de implementação das medidas previstas nas políticas ambientais pela necessidade de mudança nos padrões tecnológicos utilizados nos processos de produção e de uso dos produtos. Exemplo disso foi observado em setembro de 2008, com a redução de 20% para 10% da meta da União Européia para o consumo de biocombustíveis em 2020. No Reino Unido, a meta originalmente estabelecida para 2010-11 de 5% em biocombustíveis do combustível vendido pelos fornecedores foi adiada para 2013-14.

Os investimentos necessários para a implementação das metas necessitam de créditos vultosos. Uma eventual redução da atividade econômica em razão da crise de crédito e o acesso ao petróleo mais barato podem dar novo alento à oposição às políticas ambientais nos países industrializados com redução nas metas ou adiamento no prazo de sua implementação. A oscilação dos preços do petróleo abaixo de certos patamares poderá afetar o prazo de implantação de alternativas que comprometam a competitividade da economia desses países. Neste caso, a competitividade dos biocombustíveis será decisiva para garantir sua demanda. ■





# A sustentabilidade do setor sucroenergético

Eduardo Leão de Sousa e Luiz Antonio Pinazza

Eduardo Leão de Sousa

Diretor Executivo da União da Indústria da Cana-de-Açúcar  
- UNICA.

*CEO, União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA).*

Luiz Antonio Pinazza

Editor Executivo da Revista Agroanalysis da FGV,  
Coordenador do Núcleo de Comunicação do Centro de  
Agronegócio da FGV/EESP e Diretor da Associação Brasileira  
de Agribusiness.

*Executive editor of the FGV magazine Agroanalysis,  
coordinator of the Communication Nucleus of the FGV/  
EESP Agribusiness Center, and director of the Brazilian  
Agribusiness Association.*



## RESUMO

Há décadas que se discute de forma mais aprofundada sobre o meio ambiente. Em 2007, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) foi condecorado com o Prêmio Nobel da Paz, pelo lançamento do seu 4º Relatório, que avançou substancialmente no entendimento da relação entre as intervenções do homem no meio ambiente e o aquecimento climático global. O movimento ganhou uma força global gigantesca.

O etanol de cana-de-açúcar constitui um excelente exemplo de como o tripé da sustentabilidade (conhecido pelo termo em inglês “triple bottom line”), em suas dimensões social, econômico e ambiental, pode ser articulado no contexto do desenvolvimento. Apesar da grande controvérsia sobre o tema, o etanol brasileiro, com base em sua experiência de mais de três décadas - desde o início do Proálcool nos anos 70 até o advento do carro flex, a partir de 2003 -, representa a melhor opção para produção sustentável de biocombustíveis em larga escala, sob vários critérios importantes.

## ABSTRACT

*For decades there has been much in-depth discussion about the environment. In 2007, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was awarded the Nobel Peace Prize for launching its 4th Report that substantially advanced the understanding of the relation between human interventions in the environment and global warming. The movement gained huge global force.*

*Sugarcane ethanol is an excellent example of how the triple bottom line of sustainability in its economic, environmental and social dimensions can be linked to the context of development. Despite major controversy on the topic, Brazilian ethanol, based on its experience of over thirty years - since the start of the Proálcool program in the 1970s to the arrival of the flex-fuel car in 2003 - is the best option for large-scale sustainable production of biofuels, under various important criteria.*

## INTRODUÇÃO

A discussão mais aprofundada sobre o meio ambiente já tem algumas décadas. No começo dos anos setenta do século passado, a pedido do Clube de Roma criado em 1968, foi publicado um dos primeiros e mais importantes ensaios sobre o tema, organizado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), intitulado “Os Limites do Crescimento”. Polêmico, o conteúdo da obra, já naquela época, alertava sobre as questões do meio ambiente e da importância do desenvolvimento sustentável.

Obras posteriores permitiram um aprofundamento conceitual e um maior conhecimento técnico sobre o tema. Em 1987, foi publicado o Relatório de Brundtland que propôs uma das definições ainda hoje mais bem aceitas de sustentabilidade, como sendo “a capacidade de suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas”. O relatório também sugeria que poderiam coexistir equidade social, crescimento econômico e manutenção ambiental e que cada nação seria capaz de atingir o seu potencial econômico e, ao mesmo tempo, usar racionalmente seus recursos. No entanto, essa nova realidade só seria factível a partir de profundas mudanças tecnológicas e sociais.

Como uma resposta a essas novas teses surge, em 1992, outro relevante marco no processo da conscientização da sustentabilidade, a Convenção Quadro das Nações Climáticas, sob a qual foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês). A Convenção, que teve o Brasil como o primeiro país signatário durante a Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Eco-92), no Rio de Janeiro, gerou como importante desdobramento o Protocolo de Kyoto, em 1997, ratificado por mais de 180 países. O mundo percebia que era fundamental estabelecer limites claros e controle da emissão dos gases de efeito estufa.

Finalmente, em 2007, o próprio IPCC foi agraciado com o Prêmio Nobel da Paz, pelo lançamento do seu 4º Relatório, que avançou substancialmente no entendimento da relação entre as intervenções do homem no meio ambiente e o aquecimento climático global. Como resultado, e de forma incisiva, o 4º Relatório - endossado por mais de 2.500 cientistas de todo o mundo -, não deixa dúvidas quanto à existência do aquecimento do clima, fenômeno que se torna, a cada dia, menos reversível. O documento vai além e estabelece inequívoca causalidade entre esta nefasta alteração climática e as ações do homem, o que poderá afetar gravemente as próximas gerações. Os alertas do relatório de Brundtland começam então a se tornar mais tangíveis, reforçados por uma série de fenômenos naturais registrados em diversas partes do mundo, que aguçaram ainda mais a sensibilidade da opinião pública.

Assim, de forma célere, a discussão sobre sustentabilidade sai da esfera acadêmica e ganha corpo junto às organizações não-governamentais, governos, empresas e sociedade civil em geral. A sustentabilidade passa a permear fortemente as estratégias públicas e privadas de desenvolvimento e passam a influenciar decisivamente a produção e os mercados.

No entanto, existe hoje o risco de que essas discussões tomem um rumo excessivamente emocional, que, por vezes, mascaram interesses comerciais, relegando as questões técnicas a um segundo plano. A exposição que os biocombustíveis vêm tendo mundo afora ajudam a fomentar esse debate, muitas vezes, de forma confusa e distorcida. Este artigo procura, então, situar o etanol de cana-de-açúcar neste debate e trazer informações relevantes sobre a sustentabilidade desta que é, ao mesmo tempo, a mais antiga e seguramente uma das mais modernas atividades econômicas do Brasil.

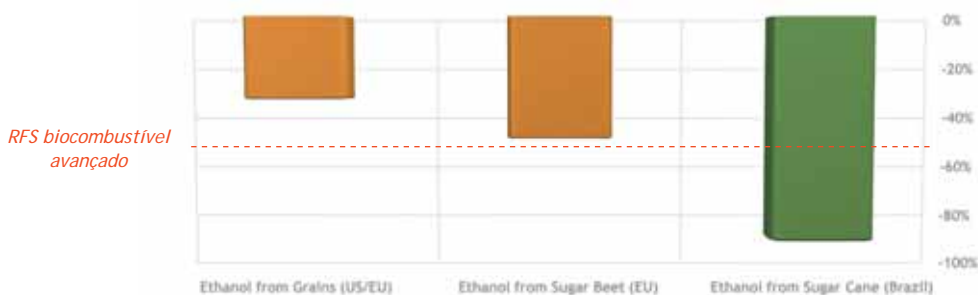
## O SETOR SUCROENERGÉTICO

O etanol brasileiro, conforme já mencionado anteriormente, representa a melhor opção para produção sustentável de biocombustíveis em larga escala, sob vários critérios importantes, a saber:

### MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Ao se considerar o ciclo de vida completo, o uso do etanol de cana em substituição à gasolina evita em até 90% as emissões de gases causadores do efeito estufa (GEEs), equivalentes em CO<sub>2</sub>. Um exemplo concreto do avanço em termos ambientais que essa virtude representa pode ser percebido no consumo de apenas um ano. Em 2008, a produção brasileira de etanol de cana atingirá 27 bilhões de litros. Consumido nos motores dos veículos, esse volume de etanol evita a emissão de 53 milhões de toneladas de gás carbônico, o equivalente à absorção de CO<sub>2</sub> de uma floresta adulta de 100 milhões de árvores. O etanol derivado de outras matérias-primas não tem essa eficiência, conforme gráfico abaixo.

*Redução da emissão de gases do efeito estufa (quando o etanol é usado em vez da gasolina)*



Fonte: IEA - International Energy Agency (2004) e Macedo, I. de C. et al. (2004).

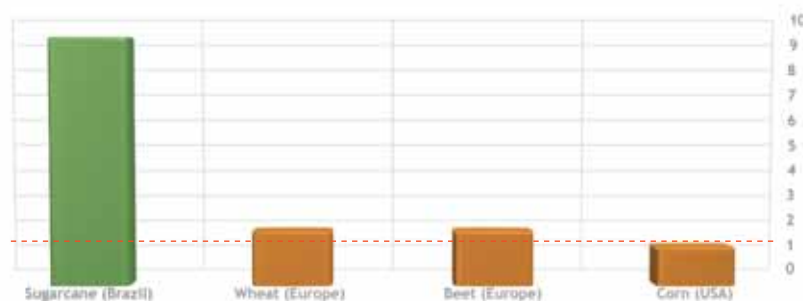
✔ Hoje mais de 90% dos veículos vendidos hoje no Brasil são flex. O benefício ambiental ocorre também nos outros veículos, pois são adicionados entre 20% e 25% de etanol na gasolina vendida no Brasil.

## BALANÇO ENERGÉTICO

➤ Para cada unidade de energia fóssil gasta no processo de produção de etanol, no Brasil, são geradas 9,3 unidades de energia renovável.

- Em termos de eficiência relativa na geração de energia renovável, o produto é:
- 4,5 vezes melhor do que o etanol produzido de beterraba ou trigo na Europa.
  - Sete vezes melhor do que o produzido a partir do milho nos Estados Unidos.

*Balanço energético - Energia gerada na fabricação de etanol  
por unidade de energia fóssil gasta na produção*



Fonte: World Watch Institute (2006) e Macedo et al. (2008). Elaboração: ÚNICA

➤ A superioridade em termos de eficiência energética deve-se a um conjunto de fatores, com destaque para:

a. A capacidade fotossintética da cana na conversão de energia solar em energia química, aprimorada através de melhoramentos genéticos nos últimos trinta anos no Brasil.

b. O uso de biomassa na geração da energia utilizada no processo de produção de etanol e açúcar nas usinas brasileiras.

## DESMATAMENTO

➤ Mais de 85% da cana-de-açúcar brasileira cresce no centro-sul do país, a mais de 2.000 quilômetros da floresta amazônica, distância que separa Paris de Moscou. Além disso, as condições climáticas inadequadas ao cultivo da cana e a ausência de logística para escoamento da produção inviabilizam a produção de etanol nesta região. Os outros 15% da produção nacional provêm dos estados da região nordeste, que ficam a igual distância da floresta.

➤ No Brasil, a área cultivada com cana-de-açúcar para a produção de etanol, de 3,4 milhões de hectares, representa apenas 7% da atual área utilizada para grãos no País. Se forem incluídas as áreas de pastagens e aquelas aptas à produção agrícola, totalizando 354 milhões de hectares de terras agricultáveis segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a parcela se reduz para apenas 1%.

➤ Com 1 % das terras agricultáveis, o setor produz etanol suficiente para substituir mais da metade de todo o consumo nacional de gasolina e ainda gerar excedentes exportáveis, da ordem de 15% da sua produção.

## COMPETITIVIDADE

➤ O etanol brasileiro de cana-de-açúcar possui o menor custo de produção e o mais alto nível de produtividade em termos de litros de bicomcombustível por hectare de terra utilizada.

Produção de etanol por área plantada (litros por hectare)	
Cana-de-açúcar	7.000
Beterraba - Europa	5.500
Milho - EUA	4.100

➤ As novas variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas no Brasil, aliadas à futura introdução da hidrólise celulósica (fabricação de etanol a partir de resíduos orgânicos), têm potencial para impulsionar a produtividade para até 13 mil litros por hectare.

➤ O aumento da produtividade é vital, pois vai permitir reduzir dos custos de fabricação, gerar maiores rendimentos e evitar a necessidade de expansão das áreas.

## BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E AMBIENTAIS

➤ Com relação aos agroquímicos, o uso de pesticidas nos canaviais brasileiros é baixo em relação a outras culturas. Uma parte significativa das pragas é combatida através do manejo integrado de pragas, controle biológico e de programas avançados de melhoria genética que ajudam a identificar as variedades mais resistentes de cana.

➤ Devido ao uso inovador de fertilizantes orgânicos, produzidos a partir de resíduos do processo de produção de etanol e açúcar, tais como a vinhaça e a torta de filtro, o uso de fertilizante industrializado é relativamente pequeno.

➤ Os canaviais apresentam níveis baixos de perdas do solo, graças ao caráter semi-perene da cana-de-açúcar, que é replantada apenas uma vez a cada seis anos. A tendência é de que essas perdas diminuam

ainda mais nos próximos anos, pois a colheita mecanizada vai permitir que a palha da cana seja deixada nos campos, o que a tornará, em um primeiro momento, uma proteção do solo. Com o passar dos anos esta palha vai se incorporar ao material orgânico dos campos, tornando-os mais fértil e aumentando seus níveis de carbono.

➤ Na fase agrícola, as plantações praticamente não requerem irrigação, pois a chuva é abundante e confiável, especialmente na principal região de cultivo no Brasil, o centro-sul. Além disso, como complemento à chuva, utiliza-se a fertirrigação, processo que envolve a aplicação de vinhaça, um resíduo rico em água e nutrientes orgânicos, principalmente potássio, proveniente do processo de produção de açúcar e etanol. Por meio dessa técnica, a maior parte da água contida na cana, proveniente das chuvas, volta aos campos.

➤ A utilização de água durante o processo industrial caiu de 5 m<sup>3</sup> por tonelada, há cerca de 1 década, para aproximadamente 1,5 m<sup>3</sup> por tonelada processada. Com a disseminação de novas tecnologias, como a lavagem a seco da cana que chega à usina, o setor espera reduzir ainda mais o uso industrial de água.

➤ Na fase agrícola, as plantações praticamente não requerem irrigação, pois a chuva é abundante e confiável, especialmente na principal região de cultivo no Brasil, o centro-sul. Além disso, como complemento à chuva, utiliza-se a fertirrigação, processo que envolve a aplicação de vinhaça, um resíduo rico em água e nutrientes orgânicos, principalmente potássio, proveniente do processo de produção de açúcar e etanol. Por meio dessa técnica, a maior parte da água contida na cana, proveniente das chuvas, volta aos campos.

➤ A utilização de água durante o processo industrial caiu de 5 m<sup>3</sup> por tonelada, há cerca de 1 década, para aproximadamente 1,5 m<sup>3</sup> por tonelada processada. Com a disseminação de novas tecnologias, como a lavagem a seco da cana que chega à usina, o setor espera reduzir ainda mais o uso industrial de água.



## AUTO-REGULAÇÃO E NOVOS MODELOS DE GOVERNANÇA

✎ Por meio de uma iniciativa voluntária, o setor sucroenergético firmou o Protocolo Agroambiental com o governo de São Paulo, em 2007. A indústria canavieira paulista se comprometeu a antecipar a eliminação da queima da palha:

- a. De 2021 para 2014, onde já é possível a colheita mecanizada.
- b. De 2031 para 2017 nas demais áreas, como as de inclinação superior a 12%.

A colheita mecanizada, sem queima da cana, promove a volta da biodiversidade aos canaviais, principalmente da flora composta de microorganismos, insetos, aves e pequenos roedores.

✎ O Protocolo Agroambiental contempla uma agenda ambiental ainda mais ampla, pois trata da proteção de matas ciliares, recuperação de áreas ao redor de nascentes, planos técnicos de conservação do solo e dos recursos hídricos e medidas de redução de emissões atmosféricas no processamento da cana.

## ALIMENTOS VERSUS ENERGIA

✎ Embora tenha aumentado de forma espetacular sua produção de cana-de-açúcar nas últimas décadas (de 100 milhões de toneladas em 1976 para os quase 500 milhões de toneladas atuais), o Brasil não reduziu seu ritmo de produção de alimentos. Ao contrário, a atual safra de grãos, de mais de 140 milhões de toneladas, bateu recorde histórico e a produção praticamente dobrou na última década.

✎ Tanto no caso da cana como da produção de alimentos, o aumento da produção baseou-se mais em ganhos de produtividade do que em aumento de área agrícola. Desde 1970, a produtividade da cana-de-açúcar cresceu a uma taxa média anual de 1,4%. Quando são considerados também os ganhos industriais, a taxa do etanol sobe para 3%, em termos de litros/hectare.

✎ Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, na sigla em inglês), as terras cultivadas com alimentos no mundo totalizam 1,4 bilhões de hectares. Desta área, 15 milhões são utilizados para a produção de etanol, correspondentes a 1%. O potencial de terras aráveis no mundo é ainda vasto: 4 bilhões de hectares. Além disso, o avanço e a difusão das tecnologias para maiores ganhos em produtividade devem permitir que o aumento da produção mundial de alimentos e de biocombustíveis ocorram sem traumas.

## CONCLUSÃO

Além dos benefícios socioambientais que o etanol de cana pode gerar, a produção de biocombustíveis representa uma janela de oportunidade para países em desenvolvimento. Mais de 100 países em regiões tropicais e sub tropicais do planeta já são produtores de cana-de-açúcar e podem vir a suprir com etanol as 200 nações consumidoras de combustíveis fósseis que hoje dependem de apenas 20 países produtores de petróleo. Em grande medida, residem nos países emergentes tanto o potencial agroclimático, como a abundância de terras e mão-de-obra necessários. São essas nações, portanto, as que serão capazes de reproduzir a experiência brasileira na produção de etanol e bioeletricidade (energia gerada a partir do bagaço e da palha da cana). Essa nova conjuntura poderia ser o caminho há muito buscado para viabilizar a prosperidade nas regiões tropicais e subtropicais do planeta.

A adoção do etanol de cana como uma alternativa complementar à gasolina reduzirá a dependência de muitos países em relação ao petróleo importado, gerando paralelamente uma verdadeira democratização energética no mundo e um cenário mais estável e previsível. Ao mesmo tempo reforçará as suas agriculturas, com geração de empregos e renda. Considerando que este deverá ser o século da energia limpa e renovável, podemos estar no limiar de uma importante transformação geopolítica no mundo. Pela primeira vez na história, a soma do Produto Interno Bruto (PIB), considerando a paridade de poder de compra dos países em desenvolvimento, superou o do bloco dos países desenvolvidos. Algo parece estar mudando. ■■



# Alcoolquímica brasileira

Dario Mello

Dario Mello

Diretor Comercial da Lyondell Química do Brasil e Mestrando no curso de Agroenergia da FGV/EESP, Embrapa e ESALQ.

*Commercial director of Lyondell Química do Brasil and studying for a Master's in the FGV/EESP, Embrapa and ESALQ Agroenergy course.*



## RESUMO

Esse artigo apresenta uma análise geral sobre a potencialidade da alcoolquímica como uma nova forma de negócio e geração de riqueza para o setor sucroalcooleiro, além de uma análise específica do mercado químico, que abre uma porta para outros horizontes dentro da relevante cadeia química produtiva brasileira.

## ABSTRACT

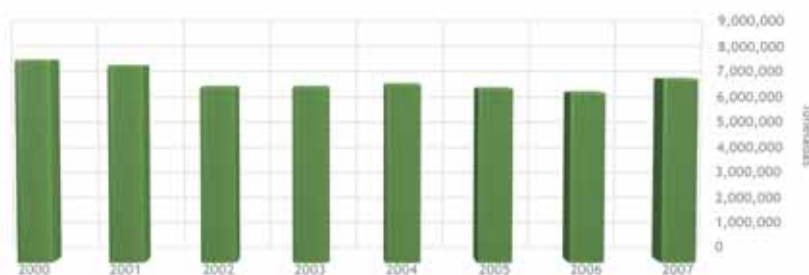
*This article addresses an overview of the potential of ethanol chemistry as a new form of business and generation of wealth for the sugar-ethanol sector. It also gives a specific analysis of the chemicals market, which opens a door to other horizons within the important Brazilian chemicals production chain.*

O mercado químico brasileiro apresentou, no ano de 2007, importações totais de USD 23,9 bilhões e um déficit comercial de USD 13,9 bilhões, segundo a ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. Esse déficit representou um aumento de 57% sobre o ano de 2006. Esses números evidenciam, assim, a falta de investimento nesse setor, para suprir a demanda do mercado brasileiro.

Em relação ao setor petroquímico brasileiro, que é parte da indústria brasileira de base, houve um faturamento de USD 55 bilhões. A estrutura de produção da indústria química brasileira tem como matéria-prima básica a nafta, originada do petróleo, e o gás natural para produção de eteno. Todavia, não só a produção de nafta não atende a demanda local, como também é uma das responsáveis pelo déficit na balança comercial brasileira.

Considerando que o eteno é a principal matéria-prima da indústria química e petroquímica, respondendo por pouco mais de 50% de toda a demanda em um cracker de nafta e quase 100% em um cracker de gás natural, é também a base de desenvolvimento de toda esta cadeia produtiva. O eteno pode ser obtido da nafta, gás natural e etanol. Seus principais derivados são tipos de polietilenos, tais como: LLPDE (polietileno linear de baixa densidade), LDPE (polietileno de baixa densidade) e HDPE (polietileno de alta densidade), que representa quase 69% da utilização, Monoetelinoglicol, PVC (Policloreto de vinila), estireno e outros.

*Produção brasileira de nafta 2000-2007 em toneladas*

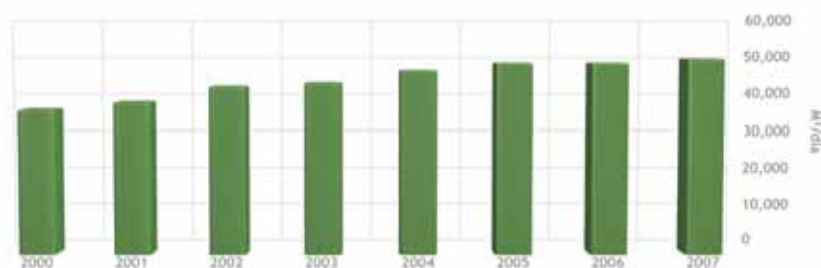


*Fonte: ANP*

Aproximadamente, um terço da demanda de nafta, cerca de 10 milhões de toneladas, é importada, ocorrendo, então, o aumento de disponibilidade, que passa pelo aumento da demanda de diesel e gasolina A. O preço da nafta está, portanto, associado ao preço internacional de petróleo, cuja referência utilizada é a do preço do produto originado na Europa (Holanda), conhecido como preço ARA.

Atualmente, o gás natural está sendo direcionado, prioritariamente, para a produção de energia. Já a disponibilidade desse gás, para a produção de eteno, é muito restrita. Há a necessidade de processamento, em um único sítio de aproximadamente 15 milhões de m<sup>3</sup>/dia, para se produzir etano suficiente para um cracker de gás de 700.000 toneladas ano de eteno. Em 2007, o Brasil produziu 50 milhões de m<sup>3</sup>/dia, sendo que o Rio de Janeiro produziu 22 milhões de m<sup>3</sup>/dia, seguido do Amazonas com 9,7 milhões de m<sup>3</sup>; Bahia com 7,3 Milhões de m<sup>3</sup>/dia; e os restantes 11 milhões em outros 7 estados.

*Produção brasileira de gás 2000-2007 em M<sup>3</sup>/dia*



*Fonte: ANP*

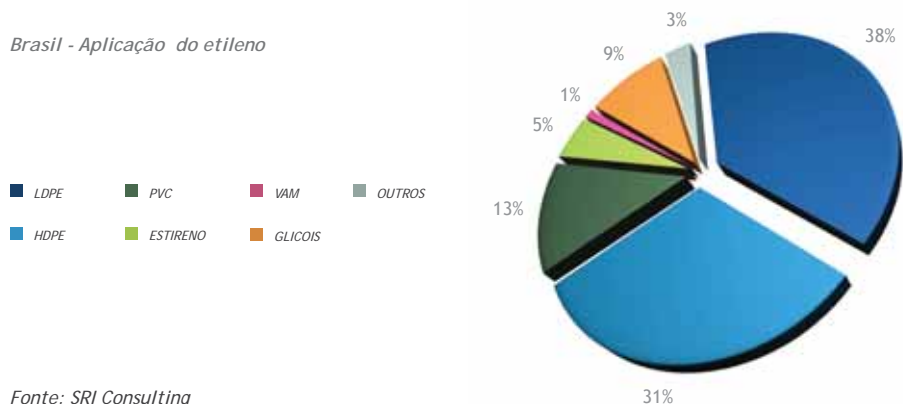
Abaixo seguem listados os produtores brasileiros de eteno e suas respectivas capacidades de produção (2007):

Braskem	(Camaçari/BA)	1,280,000 t/a
Copesul	(Triunfo/RS)	1,135,000 t/a
PQU	(Santo André/SP)	700,000 t/a
Riopoli	(Duque de Caxias/RJ)	520,000 t/a
Total		3,635,000 t/a

*Fonte: APLA report - Associação Petroquímica Latina Americana*

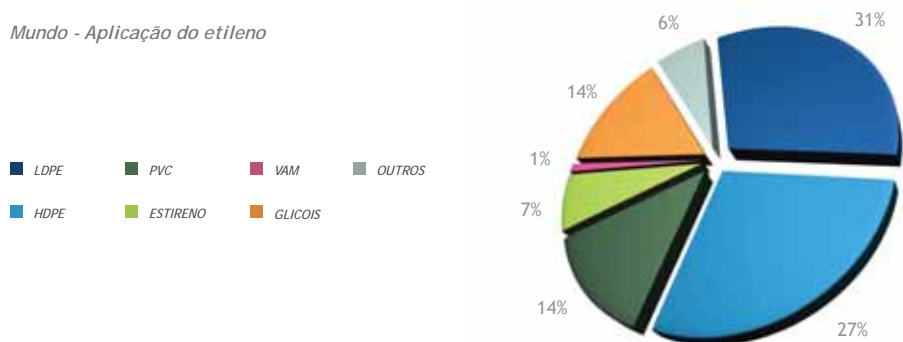
Os gráficos a seguir apresentam os principais usos do etileno no Brasil e no mundo, respectivamente:

*Brasil - Aplicação do etileno*



Fonte: SRI Consulting

*Mundo - Aplicação do etileno*



Fonte: SRI Consulting

Levando em consideração as informações apresentadas acima e associando-as às condições de mercado, pode-se afirmar que o Brasil estará diante de uma crise de abastecimento de etileno nos próximos anos. A demanda de longo prazo é de 110.000 toneladas por ano para um crescimento de 3% e 160.000 toneladas por ano para um crescimento de 4,5%.

De acordo com a ABIQUIM, esta crise já começará a se intensificar a partir de 2010. Segundo o relatório desta entidade, as quatro centrais petroquímicas não terão capacidade produtiva disponível para atender a demanda do mercado, nos próximos dois anos, em pelo menos 270 mil toneladas de etileno, sendo a demanda estimada de etileno no Brasil, em 2010, de 3,91 milhões de toneladas. Até 2020, prazo considerado no estudo da

ABIQUIM, a demanda será de 1,9 milhões de toneladas acima da capacidade atual instalada.

Hoje, o único investimento em curso no Brasil que se concentra no aumento de oferta de etileno, entre outros insumos, é o COMPERJ - Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - orçado em USD 8,4 bilhões, tendo seu início de operação previsto para 2012/2013. O conceito do COMPERJ está no refino e craqueamento do petróleo pesado produzido pela Petrobras, onde a capacidade de refino está estimada em 150 mil barris de petróleo por dia. Este complexo produtivo dará ênfase ao fornecimento de insumos para a cadeia petroquímica, sendo esses abaixo os principais produtos oriundos deste processo de refino e craqueamento:



a) Petroquímicos básicos 4,080,000 t/a, como:

- Etileno = 1,300,000 t/a;
- Propileno = 880,000 t/a;
- P-xileno = 700,000 t/a;
- Benzeno = 600,000 t/a;
- Butadieno = 160,000 t/a;

b) 2ª geração de petroquímicos:

- PTA = 500,000 t/a;
- PET = 500,000 t/a;
- Polietileno = 800,000 t/a
- Polipropileno = 850,000 t/a;
- Etileno glicol = 600,000 t/a;
- Estireno = 600,000 t/a.

c) Fração combustível = 1,500,000 t/a.

A partir de uma análise mais rigorosa, é possível dizer que, mesmo com este investimento de grande porte sendo realizado, o déficit de etileno ocorrerá e será de cerca de 700 mil toneladas em 2020. Baseando-se nesta avaliação, o déficit de etileno e gás natural, para a indústria química, nos obriga a ter uma nova alternativa de fonte de eteno, o etanol.

Esta busca, também, precisa valorizar e desenvolver tecnologias ligadas aos processos produtivos, sejam eles da ordem industrial ou agrícola, que criarão uma demanda por mão-de-obra de alta qualificação, mecanismos de aporte de capital e otimização de custos de investimentos.

Este conceito deverá trazer bons resultados econômicos e a redução dos impactos socioambientais existentes, atualmente, nos setores que serão abordados nesta nova modelagem de negócio. Trará, ainda, uma nova competitividade para a indústria brasileira, bem acima da atual posição da cadeia petroquímica nacional.

Ou seja, criará uma melhora significativa, que também dará acesso a outros cargos e permitirá a realização de outros investimentos, além do incremento de produção. Essas ações deixam a cadeia produtiva equilibrada perante a demanda apresentada pela economia regional.

O produto prioritário desta iniciativa será o desenvolvimento do conceito de uma biorrefinaria, que, a partir dos resultados obtidos, promoverá uma mudança de pensamento e geração de valor para toda uma nova cadeia química produtiva e integrada à cana-de-açúcar. Essa transformação poderá ser notada tanto na produção de polietileno, energia e químicos em geral, que trarão para a sociedade brasileira desenvolvimento econômico e ambiental, quanto na redução de dependência significativa de importação, para alguns produtos químicos, e conseqüentemente a redução do déficit da balança comercial química brasileira, além de investimentos e novos empregos.

A grande questão que recai sobre a Alcoolquímica e a Biorrefinaria é a competitividade a longo prazo. A cadeia de produção química que utiliza a cana-de-açúcar como matéria-prima incrementa maior valor agregado ao negócio do que a produção e comercialização de combustíveis. A modelagem econômica desta cadeia tem, dessa forma, demonstrado a sua competitividade, nos dias atuais.

Para produção de uma tonelada de eteno, por exemplo, são necessários 2,35 m<sup>3</sup> de etanol hidratado. Uma planta de eteno de pequeno porte seria de 60.000 toneladas por ano de capacidade. O capital estimado necessário é de USD 1.000 para cada tonelada de eteno produzido. O preço do eteno no Brasil tem como regra básica o preço do Petróleo multiplicado por 15, ou seja, um Brent a US\$ 100/barril equivale a um preço de eteno de USD 1.500/tonelada. Subtraindo-se o custo de produção de etanol estimado em US\$ 250/m<sup>3</sup>, o custo

do etanol hidratado poderia ser de USD 617/m<sup>3</sup>, o que seria muito competitivo contra a alternativa de açúcar e etanol, seja anidro ou hidratado. Estimando que o custo de produção direta de eteno, via processo da Alcoolquímica, está entre USD 680 a 700/m<sup>3</sup>, comprova-se assim sua competitividade como matriz produtiva.

É possível atender a necessidade energética deste complexo industrial, que integra os processos de produção de cana-de-açúcar, etanol, etileno, polietileno e gás de síntese, comercializando um excedente de energia elétrica para a rede e para um complexo químico.

Estudos de viabilidade e teses recentes nessa área estão sendo desenvolvidos pela FGV Projetos e pelo mestrado profissional em Agroenergia da FGV, pela Esalq e Embrapa, o que resultará em novos modelos de negócios para o setor.

## CONCLUSÃO

Por meio desse breve esclarecimento, é possível afirmar que a alcoolquímica pode ser considerada uma nova forma de negócio e de geração de riqueza para o setor sucroalcooleiro, diluindo a exposição ao risco dos produtores de açúcar e etanol, nos negócios hoje existentes, principalmente pela competitividade energética desta cadeia química produtiva. A alcoolquímica pode ser entendida também como uma maneira de se manter uma independência do setor químico na relação com as centrais petroquímicas. ■■



Foto: Rogério Reis

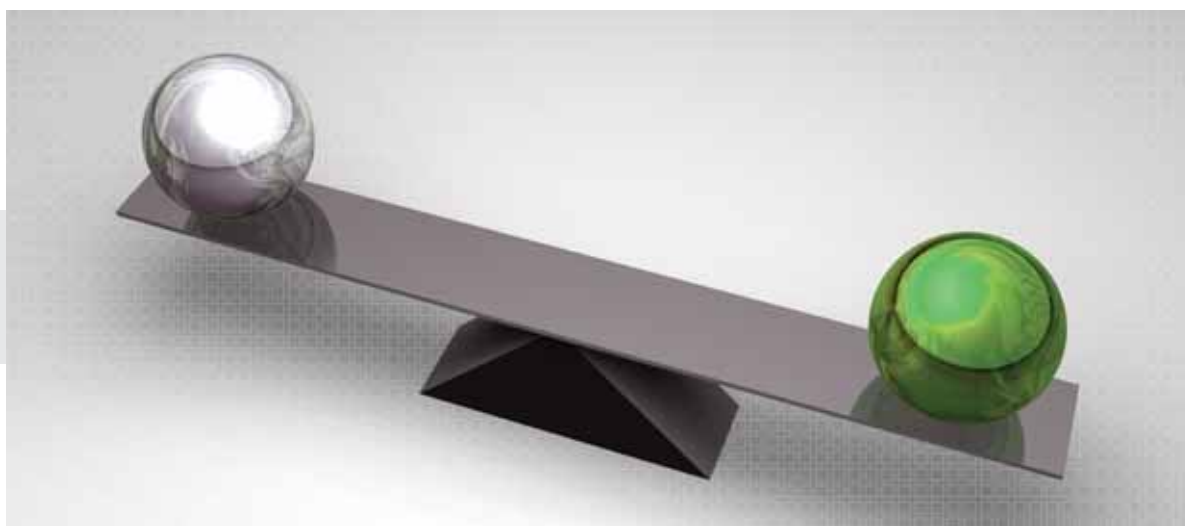
# Direito do setor sucroalcooleiro: legislação agroindustrial canavieira

Renato Buranello

Renato Buranello

Advogado especializado em agronegócios, comércio exterior e seguros. Mestre em Direito Comercial pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP, com extensão acadêmica nos cursos de Comércio Exterior e Banking da FGV/SP. Fundador do Instituto Brasileiro de Estudos do Agronegócio (IBDA).

*Lawyer specialized in agribusiness, foreign trade and insurance. Master's in Commercial Law from São Paulo Catholic University (PUC-SP), with FGV/SP academic extension courses in Foreign Trade and Banking. Founder of the Brazilian Institute of Agribusiness Studies (IBDA).*



## RESUMO

O artigo descreve o regime jurídico da atividade econômica na delimitação do papel do Estado na intervenção do complexo agroindustrial canavieiro. Enumera os principais diplomas legais dentro do contexto econômico, nos quais foram propostos, e mostra o quadro institucional após a rígida intervenção. Por fim, reflete sobre a nova ordem na livre regulação interna e internacional dos mercados de açúcar e álcool, dentro dos novos comandos setoriais e de planejamento, logrando consolidar suas organizações e a sua forma de participação.

## ABSTRACT

*The article describes the legal system of the economic activity in outlining the role of the State in intervening in the sugarcane growing agroindustrial complex. It enumerates the main statutes within the economic context in which they were proposed, and shows the institutional framework after strict intervention. Lastly, it reflects on the new order in the free internal and international regulations of the sugar and ethanol markets within the new sectoral and planning commands, achieving consolidation of its organizations and form of participation.*

## O REGIME CONSTITUCIONAL E A POLÍTICA AGRÍCOLA

A ordem constitucional valoriza os princípios gerais da atividade econômica, entre eles, a propriedade privada, a livre concorrência, a defesa do consumidor, a tutela do meio ambiente, e, através das noções de planejamento estatal, visa o equilíbrio harmônico entre a liberdade de empresa e a regulação da atividade econômica (artigos 170 a 181 da Constituição Federal). Contextualiza também as políticas públicas estruturais no regime da Política Urbana (artigos 182 e 183); da Política Agrícola e Fundiária e da Reforma Agrária (artigos 184 a 191) e, por fim, do Sistema Financeiro Nacional (artigo 192).

As políticas públicas com instrumento no Direito Econômico podem afetar a existência e o funcionamento dos mercados, ainda que possuam limites operativos e estruturais para fazê-lo. Assim, podemos dizer que o Direito Econômico é o direito das políticas públicas ou conjunto de normas que permitem ao Estado influenciar, orientar, direcionar, estimular, proibir ou reprimir comportamentos dos agentes econômicos. São normas diretivas que indicam as linhas para o desenvolvimento de certos setores sociais e econômicos, devendo servir à superação das insuficiências de mercado.

Nesse contexto, a CF dispõe em seu artigo 187 que a política agrícola será planejada e executada na forma da lei, com a participação efetiva do setor da produção, envolvendo produtores e trabalhadores rurais, bem como os setores de comercialização, de armazenamento e de transportes, levando em conta, ainda, os preceitos estatuídos nos diversos incisos do mesmo artigo. Para tanto, sobreveio a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, que dispõe sobre a Política Agrícola, definindo a função de planejamento a ser exercida pelo Estado, como determinante para o setor público e indicativo para o setor privado. Referido diploma legal visa promover, regular, fiscalizar, avaliar a atividade e suprir suas necessidades, assegurando o incremento da produção e da produtividade agrícola, a regularidade do abastecimento interno, especialmente alimentar, e a redução das disparidades regionais. Cabe ao Estado, então, proporcionar a integração dos instrumentos de planejamento agrícola com os demais setores da economia, para que esses possam reduzir as incertezas dos setores agroindustriais, eliminando as distorções que afetam o desempenho de suas funções econômicas e sociais. A intervenção do estado e a regulação do setor sucroalcooleiro.

## A INTERVENÇÃO DO ESTADO E A REGULAÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

Desde a formação econômica do Brasil, o setor açucareiro, em razão de sua alta rentabilidade e elevado grau de especialização, foi constituído por um mercado de grandes dimensões, com intensa movimentação financeira na comercialização interna e internacional, o que autorizava uma peculiar atenção do Estado em suas formas de direção e planejamento.

A legislação especial desse complexo agroindustrial envolveu desde a produção da matéria-prima (colheita, transporte, pesagem e beneficiamento) até a fabricação, distribuição, consumo e exportação do produto acabado. Disciplinou, também, as relações entre fornecedores e usineiros, quanto ao modo, tempo e forma do pagamento da cana-de-açúcar e solução de eventuais litígios. Ainda, fixou a política de equilíbrio entre a produção e o consumo, para a garantia de preços estáveis, drenando os excessos para o mercado exterior; assegurou o financiamento das safras; configurou assistência social própria aos trabalhadores e instituiu um contencioso fiscal administrativo. Dentro dessa linha intervencionista, fixou os preços da tonelada de cana e de saca de açúcar, as quotas de cada fornecedor e de cada usina do País, mantendo sob o controle do Estado essa política de contingenciamento.

O planejamento e a intervenção estatal na produção de açúcar e álcool foram paulatinamente implantados por solicitação dos próprios produtores, sendo cogitados antes mesmo da Primeira Guerra Mundial, quando ocorreu a retração das exportações e a significativa perda da importância do açúcar no comércio exterior, visando controlar as constantes superproduções. Dentre os primeiros e mais relevantes diplomas legais, está o Decreto nº 20.401, de 15 de setembro de 1931, que adotava medidas para a defesa da indústria e do comércio do açúcar. A solução consistiu na obrigação do depósito do açúcar em armazéns previamente indicados, de 10% da quantidade de açúcar produzido, na formação de um estoque regulador. Logo a seguir, o Decreto nº 20.761, de 7 de dezembro de 1931, propôs assegurar a garantia de um preço equilibrado, tendo sido constituída a Comissão de Defesa da Produção de Açúcar (CPDA) com o objetivo de elaborar estatísticas de produção e sugerir medidas para a manutenção do equilíbrio do mercado.

Em 1933, foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), por meio do Decreto nº 22.779, de 1 de junho de 1933, com a tarefa de regulamentar o setor e promover a expansão da produção de açúcar no país, e com novas atribuições previstas um mês depois em outro decreto que aprovou novo regulamento do órgão, destacando entre outros objetivos: assegurar o equilíbrio do mercado interno entre as safras e o consumo de açúcar; fomentar a fabricação de álcool anidro através da instalação de destilarias centrais nas regiões de maior consumo, ou auxiliando as cooperativas e síndicos patronais na instalação das destilarias ou na melhoria das plantas existentes. A intervenção do IAA foi necessária também para disciplinar as relações entre os agentes do complexo, notadamente entre usineiros e fornecedores de cana, que tinham grandes divergências quanto à fixação de preços e à maior lucratividade. De forma mais firme no controle da oferta, vieram os Decretos nº 22.981, de 25 de julho de 1933 e nº 24.749, de 14 de julho de 1934, estabelecendo medidas proibitivas na instalação de novas usinas.

Com a promulgação do Estatuto da Lavoura Canavieira em 1941, as relações entre os fornecedores de cana e os usineiros passaram a ser especialmente controladas. A legislação previa o cadastramento de fornecedores junto ao IAA e regulamentava as condições de fornecimento e de absorção pelas usinas, dispondo um limite máximo de 60% de cana-de-açúcar própria, tornando obrigatória a compra da demanda restante de fornecedores independentes segundo cotas de fornecimento reguladas. Em 1946, o Decreto-lei nº 9.827

modificou a fórmula de concessão de cotas para cada unidade de Federação, tendo como base o consumo e a produção de cada estado. A partir da safra de 1959/60, as cotas passaram a ser concedidas com base na projeção do consumo interno e da exportação, pois o mecanismo anterior gerou grandes aumentos da capacidade produtiva ao longo da década de 1950. Esse cenário, somado à estagnação do consumo e à impossibilidade de se exportar volumes maiores de açúcar, levou a uma crise de superprodução.

Nessa época, as usinas, raramente, mantinham estruturas próprias de comercialização, já que se sujeitavam às regras dos próprios compradores, os quais muitas vezes também faziam o papel de agentes financiadores da produção. O cooperativismo aparece como forma de organizar as usinas e de balancear o poder das comerciais exportadoras. Em 1959, com a fusão de várias cooperativas, foi criada a Cooperativa Central de Produtores de Açúcar e Alcool de São Paulo (Copersucar), a qual passou a compartilhar com o IAA algumas de suas funções, tais como o fomento e a comercialização do açúcar, repasse de crédito de aos associados e também novos financiamentos livres. A Copersucar tornou-se o agente comercial e financiador dos usineiros paulistas, e passou a controlar o mercado interno de açúcar e álcool.

O início dos anos 70 foi marcado por uma nova crise de superprodução de açúcar, e mais uma vez o álcool foi considerado como o regulador do mercado. O setor sucroalcooleiro apresentava alta capacidade ociosa e os preços reduzidos afetando o mercado interno. O Programa Nacional do Alcool (PNA ou Proálcool) foi oficialmente implantado em 1975, tendo como objetivos economizar divisas, diminuir as importações de petróleo e garantir a ocupação da capacidade ociosa das usinas. Com isso, as plantas que não possuíam destilarias anexas foram incentivadas a investir na instalação desses equipamentos. O PNA tinha enorme abrangência e como citou Roberto Rodrigues à época: “é um instrumento governamental de política econômica, visando à minimização da crise energética, tão portentoso e de tantos reflexos e implicações, que sua discussão corre risco de

se confundir com a discussão do próprio modelo econômico brasileiro”.

O Proálcool cresceu por intermédio de incentivos governamentais à instalação de destilarias autônomas de álcool e da alteração da paridade de preço. O Governo Federal tinha o objetivo de aumentar e garantir a oferta de álcool anidro, incentivando a instalação de novas unidades produtoras. Na segunda fase do programa, a partir de 1979, os Governos Federal e Estaduais estimularam a compra de carros a álcool, reduzindo os impostos, concedendo financiamento subsidiado e fixando o preço do álcool em 50% do da gasolina. Esses incentivos levaram a um crescimento exponencial do consumo de carros a álcool, atingindo um percentual de 35% da produção total de veículos em 1985.

Em 1971, e com vigência previamente definida em sete anos, foi criado pelo IAA o subsídio de equalização de preços entre as usinas situadas nas várias regiões produtoras, sendo que os produtores de açúcar e álcool do Nordeste, Rio de Janeiro e Espírito Santo passaram a receber entre 12 e 26% a mais pelo açúcar e entre 8 e 25% pelo álcool (Datagro), medida que na verdade contribuiu para a manutenção das disparidades técnicas e econômicas, pois as diferenças tecnológicas entre as regiões permaneceram. Na segunda metade dos anos 80, houve uma retomada de tendência de aumento da produção de álcool e de açúcar, mas também ocorreu um aumento de consumo de hidratado, refletindo o pico de produção de carros a álcool. Por sua vez, houve uma redução da produção de anidro a partir da safra 87/88, deixando que a demanda superasse a oferta. Com isso, o mercado consumidor passou a desconfiar da garantia de oferta de álcool hidratado e a procura por carros a álcool caiu, criando a incerteza sobre o futuro das destilarias autônomas, dependentes desse mercado.

Com a extinção do IAA e do sistema de cotas de produção, através do plano Collor em 1990, foram desestimulados mecanismos que definiam a participação de novos grupos, como também a fixação

de preços para as matérias-primas e subprodutos, cotas de exportação e comercialização do álcool no mercado interno. No entanto, o sistema de livre mercado encontrou diversos obstáculos, inclusive políticos, pois ao mesmo tempo em que os produtores o almejavam afastado do Estado, eram poucos os instrumentos privados que podiam combater eficientemente o problema da superprodução. No período 1997 a 1999, o setor sucroalcooleiro enfrentou a sua pior crise, tendo em vista que os preços do açúcar no mercado internacional caíram para os níveis mais baixos dos últimos anos e os estoques de álcool se avolumaram.

A desregulamentação, que se completou em 1999, culminou em uma crise de superprodução de álcool hidratado e em uma grande elevação da oferta de açúcar nos mercados interno e externo. Observa-se nesse período que os agentes não conseguiram se auto-organizar para evitar a queda dos preços, reduzindo a renovação de canaviais e seus tratos culturais. Nas últimas décadas, as usinas passaram a adotar diferentes estratégias competitivas, principalmente na produção de açúcar, e nas novas formas de organização e administração da produção, deixaram de fabricar apenas açúcar e álcool e segmentaram a produção e a distribuição. Ocorreram várias mudanças institucionais no Brasil a partir da segunda metade dos anos 80 e as discussões sobre os rumos do setor e sobre o papel exercido pelo antigo instituto deixaram exposta a fragmentação da atividade. Com menor intervenção das políticas de Estado, era evidente e necessário o novo aparelhamento através do planejamento num processo de intervenção racional. O desenvolvimento atual do complexo canavieiro e livre mercado.

## O DESENVOLVIMENTO ATUAL DO COMPLEXO CANAVIEIRO E LIVRE MERCADO

As mudanças institucionais que ocorrem no Complexo Canavieiro influenciaram as decisões dos empresários, viabilizando novas formas de acesso aos recursos necessários para os investimentos na modernização agrícola e industrial. O papel do Estado caminhou mais para função de direção e planejamento na delimitação dos papéis

entre os diversos agentes e na consolidação do setor para o mercado internacional global e de enorme força protecionista. Devido à instabilidade da conjuntura mundial, que vem provocando enormes oscilações de preços e também a crise na regulação internacional dos mercados de açúcar e álcool, o setor sucroalcooleiro representado por seus diferentes atores - trabalhadores, agricultores, industriais, agências públicas e até mesmo os consumidores - ainda não lograram consolidar suas organizações e a sua forma de participação. Esforços vêm sendo realizados pelos produtores através do Consecana (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo) reunindo produtores e usineiros para definirem os preços da cana em cada safra. O mecanismo tem funcionado bem quando não existe crise. Havendo super produção, falta uma arbitragem ao sistema que não pode representar intervenção estatal.

A presença do Estado e seu papel de mediação foram fundamentais para a estabilidade institucional e para a manutenção de um projeto comum, e com a redução de sua intervenção, o setor tardou emancipar-se. Surgiu, com isso, uma série de análises acerca de alternativas estratégicas que se apresentavam para os diferentes grupos econômicos atuantes. Soma-se a necessária implementação de políticas regionais para solução de problemas atuais do complexo canavieiro, muitos dos quais prescindem de uma participação efetiva do Estado.

Se a auto-regulação em um setor estratégico é de difícil efetivação, a intervenção mínima no planejamento e controle das externalidades faz sentido na determinação dos mercados do alimento açúcar, do combustível etanol e das fibras em suas variadas aplicações, além dos subprodutos e resíduos de valor econômico. A heterogeneidade regional e estrutural, já evidenciada, é o desafio do planejamento estatal no desenho de uma política uniforme e equilibrada, em uma dinâmica moderna que leve em consideração as novas formas de regulação, não ultrapassando os limites do próprio complexo e as regras de comércio internacional de *commodities* agrícolas. ■





**NO MUNDO DOS NEGÓCIOS,  
CONTAR COM O CONHECIMENTO  
DA FGV PROJETOS  
É UMA EXCELENTE SOLUÇÃO.**

**FGV Projetos. Todo o conhecimento da FGV a seu favor.**

Contar com a FGV Projetos é contar com o conhecimento gerado nas Escolas e Institutos da Fundação Getúlio Vargas e ter à disposição os melhores profissionais do país. Afinal, a FGV não só forma os melhores profissionais, como também ajuda a formar as melhores organizações.

[www.fgv.br/fgvprojetos](http://www.fgv.br/fgvprojetos)



**FUNDAÇÃO  
GETULIO VARGAS**

**FGV PROJETOS**

Mais conteúdo,  
melhores soluções.



F U N D A Ç Ã O  
GETULIO VARGAS  
**FGV PROJETOS**

SÃO PAULO	RIO DE JANEIRO
Av. Paulista, 548 - 8º andar	Praia de Botafogo, 190 - 6º andar
Tel.: (11) 3281.3263	Tel.: (21) 2559.5729
Fax.: (11) 3281.7891	Fax.: (21) 2553.8810

[www.fgv.br/fgvprojetos](http://www.fgv.br/fgvprojetos)