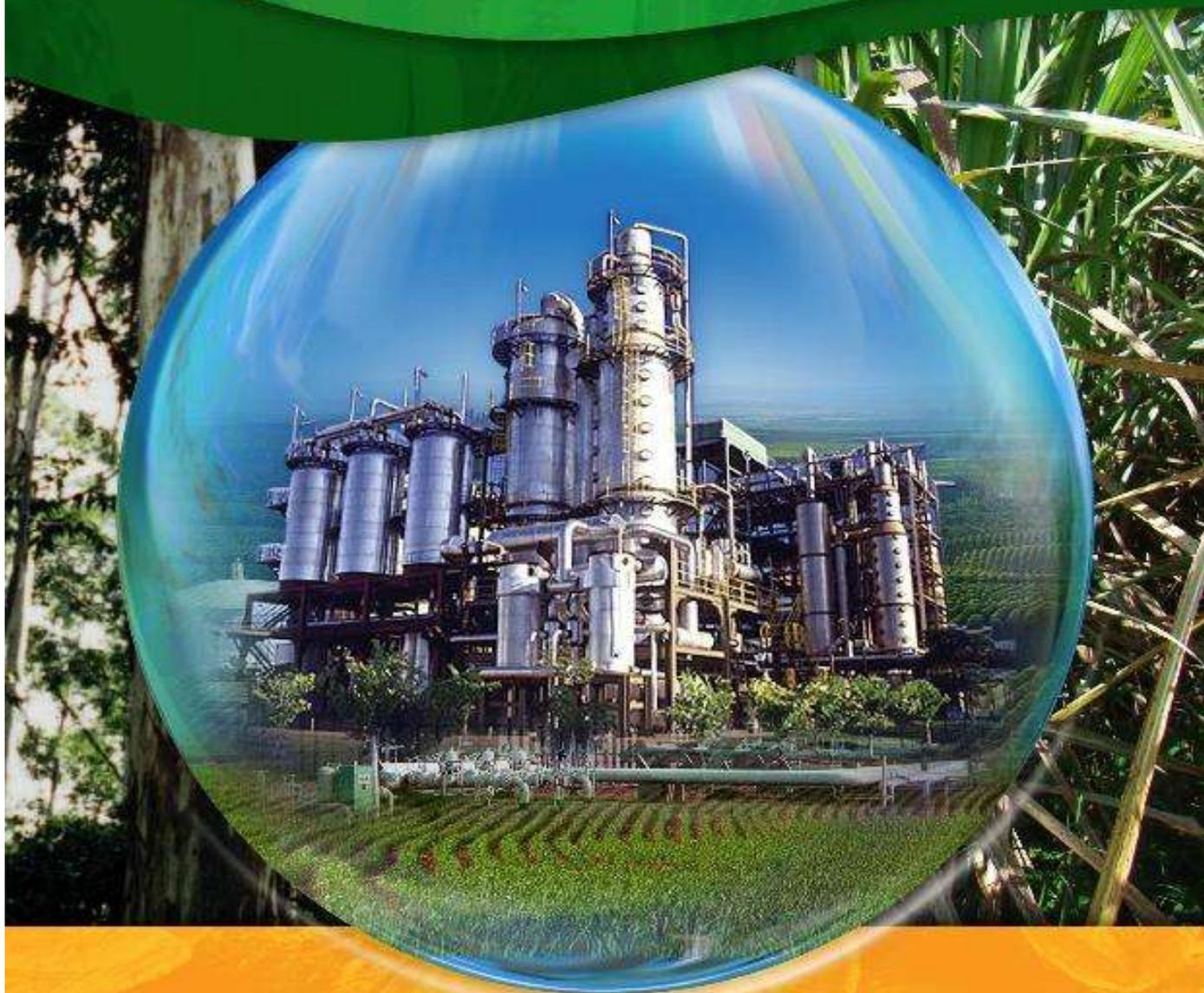


BIOENERGIA & BIORREFINARIA

Cana-de-Açúcar & Espécies Florestais



Fernando Santos
Jorge Colodette
José Humberto de Queiroz
Editores



Abril/2013

Bioenergia & Biorrefinaria

**Viçosa - MG
2013**

♥ 2013 by Fernando Santos, Jorge Colodette e José Humberto de Queiroz
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida sem a autorização escrita e prévia dos detentores do *copyright*.

Impresso no Brasil

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação
da Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa**

Bioenergia e biorrefinaria: cana-de-açúcar e espécies florestais /

B615 2013	Fernando Santos, Jorge Colodette, José Humberto de Queiroz. – Viçosa, MG : Os Editores, 2013. 551p. : il. color. ; 22 cm. ISBN 978.85.8179.031-2 1. Biomassa vegetal - Refinação. 2. Cana-de-açúcar. 3. Eucalipto. 4. Biocombustíveis. 5. Álcool. 6. Energia – fontes alternativas. I. Santos, Fernando, 1981-. II. Colodette, Jorge, 1957-. III. Queiroz, José Humberto de, 1958-. IV. Título. CDD 22. ed. 333.9539
--------------	--

Capa: Wellington Ferraz

Revisão linguística: Ana Paula Silva

Diagramação: José Roberto da Silva Lana (Beto)

Impressão e acabamento: Suprema Gráfica e Editora Ltda.

Pedidos

Fernando Santos

Fone: +55 (31) 8573-0711 ou +55 (38) 9131-077

E-mail: falmeidasantos81@yahoo.com.br

Jorge Colodette

Fone: +55 (31) 3899-2717

E-mail: colodett@ufv.br

José Humberto de Queiroz

Fone: +55 (31) 3899-3045

E-mail: jqueiroz@ufv

Sumário

Prefácio	11
Apresentação	13

Parte I

CANA-DE-AÇÚCAR

Capítulo 1	
Energia da cana-de-açúcar	17
Capítulo 2	
Produção agrícola da cana-de-açúcar sobre a perspectiva da produção dos biocombustíveis	59
Capítulo 3	
Subprodutos da agroindústria sucroenergética	105
Capítulo 4	
Produção de etanol celulósico a partir da cana-de-açúcar	131
Capítulo 5	
O etanol combustível: solução ou problema nacional?	167
Capítulo 6	
Aspectos ambientais da cana-de-açúcar	189
Capítulo 7	
Biopolímeros da cana-de-açúcar	203
Capítulo 8	
Sustentabilidade socioeconômica da produção de biomassa da cana-de-açúcar para fins energéticos	229

Capítulo 9	
Estratégias tecnológicas para biorrefinaria da cana-de-açúcar	251

Parte II
ESPÉCIES FLORESTAIS

Capítulo 10	
Energia da madeira	271
Capítulo 11	
Produção de florestas energéticas	297
Capítulo 12	
Qualidade da madeira para fins energéticos	321
Capítulo 13	
Conversão direta da madeira em calor e energia	355
Capítulo 14	
Produção de pellets da madeira	379
Capítulo 15	
Torrefação de madeira	401
Capítulo 16	
Pirólise lenta da madeira para produção de carvão vegetal	429
Capítulo 17	
Pirólise rápida da madeira para produção de bio-óleo	459
Capítulo 18	
Gaseificação da madeira	483
Capítulo 19	
Produção de lignina da madeira	509
Capítulo 20	
Desafios da pesquisa para bioenergia de espécies florestais	529

Prefácio

Antonio de Padua Rodrigues

Diretor Técnico e Presidente Executivo Interino
União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA)

Não é novidade que o crescimento da população mundial – que deve chegar a nove bilhões de pessoas em 2050 – trará implicações globais. A demanda por alimentos, energia e serviços associados crescerá significativamente, impactando também a pressão por recursos naturais, as emissões de poluentes e dos chamados GEE, os gases causadores do efeito estufa. Segundo dados da Agência Internacional de Energia, a demanda por energia no mundo será 50% maior em 2035 se não houver alterações nas políticas governamentais.

Neste contexto, os temas tratados neste livro não poderiam ser mais oportunos. Um relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para energias renováveis, divulgado em 2011, mostrou que a biomassa moderna, juntamente com a energia solar e eólica, está entre as três tecnologias renováveis que mais devem crescer até 2050. Atualmente, 13% de toda a energia consumida no mundo vêm de fontes renováveis, sendo que somente a bioenergia é responsável por mais de 10%.

No Brasil, a cana-de-açúcar e a biomassa de base florestal já respondem por mais de 60% da oferta de energia renovável do país, que possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Além disso, o aumento da produção de biocombustíveis, bioeletricidade e florestas energéticas é parte importante dos compromissos assumidos pelo governo brasileiro em sua Política Nacional sobre Mudanças do Clima. Isso porque esses produtos, como é o caso do etanol de cana-de-açúcar, têm grande capacidade de reduzir as emissões de GEEs no ciclo de vida quando comparados com seus substitutos fósseis. O uso energético, no entanto, não é a única alternativa ao processamento da

biomassa, que pode ser convertida em uma série de outros produtos. Bioplásticos, químicos, óleos lubrificantes e solventes são alguns exemplos de materiais renováveis que podem ser obtidos a partir desta matéria-prima. Considerando-se o potencial agrícola dos países em desenvolvimento, transformar a biomassa em um vetor de desenvolvimento ainda é uma importante alternativa para estes países. Para tanto, é preciso conhecer os aspectos técnicos das cadeias produtivas da bioenergia, seus benefícios e desafios socioambientais e, por fim, identificar os investimentos e as políticas necessárias para tornar a atividade viável e atrativa economicamente.

Este livro aborda não só o cultivo e processamento da cana-de-açúcar e das espécies florestais nas chamadas biorrefinarias como também aspectos relacionados à sua sustentabilidade, discutindo as perspectivas de pesquisa e desenvolvimento para a expansão destas indústrias.

Dividido em 20 capítulos, elaborados por renomados pesquisadores, empresários e representantes do governo, a obra é uma importante contribuição para a difusão do conhecimento e a consolidação do uso diversificado da biomassa no Brasil e no mundo.

Apresentação

De acordo com Goldemberg, (2007), os combustíveis fósseis estão com os dias contados, sendo o tempo estimado para a duração das reservas de petróleo, gás natural e carvão acabarem de 41, 64 e 155 anos, respectivamente. Embora se trate apenas de uma previsão, já que novas descobertas de combustíveis fósseis vêm acontecendo paulatinamente, tais recursos não são inexauríveis e eventualmente se tornarão escassos e de alto custo. Por outro lado, a utilização de combustíveis fósseis está sob severa crítica dos ambientalistas, pelo seu potencial efeito negativo nas já perceptíveis mudanças climáticas.

Mesmo considerando que todos esses aspectos sejam controversos e de difícil comprovação, é melhor prevenir do que remediar, sendo a minimização do uso de tais combustíveis um grande anseio da sociedade moderna. A substituição dos combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás) não é tarefa fácil em razão da gigantesca demanda dessa fonte energética mundo afora; o consumo atual de petróleo no mundo alcança a assombrosa cifra de 14 milhões de toneladas por dia.

Dentre as inúmeras fontes alternativas de energia, que incluem biomassa, nuclear, solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica etc., a energia proveniente da biomassa tem sido muito investigada, especialmente pelo seu potencial de produzir os combustíveis líquidos que consomem fração significativa do petróleo hoje extraído no mundo. Naturalmente, do petróleo não se extrai somente combustíveis líquidos. Outros produtos de altíssimo valor agregado são também obtidos; na verdade, 42% do valor do petróleo resultam da conversão de apenas 4% dessa matéria-prima em produtos químicos, borracha, plásticos etc. Dos 96% restantes, 70% é convertido em combustíveis líquidos, gerando outros 43% do valor do petróleo. Os outros 26% são usados para gerar óleo combustível, óleos, betume e outros produtos de baixo valor agregado, produzindo os restantes 15% do valor total

do petróleo. Esse é o modelo das refinarias de petróleo que aproveitam toda a matéria-prima fóssil, agregando valor às pequenas frações, porém também utilizando as grandes frações.

Com o ímpeto de se substituir os combustíveis de origem fóssil, pelo menos parcialmente, surgiram na última década os conceitos de biorrefinagem e biorrefinaria. Biorrefinagem é definida como o processamento da biomassa em uma gama de produtos comerciais e energia, de maneira sustentável. Biorrefinaria seria a unidade industrial que integra equipamentos e processos de conversão de biomassa, para produzir combustíveis, energia, materiais e produtos químicos. Em outras palavras, a biorrefinaria utiliza o mesmo conceito da refinaria de petróleo, porém partindo de matéria-prima renovável. Naturalmente, o termo biomassa é muito amplo, podendo esta ser de origem animal, vegetal, incluindo até mesmo algas, fungos, bactérias etc.

Este livro trata da biorrefinaria de biomassas lignocelulósicas, Especificamente da cana-de-açúcar e de espécies florestais, considerando a produção da biomassa e o seu processamento em energia, combustíveis, materiais e produtos químicos. Ênfase é dada ao assunto bioenergia, que consta do título desta obra, em razão de sua grande importância para o Brasil, que já conta com 26% desse tipo de energia em sua matriz energética. Além disso, o Brasil é um grande e eficiente produtor de biomassa, tendo ao seu dispor florestas plantadas de eucalipto com produtividade média de 20 toneladas secas por hectare por ano e uma disponibilidade anual de 70 milhões de toneladas de bagaço e outras 70 milhões de palha de cana-de açúcar para fins energéticos. Vale ressaltar que, dada a grande abrangência dos processos de bioenergia e biorrefinaria existentes e sob investigação na atualidade, não foi possível cobrir absolutamente todos os aspectos relativos a estes tópicos nesta obra.

Fernando Santos

Jorge Colodette

José Humberto de Queiroz

O Etanol Combustível: Solução ou Problema Nacional?

Evaristo Eduardo de Miranda¹

Antonio Carlos Cavalli²

Por que Falta Etanol no Brasil?

Por duas razões primárias: houve aumento inicial da demanda por etanol com o sucesso do carro *flex*, mas, logo em seguida, a produção de etanol parou de crescer, e até diminuiu. A produção de cana-de-açúcar tem o seu pior momento desde 2000 em função de quebras sucessivas nas safras desde 2010. A crise é tão grande que tem levado ao fechamento de usinas ou à venda dessas unidades por absoluta falta de financiamentos. Os investimentos caíram em toda a cadeia, tanto em aspectos produtivos e industriais como na área de pesquisa e inovação.

¹ Agrônomo, doutor em ecologia, pesquisador da Embrapa. E-mail: evaristo.demiranda@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo, doutor em geociências, foi pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas. E-mail: ac.cavalli@gmail.com

Como já aconteceu no passado com o carro a álcool, o consumidor está abandonando o etanol, cujos preços na bomba ultrapassam a porcentagem de equiparação com a gasolina. Pragmaticamente, ele volta-se para a gasolina mais rentável. Diante disso, a Petrobras está sendo obrigada a aumentar as importações de gasolina e ampliar o seu déficit comercial, já que compra a um preço cerca de 30% superior ao que vende no mercado interno.

O etanol, combustível renovável, oriundo de uma cadeia produtiva inovadora e nacional como a da cana-de-açúcar, parecia uma solução. Virou um problema. A crise atual é multideterminada, com fatores internos e externos, condicionamentos estruturais e conjunturais, bem como fortes componentes territoriais e de infraestrutura. Todo o setor da agroindústria do etanol sente os efeitos da ausência ou ação inadequada do governo.

Este capítulo analisa, de forma integrada e em bases técnico-científicas, um conjunto amplo de processos, causas e razões envolvidos na crise do etanol. Ele qualifica e quantifica essa problemática em diversos aspectos e aponta as dificuldades para programarem-se as diversas e necessárias soluções, por meio de políticas tanto públicas como privadas.

Para isso, o capítulo começa quantificando o etanol necessário hoje e quanto será necessário no Brasil em futuro próximo, caso se considere esse biocombustível uma verdadeira alternativa de abastecimento para a frota de veículos nacionais.

O Tamanho do Desabastecimento

Qual o montante de etanol necessário à frota brasileira de carros *flex*? Em dezembro de 2011, o Brasil atingiu a marca histórica de 15 milhões de carros bicomcombustíveis. Já a colheita da cana foi de 632 milhões de toneladas e resultou na produção de etanol para apenas 45% da frota de carros *flex*.

A União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) estimou, para a safra 2011/12, 46,9% da cana destinada a açúcar, em comparação aos 44,9% na safra anterior. Estimou-se redução em 11,2% na produção de etanol e queda na produção de hidratado de

22,1%, caindo para 14 bilhões de litros. Para a produção de anidro, previu-se crescimento de 15,3%, resultando em 8,5 bilhões de litros. Estimou-se, assim, maior competitividade da gasolina em relação ao etanol em grande parte do País, dada a manutenção de seu preço fixo, independentemente da flutuação do petróleo no mercado internacional.

A Tabela 5.1 mostra a evolução da frota de veículos *flex* a partir de 2005/06, acrescida dos veículos produzidos em anos anteriores, e a demanda anual de etanol hidratado em bilhões de litros. A diferença entre demanda e produção de etanol hidratado, positiva até 2009/10, ficou negativa. O déficit chegou a mais de 12 bilhões de litros (47%) em 2011.

Tabela 5.1 – Aumento da demanda e déficit na produção de etanol no Brasil

Safra	Produção Veículos <i>flex</i> (mil unidades) (1)	Frota (mil unidades) (1)	Demanda (milhões de litros) (2)	Produção Hidratado (milhões de litros) (3)	Produção Anidro (milhões de litros) (3)	Exportação (milhões de litros) (3)	Produção Total (milhões de litros)	Diferença Demanda x Hidratado (milhões de litros)
2005 /06	858	2.632	4.622	8.145	7.663	2.600	18.408	3.523
2006 /07	1.392	3.490	6.128	9.861	8.078	3.400	21.339	3.733
2007 /08	1.937	4.882	8.573	13.981	8.465	3.500	25.946	5.408
2008 /09	2.244	6.819	11.974	18.051	9.630	5.100	32.781	6.077
2009 /10	2.543	9.362	16.440	18.801	6.938	3.300	29.039	2.361
2010 /11	2.876	12.238	21.490	19.577	8.027	1.900	29.504	-1.913
2011 /12	2.760 (*)	15.000	26.340	14.000	8.500	1.400	23.900	-12.340

Fontes: (1) FENABRAVE; (2) Carlos Cogo - Consultoria Agroeconômica. Estimativa: 1.756 litros/carro/ano; (3) DCAA/SPAE/MAPA.

Os Problemas

O Aumento dos Custos de Produção

Desde 2005, os custos de produção do etanol subiram cerca de 40%, gerando grande disparidade com os preços fixos da gasolina. Os custos da mão de obra subiram, assim como os da manutenção das colheitadeiras mecânicas, ainda mais impactantes com o aumento constante da colheita mecanizada. Em São Paulo, o maior produtor do país, cerca de 100% da cana-de-açúcar será colhida mecanicamente a partir de 2017, por força do Protocolo Ambiental do Setor Sucrialcooleiro.

O surgimento de novas pragas com a colheita mecânica também contribuiu para a elevação dos custos. Os fertilizantes ficaram numa gangorra em função do dólar, do consumo dos países emergentes e do aumento das áreas cultivadas com grãos e sua valorização no mercado internacional.

A partir da safra 2007/08, os preços pagos ao produtor ficaram abaixo do custo de produção (Figura 5.1). Para minimizar o problema, houve maior produção de açúcar, cujo preço está mais favorável no mercado internacional.

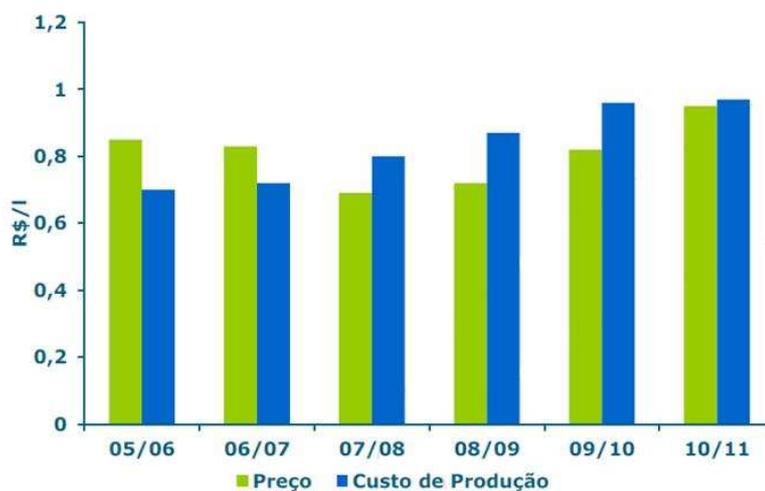


Figura 5.1 – Custos de produção e preços do etanol em São Paulo.

Fonte: UNICA.

Os Fatores Climáticos Adversos

A meteorologia dos três últimos anos não foi favorável à cana. Em 2009, ocorreu excesso de chuvas e em 2010, escassez e má distribuição pluviométrica. A maturação da cana sofreu atrasos e o término da safra atingiu dezembro. Algumas usinas terminaram a colheita apenas em janeiro. Em 2011, a ocorrência de duas geadas aumentou as perdas de um ciclo já prejudicado pela estiagem. A geada na rebrota da cana recém-cortada levou à antecipação do fim da safra (Figura 5.2).



Figura 5.2 – Geada sobre rebrota de cana recém-cortada.

Foto: A. J. Rossetto.

Ondas de frio causaram o florescimento de canaviais, a interrupção do desenvolvimento e a redução da produtividade. Pela baixa produção e rápida maturação, algumas usinas terminaram a safra em setembro, dois meses antes do esperado. Com a redução na produção, houve decréscimo de 32% nas vendas no Centro-Sul em janeiro de 2012, comparadas às de igual período em 2011. Foram apenas 760 milhões de litros contra 1,23 bilhão de litros em janeiro de 2011.

A Desaceleração da Expansão dos Canaviais

O efeito imediato da crise financeira mundial de 2008, com a diminuição drástica dos financiamentos, foi a falta de renovação dos canaviais. Os produtores se descapitalizaram. Os canaviais envelheceram. A produtividade e a produção caíram. E caiu a produção de etanol (Figura 5.3).

Safras	Canaviais velhos	Produtividade
2008/09	41%	81 t/ha
2010/11	55%	77 t/ha
2011/12	59%	68 t/ha

Figura 5.3 – Envelhecimento dos canaviais e diminuição da produtividade.

Fonte: CONAB – Safras 2009 a 2012.

A descapitalização também reduziu a expansão anual das áreas plantadas de 10% para apenas 3%. O resultado foi a desaceleração da produção de cana, de acordo com dados recentes da UNICA (Figura 5.4).



Figura 5.4 – Desaceleração do crescimento da produção de cana-de-açúcar. Fonte: Projeto Agora – Movimento Mais Etanol.

A Falta de Mão de Obra Qualificada

A crescente mecanização da colheita da cana contrasta com a desqualificação da mão de obra rural. Em São Paulo, por conta do Protocolo Ambiental, ocorrerá a eliminação progressiva de 200 mil empregos no corte manual da cana e a expectativa de criação de 25 mil postos de trabalho qualificados.

A revolução tecnológica que ocorre no campo não é acompanhada no âmbito trabalhista. Há um fosso entre o nível de escolaridade e a qualificação profissional dos trabalhadores rurais, historicamente desqualificados. Essa situação é ainda mais evidente na medida em que o campo deixa de ser um lugar de trabalho manual. A exemplo de países desenvolvidos caminha-se rapidamente para a modernização da agricultura brasileira também no setor da cana-de-açúcar (Figura 5.5), mas as demandas de mão de obra qualificada são significativas e difíceis de serem atendidas no curto prazo.

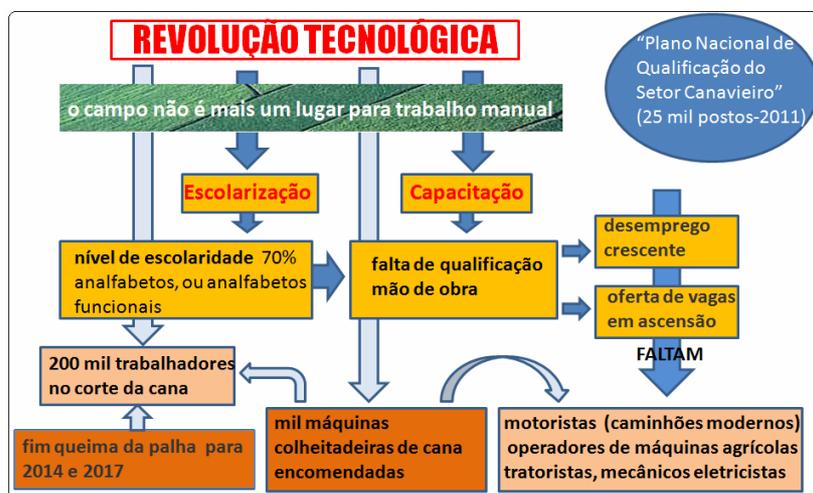


Figura 5.5 – Desqualificação da mão de obra rural no setor canavieiro.

Fonte: MARCON.

Além daquelas em operação, em torno de mil colheitadeiras estão encomendadas, sobretudo para novas áreas de plantio. Modernas e informatizadas, essas máquinas necessitarão de operadores

qualificados, hoje em falta no mercado de trabalho. O descompasso entre a qualificação atual da mão de obra e a demanda de motoristas de caminhões de última geração, operadores de máquinas agrícolas sofisticadas, tratoristas, mecânicos e eletricitas é crescente e amplia a capacidade ociosa das unidades produtoras por absoluta falta de mão de obra especializada.

A Heterogeneidade da Localização Espacial das Usinas

Em função das características de dinâmica espacial e temporal da cana-de-açúcar e suas infraestruturas associadas, foram utilizados nesta pesquisa métodos de sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica (SIG) e banco de dados para formar a geoinformação necessária às análises do sistema de produção de cana-de-açúcar e etanol em bases territoriais.

O inventário realizado e o mapeamento executado em 2011 mostraram a existência de 427 Unidades Produtoras instaladas e 36 em projeto ou instalação, num total de 463 unidades.

Os resultados das análises espaciais evidenciaram a extensão do processo produtivo da cana-de-açúcar, com vistas a apoiar a gestão territorial estratégica do etanol no país. A Figura 5.6 mostra a localização espacial das usinas e destilarias circundadas pelas distâncias econômicas de plantio. A área total é de 58 milhões de hectares, onde estão plantados efetivamente 8 milhões de canaviais.

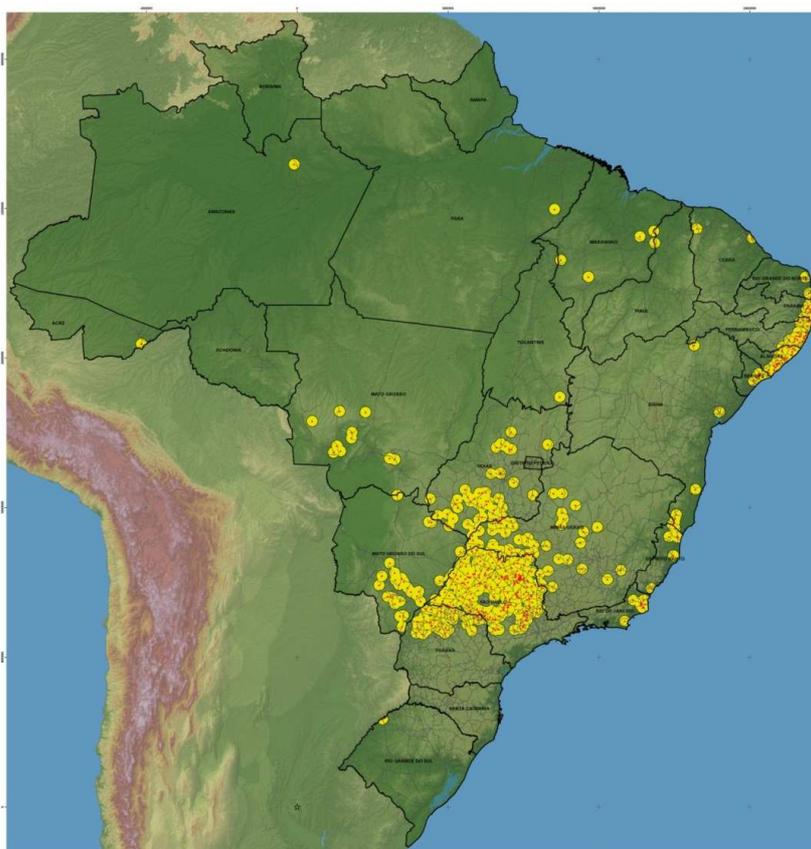


Figura 5.6 – Localização das usinas e destilarias com suas áreas econômicas de plantio.

As Críticas do Sistema de Produção do Etanol

A cana-de-açúcar, cultivada em cerca de oito milhões de hectares para a produção de açúcar e álcool, tem sua territorialidade distribuída por uma área de 60 milhões de hectares, ocupando significativa porção das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Diferentemente das quatorze refinarias de petróleo, localizadas,

pontuais e receptoras de petróleo vindo por oleodutos do litoral, o etanol é produzido por quase 430 usinas e destilarias espalhadas por vastas regiões do país.

A ocupação dessa grande extensão do território brasileiro tem como resultado a distribuição das lavouras de cana de modo capilar, interligadas por uma vasta rede de estradas, as quais são iniciadas nos carreadores das fazendas, de onde atingem as estradas vicinais que levam às estradas secundárias da região, até as usinas. Por sua vez, as usinas estão inseridas no complexo ramificado das infraestruturas de transporte (rodovias, ferrovias, rios navegáveis, etanoldutos) que confluem para os grandes centros distribuidores do etanol (Figura 5.7).

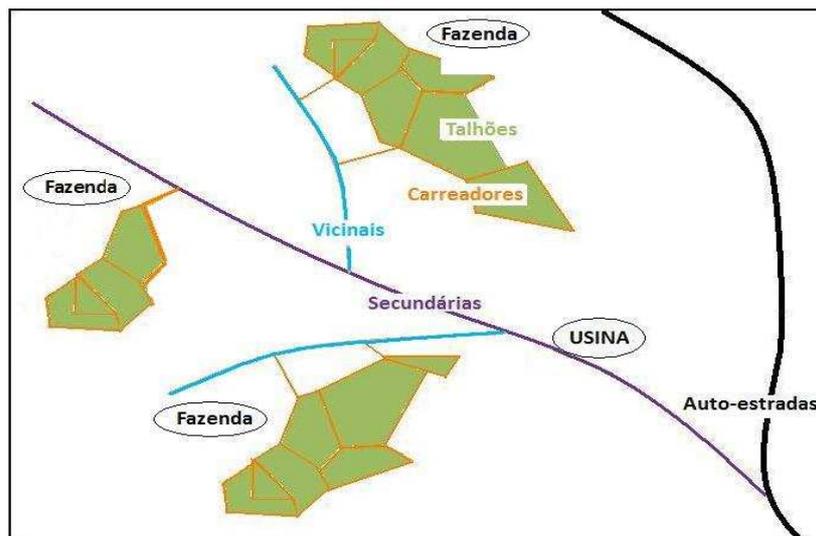


Figura 5.7 – Do carreador à autoestrada: malha viária distribuída em 58 milhões de hectares.

A grande dependência da rede viária do sistema de produção do etanol pode afetar a fluidez do transporte por eventuais pontos críticos existentes, seja de forma permanente (má conservação de estradas, manutenção deficiente etc.) seja por inexistência de traçados adequados, com alongamento dos trajetos e aumento do custo de produção.

A infraestrutura do sistema de produção do etanol no Brasil é relativamente segura quando comparada com as refinarias de petróleo. Sua capilaridade (463 usinas) e territorialidade (58 milhões de hectares), distribuídas em vários estados e regiões do país, garantem segurança ao sistema como um todo, mas geram criticidades ligadas à logística de fomento e, sobretudo, de produção e comercialização. Todavia, ela é influenciada por criticidades paralelas de outras infraestruturas das quais depende, como a de transporte. Pontos críticos das estradas, ferrovias, hidrovias e etanoldutos podem afetar a distribuição de matéria-prima e de etanol.

A grande concentração de usinas e destilarias nas regiões tradicionais de cultivo ocasiona expressiva concorrência por matéria-prima, obrigando a obtenção da matéria-prima de cana-de-açúcar, além da distância econômica de plantio (em torno de 30 km).

Distâncias Econômicas de Plantio e a Superposição de Interesses Entre Usinas e Áreas Cultivadas

O processo de preparação do solo, plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar do campo à usina demanda planejamento de otimização dos custos com ênfase na localização, a partir da usina, de áreas concêntricas de raios diversos, chamadas áreas econômicas de plantio. Nem sempre é possível, mas a situação ideal é ter os plantios localizados em raio de até 30 quilômetros da usina, de menor custo para a obtenção de matéria-prima. Além dessa distância, o deslocamento da infraestrutura de colheita e transporte (maquinário e pessoal) passa a ser crítico e a onerar significativamente o custo de produção do etanol. Distâncias acima de 50 km são consideradas antieconômicas.

São Paulo é o estado com maior número de usinas e destilarias instaladas e em projeto, num total de 200 unidades. A soma dos círculos concêntricos superpostos ocupa uma área de 17,2 milhões de hectares, algo em torno de 70% da superfície do estado. Isso significa que toda essa área poderia ser de interesse para plantios, considerando-se apenas as distâncias das usinas. Obviamente, nem

todas serão utilizadas, pois são ocupadas por áreas de preservação permanente, estradas, cidades, corpos d'água, outras culturas, pastagens etc. Assim, dentro desse limite, 4,4 milhões de hectares de cana estão plantados, ocupando grande parte das áreas agricultáveis do estado (Figura 5.8).

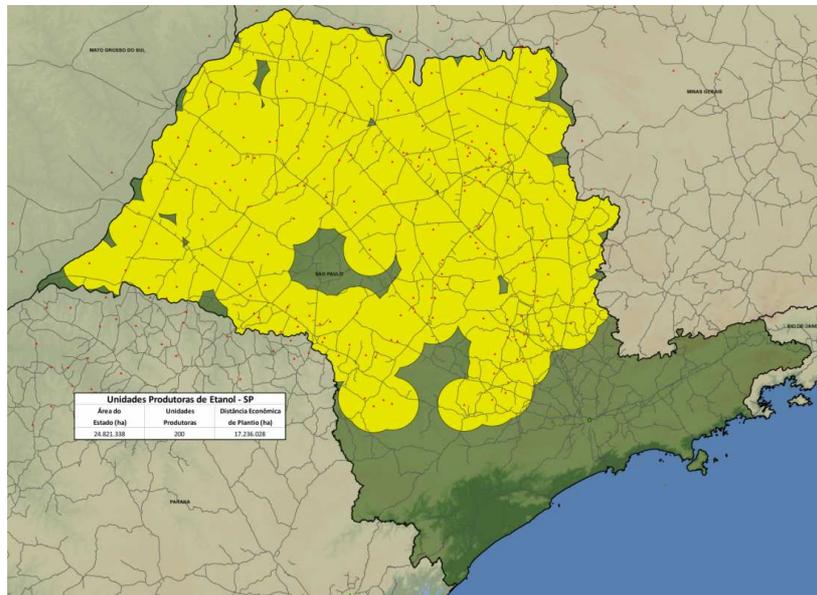


Figura 5.8 – Estado de São Paulo: Localização das usinas e destilarias com as distâncias econômicas de plantio em círculos concêntricos de 30 km de raio.

O levantamento das distâncias econômicas de plantio evidenciou grande superposição de áreas, em função da proximidade entre as unidades produtoras e a conseqüente concorrência por matéria-prima. Esse aspecto é tão sensível que, em novas áreas de plantio, procura-se implantar as unidades com observância de distanciamento suficiente para evitar tal concorrência. A Figura 5.9 mostra em vermelho a área de interesse econômico de uma usina e as circunferências, em traço branco, os contornos dos círculos concêntricos superpostos de cada usina concorrente. A imagem é de uma usina da região de Ribeirão Preto (SP), o caso mais marcante de

concorrência, onde 28 círculos se entrelaçam sobre sua área de interesse econômico.

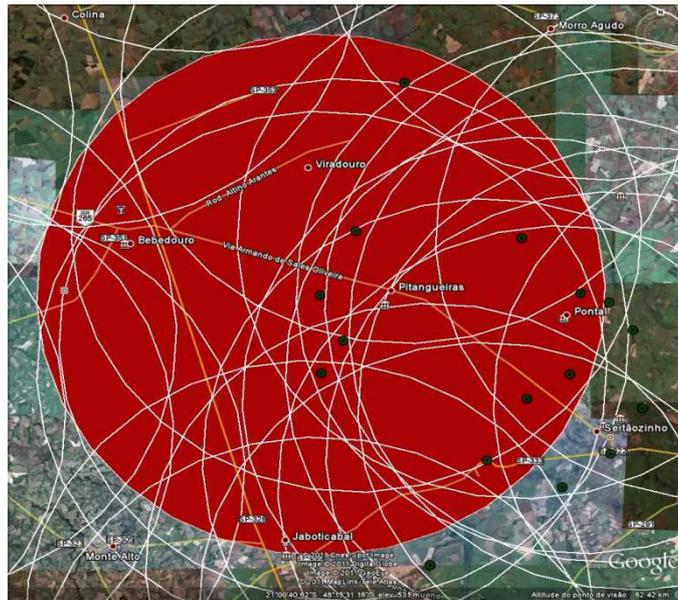


Figura 5.9 – Área de interesse de usina e suas concorrentes.

Como é possível ver nos exemplos das Figuras 5.8 e 5.9, as áreas aptas ao plantio de cana no estado de São Paulo encontram-se saturadas, mormente na região de Ribeirão Preto, em função da excessiva proximidade entre as usinas, causadora de acirrada competição por matéria-prima. Por conta disso, a expansão das lavouras tem sido direcionada para o oeste do estado.

O mesmo não ocorre nas novas áreas de plantio, onde um planejamento mais realista estabeleceu melhores critérios de distribuição para a instalação de novas usinas. A Figura 5.10 evidencia esse resultado nos estados de Minas Gerais e Goiás. Nesses estados, as distâncias econômicas de plantio estão levemente superpostas ou isoladas, de modo a evitar concorrência.

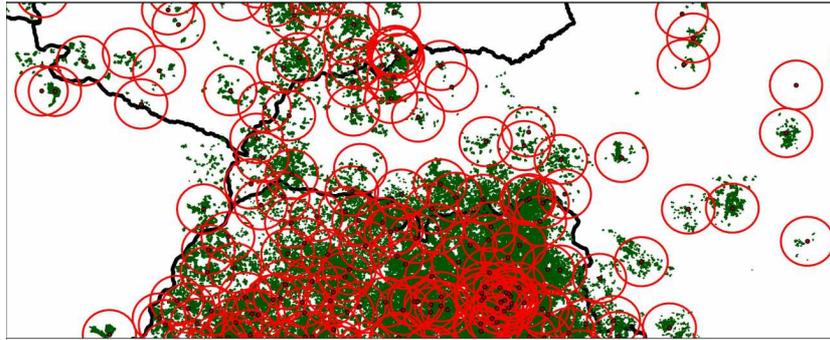


Figura 5.10 – Concentração de cana em São Paulo e dispersão em Minas e Goiás.

Essas medidas de políticas públicas de impacto territorial são de grande importância estratégica para Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, pelo fato de ocuparem o território ordenadamente, evitar os males da monocultura e permitir melhor distribuição dos benefícios do programa brasileiro de produção de etanol.

As Consequências

Sáimos na Frente e Ficamos para Trás

A utilização de biocombustíveis é tendência mundial irreversível. O pioneirismo do Brasil na utilização de etanol, no início visto com reservas pela comunidade mundial, comprovou seu acerto desde o lançamento dos primeiros carros movidos a etanol. O espetacular desempenho do programa norte-americano de produção de etanol de milho não deixa dúvidas da aceitação do novo combustível.

A Tabela 5.2 mostra a produção e o consumo de etanol de cana-de-açúcar no Brasil e de milho nos Estados Unidos. A perda de desempenho do Brasil frente aos Estados Unidos ocorreu tanto no consumo, ultrapassado já em 2003, como na produção, em 2006.

Tabela 5.2 – Os maiores produtores e consumidores de etanol no mundo

Os 2 maiores produtores de etanol no mundo (milhares de barris dia)											
País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	183,9	197,6	216,9	249,4	251,7	276,4	306,1	388,7	466,3	449,8	486,0
Estados Unidos	105,5	115,1	139,6	182,9	221,5	254,7	318,6	425,4	605,6	713,5	867,4
Os 2 maiores consumidores de etanol no mundo (milhares de barris dia)											
País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	166,9	141,4	160,2	144	177,1	181,9	194,1	262,1	336,6	393,3	381,9
Estados Unidos	107,6	113,5	135,2	184,3	231,1	264,8	357,5	449,2	629,9	719,9	838,8

Fonte: US IEA - International Energy Statistics.

Entrada do Capital Estrangeiro

Algum abrandamento da descapitalização de produtores veio da reestruturação financeira e societária, com a injeção de recursos externos e a compra de empresas endividadas por grupos estrangeiros. Embora resolvesse um problema emergencial de insolvência de usinas e destilarias, a compra de unidades já existentes não resolveu a necessidade de expansão das áreas plantadas e de criação de novas unidades produtoras, além de desnacionalizar cada vez mais o controle do setor.

Importação e Exportação de Etanol

Em 2011, com o desabastecimento, o Brasil importou 1,1 bilhão de litros de etanol dos Estados Unidos. As importações mensais foram significativas: 132,2 milhões em outubro; 152,2 milhões em novembro; e 279,7 milhões em dezembro. Este último, um recorde mensal histórico. Mas o Brasil também exportou etanol para os Estados Unidos: 313,4 milhões em 2010 e 663,9 milhões em 2011. Foram importações de etanol de milho subsidiado contra exportações de etanol de cana. Importar etanol de milho é mais barato!

A partir de 2012, as exportações para os Estados Unidos crescerão com a queda da tarifa de importação. Os efeitos dessa

vitória comercial inegável não serão sentidos de imediato. No longo prazo, a retirada total das barreiras alfandegárias deveria ampliar a infraestrutura para estocagem, injetar de R\$ 156 bilhões para a construção de 120 novas usinas e visar à exportação de 13,5 bilhões de litros para suprir algo como 10% do consumo norte-americano. Como isso poderá ocorrer diante da crise atual?

Perda de Confiabilidade

As mudanças bruscas nas políticas públicas para o setor do etanol, as medidas governamentais provisórias, tomadas para atender às dificuldades localizadas, em conjunto com a falta de entrosamento entre os diversos atores envolvidos, resultam em insegurança para todos. O resultado é a perda da confiabilidade nos programas, como aconteceu no passado com os proprietários de carros a álcool e recentemente com os de carros *flex*. Os proprietários de carros *flex* migraram para a gasolina mais competitiva.

O agravante dessa flutuação é a frustração do consumidor, traído pela incapacidade governamental de honrar o compromisso de manter o preço do etanol competitivo com o da gasolina, além da perda da qualidade do ar nas grandes metrópoles.

Medidas Permanentes Versus Medidas Provisórias

É consenso na indústria sucroalcooleira a necessidade de mais clareza e permanência das ações governamentais no setor. Faltam políticas públicas de longo prazo fundamentadas na visão estratégica das diferentes estruturas sociais e econômicas atinentes ao setor agroenergético brasileiro. É premente a necessidade de políticas públicas convergentes, institucionais, creditícias e ambientais para dar segurança aos investimentos necessários ao cumprimento das metas de independência energética do país.

A predileção dos governantes por medidas provisórias é uma via dupla: por um lado, facilita a vida dos promulgadores. Por outro, transforma o país num mar de incertezas e casuísmos perniciosos às

atividades econômicas, à espera de linhas de ação e tomadas de decisão de longo prazo.

Exemplo de medida emergencial é o Pro-Renova do BNDES para financiar a renovação e plantio de um milhão de hectares de cana, com a injeção de R\$ 4 bilhões, dado o crescimento de 10% ao ano dos carros *flex* e a capacidade ociosa de 30% das usinas. O programa espera garantir o suprimento de etanol para 2013/2014 em preços competitivos com gasolina. Ele desconsidera o ciclo biológico da cana-de-açúcar. Entre a decisão de plantar e a primeira safra da cana, interpõe-se um prazo a cumprir de três anos, quando só então poderá ser computado o efetivo aumento da produção. A decisão do BNDES é um auxílio expressivo, mas é também uma medida isolada e insuficiente para atrair investimentos de monta à necessária expansão da produção.

A Busca de Soluções mais Definitivas

O Plano Estratégico do Setor Sucroalcooleiro para atender à demanda de etanol no mercado interno e externo, divulgado pelo governo federal no dia 24 de fevereiro de 2012, gerou mais apreensão do que satisfação. As medidas apresentadas não trazem novidade: renovação dos canaviais; recuperação da capacidade instalada da indústria e aumento da oferta de matéria-prima.

O Plano contará com investimentos advindos do BNDES da ordem de R\$ 60 bilhões até 2015. As medidas são benéficas, mas já eram conhecidas. Elas não levam em consideração fatores limitantes, como a atual situação da indústria e do mercado. O Plano não enfrenta questões como a concorrência com os preços congelados da gasolina e as peculiaridades de produção da cana-de-açúcar. É mais um empacotamento de recursos já disponíveis, sem o necessário planejamento estrutural de longo prazo.

São necessárias mudanças nesse processo, com o envolvimento dos vários atores responsáveis pela condução do etanol a patamares estáveis, para inseri-lo em definitivo no cenário global.

As Condições para a Retomada dos Investimentos

É imperativa a retomada do ciclo de investimentos para atender à ampliação do parque canavieiro nacional e a volta aos patamares de produção de 2007/2008. Os resultados esperados incluem a renovação dos exauridos canaviais brasileiros e a expansão da produção por meio de aumento de área e de ganhos de produtividade. A Figura 5.11 ilustra as consequências da falta de investimento, a partir de 2008, nos canaviais do Centro-Sul: rápido envelhecimento e drástica redução da produtividade. A solução é a renovação progressiva dos plantios, à taxa anual de 15% e a expansão das áreas de plantio em 4% ao ano. Sem financiamento adequado, isso não ocorrerá.



Figura 5.11 – Ampliação e renovação de canaviais. Metas para 2015/16.

Fonte: Carvalho.

Conjugar as Políticas Públicas e Privadas

É necessário um esforço conjunto. O governo deve definir e cumprir políticas públicas de médio e longo prazo: uma reivindicação enfática do setor produtivo. Aos produtores cabe executar no campo os cronogramas negociados. A safra de 2015/16 poderia atingir a meta de ser composta em 44% de canaviais novos, com produtividade ao redor de 80 toneladas/hectare. A produção do setor só voltará ao patamar de 2008/09 na safra 2015/2016, ao custo estimado de 80 bilhões de reais. Só a partir desse ponto será possível falar em crescimento efetivo do setor.

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

A pesquisa agrícola em cana-de-açúcar no Brasil encontra-se entre as mais avançadas, graças a projetos científicos de longo prazo da Embrapa, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e de Universidades. É necessário manter os programas públicos e privados existentes e investir nos aspectos mais relevantes e sensíveis da tecnologia da produção de cana e do etanol de segunda geração.

Desoneração Tributária do Etanol

Um dos pilares do sucesso dos carros *flex*, o preço competitivo com a gasolina tornou-se um ponto fraco. O etanol continua taxado com a elevada carga tributária média de 30% para o consumidor na maioria dos estados brasileiros. Já a gasolina, com a redução da CIDE no fim de 2011, teve sua carga tributária reduzida para apenas 3% do preço ao consumidor. É um valor significativo, pois em 2002 representava 15% do preço na bomba.

Em outros países, a produção e o uso de biocombustíveis é incentivada com pesados subsídios e proteções tarifárias e não tarifárias. O setor enfatiza a necessidade de contar pelo menos com a desoneração do etanol para contribuir com a recomposição

custo/receita e retomar a produção, em face da gasolina, cujo preço é artificialmente mantido estável.

Um Projeto para o Brasil

O projeto etanol está ameaçado no Brasil? Sim e não. A meta governamental para a safra de 2020/2021 é produzir um bilhão de toneladas de cana para atender à demanda brasileira e internacional. Isso exige investimentos de 80 bilhões até 2015 para criar a infraestrutura adequada e uma visão estratégica do papel dessa agroindústria na independência energética nacional, com políticas públicas multisetoriais articuladas, como a de qualificação dos trabalhadores, para produção sustentável de um combustível limpo e inovador.

A situação é desconfortável para o país pioneiro no uso do etanol, considerado mundialmente como o combustível do futuro. O etanol necessita estar inserido num projeto nacional, consistente e de longo prazo, capaz de dar diretrizes corretas, traçar rumos seguros, administrando com competência todo o processo de produção, do plantio no campo até os postos de combustíveis do país. O crescimento da produção interna deve estar em equilíbrio com as possibilidades e oportunidades de exportação e importação do etanol.

É urgente um grande esforço de todos os atores envolvidos para manter o país na dianteira do projeto mais inovador e mais promissor (desde o Proálcool, na década de 70) em energia de fontes renováveis.

Referências

BIOCANA. **Previsão em 20% quebra da produção nos canaviais**. Disponível em: <<http://www.diarioweb.com.br/novportal/noticias/economia/69981Biocana+preve+em+20+quebra+da+producao+nos+canaviais.aspx>>. Acesso em: 22/02/2012.

CARLOS COGO CONSULTORIA AGROECONÔMICA. **Perspectivas para 2011/2012**. Disponível em: <http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/veja_mais/info_mercado/sugar_cane.html>. Acesso em: 22/02/2012.

CARVALHO, L. C. C. **Renovação de canaviais trará resultados só em 2015.** Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/neg%C3%B3cios,renovacao-de-canaviais-trara-resultados-so-em-2015,87886,0.htm>>. Acesso em: 12/10/2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_11_00_54_08.pdf>. Acesso em: 30/04/2012.

CONAB. **Safra nacional de cana deve cair 8,4% em 2011/2012.** Disponível em: <<http://www.douradosagora.com.br/brasil-mundo/economia/safra-nacional-de-cana-deve-cair-8-4-em-2011-2012>>. Acesso em: 22/02/2012.

HOLLANDA, J.B. de. **Cana-de-açúcar: usando todo o seu potencial energético.** Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE). Disponível em: <http://www.inee.org.br/informacoes_imprensa_artigo.asp?id=433&Cat=>>. Acesso em: 22/02/2012.

INFORMATIVO FENABRAVE. **Emplacamentos.** Disponível em: <http://www.tela.com.br/dados_mercado/emplacamentos/index.asp?coditem=1>. Acesso em 22/02/2012.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Álcool: projeção da produção e exportação no período 2005/06 a 2015/16.** Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=4010>>. Acesso em: 22/02/2012.

JANK, M. **Coragem para retomar o etanol.** Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,coragem-para--retomar-o-etanol-774894,0.htm>>. Acesso em: 22/02/2012.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. **Endividamento leva usinas à venda.** Disponível em: <http://www.unica.com.br/clipping/show.asp?cppCode=9F0FC_234-198A-4E1A-A1BB-5DD5FF5ED129>. Acesso em: 02/03/2012.

MAGOSSÍ, E. **Brasil importa recorde de 1,1 bi de litros de etanol dos EUA em 2011.** Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,brasil-importa-recorde-de-1-1-bi-de-litros-de-etanol-dos-eua-em-2011,98950,0.htm>>. Acesso em: 22/02/2012.

MARCON. **Agronegócio enfrenta falta de mão de obra.** Disponível em: <<http://www.marconnocampo.com.br/index.php/component/content/article/34-not/68-mobra>>. Acesso em: 20/02/2012

MAPA/SPA. **Produção brasileira de Cana, Açúcar e Etanol.** Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/JANEIRO_2012/07_%20prod_cana_acucar_etanol\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/JANEIRO_2012/07_%20prod_cana_acucar_etanol(1).pdf)>. Acesso em: 22/02/2012.

MIRANDA, E. E.; CAVALLI, A. C. **O que falta na falta de etanol?.** In: Revista PRINCÍPIOS. Editora Anita. São Paulo. n. 117. p. 99-103. 2012.

MORAES, M.A.F.D. **O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ecoa/v11n4/08.pdf>>. Acesso em: 22/02/2012.

PERINA JUNIOR, M.J.I. **O Movimento Mais Etanol.** O Estado de São Paulo. 24/02/2012. Disponível em: <<http://www.projetoagora.com.br/maisetanol/?p=47>>. Acesso em: 03/04/2012.

PRADO, S. **Investimentos necessários para a recuperação chegam a R\$ 80 bi.** Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,investimentos-necessarios-para-recuperacao-chegam-a-r-80-bi,765089,0.htm>>. Acesso em: 22/02/2012.

PROJETO AGORA. **Movimento mais etanol.** Disponível em: <http://www.projetoagora.com.br/maisetanol/wp-content/uploads/2012/03/White_book_Mais_Etanol.pdf>. Acesso em: 20/04/2012.

UNICA. **Desoneração tributária para a gasolina também precisa ser feita para o etanol.** Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode=7350BCE3-B3FE-4544-B670-E213924CECE0>>. Acesso em 22/02/2012

USA/IEA. **International Energy Statistics.** Disponível em: <<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=79&pid=79&aid=1&cid=BR,US,&syid=2000&eyid=2010&unit=TBDP>>. Acesso em: 22/02/2012.