

Novas fronteiras tecnológicas da cana-de-açúcar no Brasil

Tarcizio Goes¹
Marlene de Araújo²
Renner Marra³

Resumo: Este artigo tem o objetivo de apresentar e comentar a situação da nova fronteira agrícola em cana-de-açúcar, enfatizando o melhoramento genético como tecnologia de futuro e meio de ampliação da competitividade nacional. Ressalta, também, as aplicações dos subprodutos na indústria do setor sucroalcooleiro, especialmente vinhaça, leveduras e bagaço. Comenta as soluções do melhoramento genético na redução de pragas e doenças, redução de custos, aumento de eficiência e produtividade e as novas variedades de plantas adaptáveis às condições de cada região e detalha a participação da pesquisa agropecuária nessa cadeia produtiva. Conclui comentando sobre as preocupações ambientais atuais e reforça algumas recomendações sobre manejo sustentável e ações para políticas públicas.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, melhoramento genético, pesquisa agropecuária em cana-de-açúcar.

New sugar cane technology frontier in Brazil

Abstract: This article aims to present and discuss the situation of the new agricultural frontier in sugar cane, emphasizing the new genetic improvements as a way of increasing the national competitiveness. It also underscores the use of its byproducts in sugar and alcohol production, especially vinhoto, yeasts, and bagasse. It comments on the contribution of genetic improvement on the reduction of agricultural pests and plant diseases, cost reduction, increase of efficiency and productivity, and new varieties of plants which are adaptable to local conditions in each region. The paper mentions the contribution of agricultural research to the production chain. It concludes commenting on current environmental concerns and underscores some recommendations on sustainable management and actions for public policies.

Keywords: sugarcane, genetic improvement, agricultural research in sugarcane.

¹ Mestre em Economia Agrícola, pesquisador da Embrapa. E-mail: tarcizio.goes@embrapa.br.

² Mestre em Política e Gestão de C&T, analista da Embrapa. E-mail: marlene.araujo@embrapa.br.

³ Economista, analista da Embrapa. E-mail: renner.marra@embrapa.br.

Introdução

O mundo está vivendo nova era e criando oportunidades para um novo negócio na agricultura (Fig. 1). O etanol pode ser a alternativa para a redução das emissões de gases ou partículas tóxicas nocivas à saúde humana e ao meio ambiente, liberadas pela queima de combustíveis fósseis. O esgotamento progressivo das fontes fósseis de energia e problemas de ordem ambiental gerados pela queima de tais produtos exigem novas escolhas de uso de energia.

Agregação de renda à agricultura pelo aproveitamento de subprodutos e resíduos de biomassa da cana-de-açúcar surge como forma de fortalecer a economia depois de crises de setores consolidados. A possibilidade de ampliar a competitividade do etanol brasileiro por meio do selo ambiental, integrando florestas secundárias plantadas com a cultura de cana-de-açúcar, potencializando o armazenamento de carbono e resgatando a vocação ecológica das áreas de produção.

A cana-de-açúcar, sempre teve um papel muito importante na economia brasileira. Desde o período colonial, o açúcar já era um produto de peso na pauta de exportação. Seguiram-se

os ciclos do ouro, da borracha e do café, mas o açúcar manteve sua posição de destaque. Em 1975, com a criação do Proálcool, a cultura canavieira experimentou grande expansão e o setor sucroalcooleiro atingiu elevado estágio de desenvolvimento, tanto na área agrícola como no setor industrial.

Atualmente, a cana-de-açúcar tornou-se um produto que alcançou novas práticas e novos manejos no trato do solo, que permitem a introdução de novas tecnologias e novas variedades adaptadas às várias regiões. A pesquisa agropecuária está participando intensivamente dessa cadeia, especialmente na fase de produção de cana-de-açúcar e de álcool (Fig. 2).

No setor industrial, há possibilidades de inovação na cogeração de energia, novos produtos químicos e biodegradáveis. Ainda que o Proálcool não tenha atingido os objetivos de substituir a gasolina na época da crise do petróleo e render divisas, deixou um rastro de desenvolvimento tecnológico que tornou possível a expansão da cana-de-açúcar de forma sustentável (com base nos programas de melhoramento genético e na criação de novas variedades). Além disso, colocou o setor sucroalcooleiro num patamar de modernização e aprimoramento tecnológico,

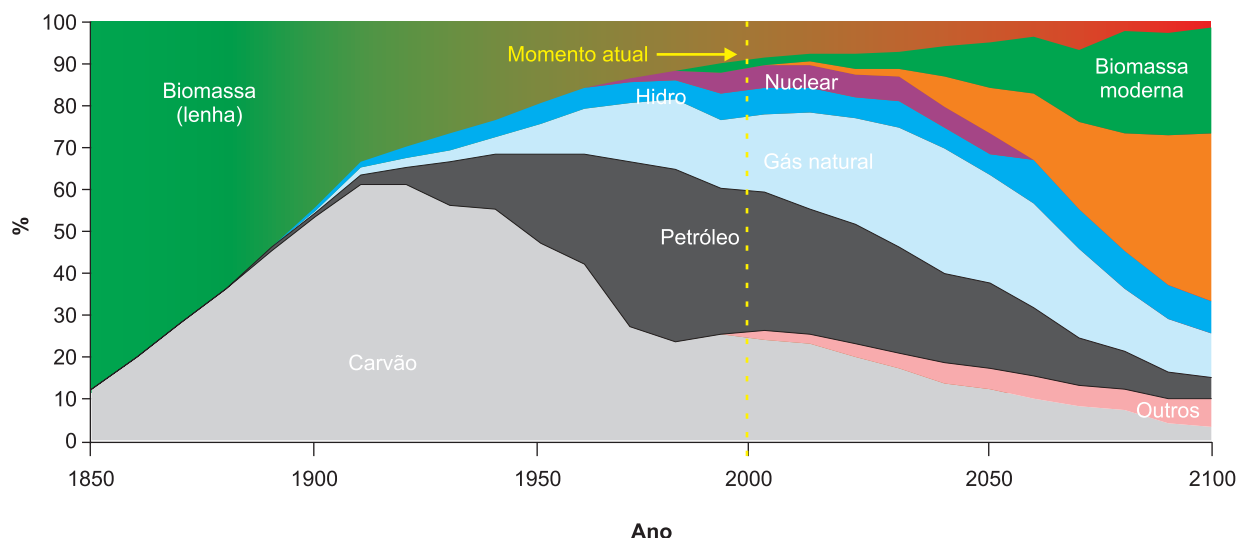


Fig. 1. A nova era.

Fonte: Nakicenovic et al. (1998).

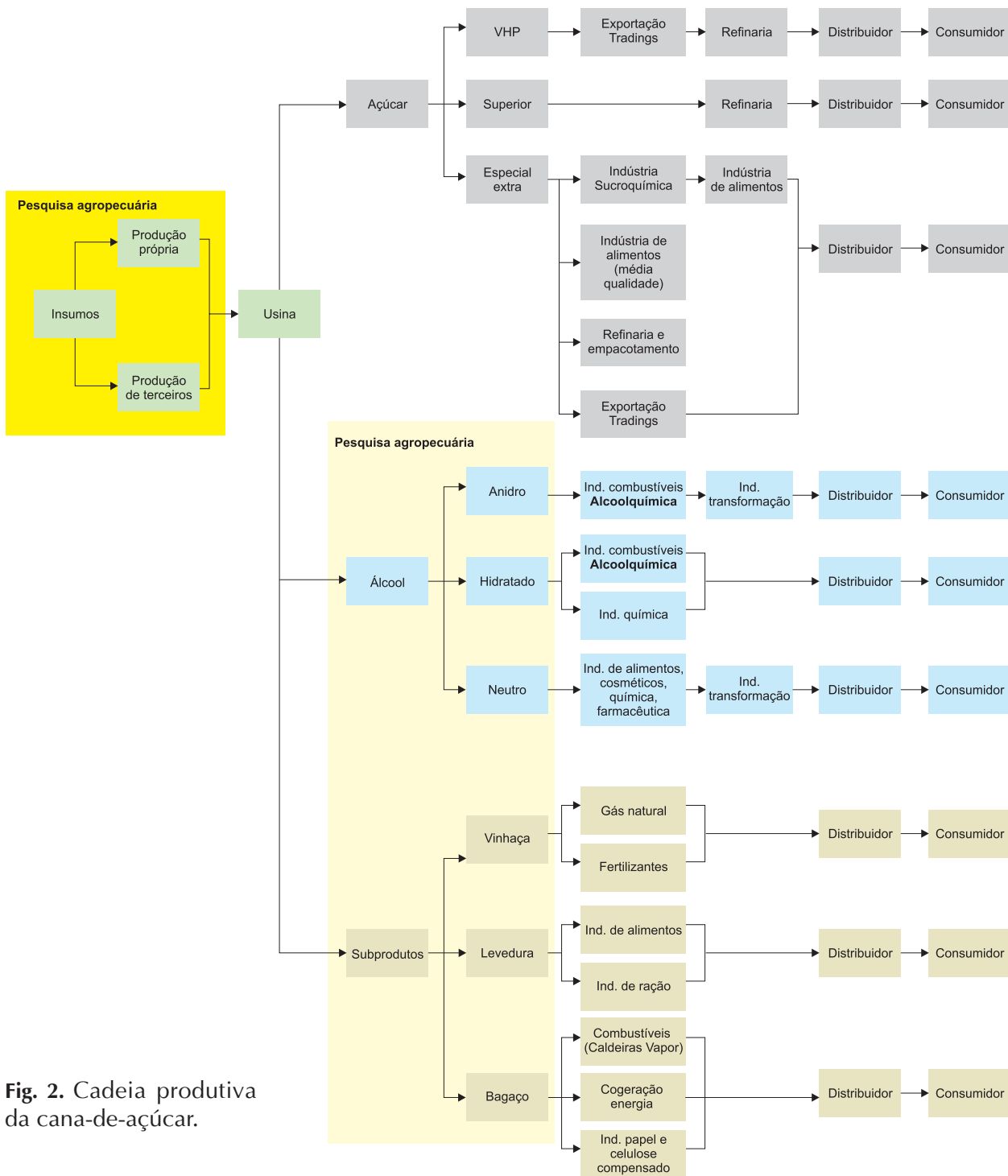


Fig. 2. Cadeia produtiva da cana-de-açúcar.

elevando-o à condição de mais moderno do mundo.

No momento, estamos vivendo uma nova fase. Está acontecendo uma grande expansão da cultura da cana no Brasil. Em 2006–2007, a

área cultivada com cana foi de 6,3 milhões de hectares. Dados relativos ao terceiro levantamento de safra feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009), indicam uma área plantada de 8,5 milhões (Tabela 1).

Tabela 1. Área plantada e cana-de-açúcar processada (2008).

Região	Área (em 1.000 ha)	Processada (em 1.000 t)
Norte/Nordeste	1.207,7	69.216,6
Centro-Sul	7.283,2	502.154,1
Brasil	8.491,2	571.370,7

Fonte: Conab (2009).

A previsão da produção de cana-de-açúcar na atual safra, mostra que o total dessa matéria-prima que será processada pelo setor sucroalcooleiro, deverá atingir um montante de 571,4 milhões de toneladas, correspondendo a 13,94 % a mais do que os 501,5 milhões de toneladas processadas na safra passada, apontando para uma nova colheita com um volume adicional de cana da ordem de 69,9 milhões de toneladas. No último trimestre de 2008 ocorreu uma desaceleração do crescimento industrial em alguns setores, o que poderá afetar a indústria sucroalcooleira em 2009.

Estimativas da União Nacional da Indústria de Cana (ÚNICA, 2008) apontam para 13,9 milhões de hectares de área plantada com cana-de-açúcar em 2020/2021, portanto, mais do que o dobro da área plantada da safra de 2008. No Brasil, essa grande expansão da cultura da cana-de-açúcar está fundamentalmente ligada à importância do etanol como biocombustível e como uma das mais limpas fontes de energia renovável.

A produção de energia limpa é imprescindível para o mundo por vários motivos:

- Existem sinais de exaustão das reservas petrolíferas num horizonte de 30 a 40 anos.
- A volatilidade dos preços do petróleo e a necessidade de preservação do meio ambiente, evitando cada vez mais a emissão de poluentes que contribuem para aumentar o efeito estufa.

Por isso, os países necessitam de uma modificação nas suas matrizes energéticas, que atualmente estão baseadas quase que exclusivamente em combustíveis fósseis.

Convém destacar ainda que a expansão canavieira está também alicerçada na elevação dos preços atraentes do açúcar como uma das principais commodities, embora o preço das commodities tenha caído em outubro de 2008, em função da crise iniciada nos Estados Unidos, crise essa com reflexos na maioria dos países. Convém enfatizar que os estoques mundiais de açúcar estão baixos, devendo manterem-se assim, nos próximos 10 anos.

Além disso, a indústria sucroalcooleira inicia uma fase altamente promissora, com a valorização dos resíduos provenientes do processo de fabricação do etanol e do açúcar, que passou a usá-los como novos insumos para produção agrícola, energia para o processo produtivo e geração de uma gama de produtos nobres, que começam a sair das plataformas industriais, principalmente produtos ligados à alcoolquímica.

A importância do etanol como combustível limpo, um dos mais importantes substitutos dos combustíveis fósseis e como fonte de energia renovável tem a vantagem de ser misturado à gasolina, e seu uso vem crescendo significativamente no Brasil e no mundo.

Em função dos fatores citados acima e relacionados ao custo comparativo com outras matérias-primas para produção de etanol como milho e vantagens edafoclimáticas do Brasil, vem ocorrendo grande fortalecimento do mercado interno de etanol, com amplas possibilidades de aumento das exportações nos próximos anos.

A expansão das vendas dos veículos flex fuel, que em 2007 atingiram quase 90 % das vendas de carros novos, continua em grande ascensão, tendo o consumo de álcool combustível superado o consumo de gasolina, em abril e maio de 2008. A Fig. 3 mostra as estimativas recentes projetadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2008) indicando que a demanda total (combustível, exportação e outros usos) de etanol no País crescerá 150 % nos próximos 10 anos, passando de 25,5 bilhões de litros em 2008, para 63,9 bilhões de litros em 2017.

O aumento do consumo desse combustível será sustentado por seu uso no setor automotivo.

Assim, em 2017 o etanol representará cerca de 80 % do volume total de combustíveis líquidos consumidos nos veículos leves que não usam diesel (EPE, 2008). A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), estima que até 2013 o número de veículos bio-combustíveis vendidos deve alcançar 15 milhões de unidades, cerca da metade da frota nacional (ANFAVEA, 2008).

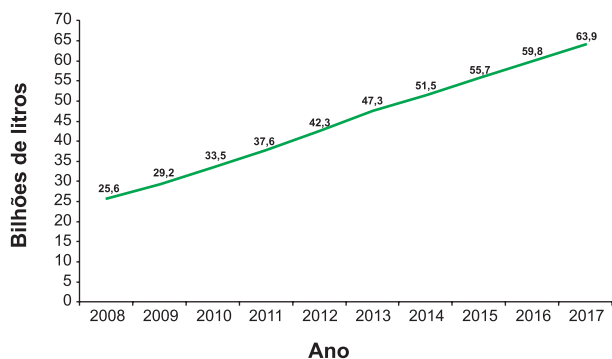


Fig. 3. Projeções de produção de álcool (bilhões de litros).

Elaborada pelos autores na SGE-Embrapa.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2008).

O aumento das exportações depende do comportamento dos compradores em função da crise mundial iniciada em outubro de 2008. Nos Estados Unidos, a Energy Bill estabeleceu o uso de 50 bilhões de litros de etanol até 2012, podendo chegar a mais de 130 bilhões de litros em 2022. Por sua vez, o etanol de milho está limitado a 56 bilhões de galões.

A União Europeia propôs a participação da energia renovável em 20 % do consumo até 2020, sendo que no mínimo 10 % deverão ser com o uso de biocombustíveis e o Japão tem um mercado potencial estimado em 10,6 bilhões de litros, mas as metas estabelecidas pelos Estados Unidos, União Europeia e Japão relacionadas à substituição da gasolina por etanol poderão ser revistas para menos, em decorrência da redução dos investimentos anteriormente previstos ou para mais, caso as políticas de governo entendam que o etanol pode ser o “motor” de uma nova economia pós-crise.

No Brasil, os avanços na produção do etanol no desenvolvimento de tecnologias e novos produtos devem desacelerar, por causa do aumento dos atuais custos de produção e pela diminuição de investimentos para inovações e expansões.

A nova fronteira agrícola

Nos últimos 30 anos, a cultura da cana-de-açúcar incorporou tecnologias capazes de aumentar os níveis de produtividade. O melhoramento genético foi a ferramenta que garantiu e continuará garantindo a sustentabilidade dessa cultura, tornando-a imune a pragas e doenças, reduzindo custos, aumentando a eficiência e a produtividade, com a disponibilização de novas variedades de plantas adaptáveis às condições de cada região.

As novas variedades geneticamente melhoradas podem aumentar o teor de açúcar em até 20 %, gerando muito mais litros de etanol por hectare (CESNIK, 2004). No Brasil, quando se fala em melhoramento genético da cana-de-açúcar, destaca-se a importância do programa desenvolvido por Frederico Menezes Veiga, de 1946 a 1972, na Estação Experimental de Campos, RJ. As variedades Campos Brasil (CB) foram cultivadas em todo o País.

Nessa época, a CB 45-3 ocupava a maior área plantada no Rio de Janeiro e no Nordeste, e a CB 41-76 ocupava grandes áreas do Estado de São Paulo. Em todo o País, poucas eram as variedades cultivadas que não tinham saído da Estação de Campos (CESNIK, 2004). A partir de então, o trabalho de melhoramento genético teve grande progresso. Novas variedades surgiram e estão sendo disponibilizadas. Desde meados de 1990, o País dispõe, inclusive, de variedades transgênicas.

No Brasil, os programas de melhoramento genético que garantem o avanço tecnológico e a sustentabilidade da expansão da cana-de-açúcar são quatro:

Programa da Ridesa – A Rede Universitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa), é integrada por dez universidades

federais (Paraná, São Carlos, Viçosa, Rural do Rio de Janeiro, Sergipe, Alagoas, Rural de Pernambuco, Goiás, Mato Grosso e Piauí). É considerada o maior programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil.

Programa da CTC – O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), localizado em Piracicaba, SP, originário da Coopersucar – programa iniciado em 1968.

Programa do IAC – O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com programa restaurado e potencial ampliado.

Programa da Canavialis – A Canavialis, ex-empresa do Grupo Votorantim, criada em 2003, agora da Monsanto, desenvolve um programa de melhoramento genético e se dedica a variedades transgênicas.

No que diz respeito ao pacote tecnológico, novas técnicas de produção estão sendo introduzidas, especialmente na área de correção do solo e fertilização. A ferti-irrigação é uma prática cada vez mais usada e capaz de permitir aumento significativo nos níveis de produtividade da cana-de-açúcar.

Essa prática usa a vinhaça, que é fonte de K (potássio), contém Ca (cálcio), Mg (magnésio), P (fósforo), Mn (manganês) e nitrogênio orgânico, e aproveita, também, a torta de filtro, rica em P (fósforo), possui umidade alta e concentração de matéria orgânica, utilizada em substituição completa ou parcial da adubação mineral.

Esses parâmetros citados acima dão os contornos da nova fronteira agrícola da cana-de-açúcar a ser percorrida nos próximos anos. Vale ressaltar que, para alcançar os resultados desejados e manter competitividade e sustentabilidade na expansão da cana de açúcar, é preciso investir em pesquisa.

A Embrapa concentra seu programa de cana-de-açúcar em três frentes, visando à produção sustentável para fins energéticos. Assim, a Empresa está conduzindo os seguintes estudos:

- Estudo de melhoramento genético de cana-de-açúcar.

- Estudos específicos em cana modificada, para obter mais sacarose.

- Resistência ou tolerância a pragas e déficit hídrico.

- Fixação biológica de nitrogênio, para maximizar a nutrição da cultura.

- Estudos de desenvolvimento do etanol lignocelulósico.

- Zoneamento e modelagem para identificar o potencial e limitações das paisagens, principalmente, nas áreas de expansão.

- Estudos econômicos, ambientais e de cenários futuros para as áreas tradicionais e de expansão e desenvolvimento de tecnológicas para irrigação.

O programa da Embrapa Agroenergia funciona por meio de uma rede de pesquisa nacional, constituída por oito centros de pesquisa, duas universidades, um instituto de pesquisa e seis usinas, envolvendo cerca de 100 pesquisadores (DURÃES et al., 2008).

A Embrapa Monitoramento por Satélite, membro da rede, está desenvolvendo trabalhos de monitoramento da expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, onde a dinâmica do uso e da cobertura das terras tem sido associada a uma série de indicadores sociais e ambientais.

Essas tecnologias – com potencial elevado para análise e avaliação de impactos no campo, além do sensoriamento remoto – têm como objetivo principal organizar e trocar informações por meio de um sistema de imagens. Com essas informações, abre-se um conjunto de possibilidades para estimar a produtividade e a área plantada com cana e com outras culturas; detectar os níveis e o risco de ocorrência de pragas e viabilizar o uso de práticas mais racionais que possibilitem práticas de agricultura de precisão. Essas inovações permitem redução dos custos de produção e melhoria do desempenho das atividades agrícolas nos aspectos ambientais.

Entre as várias atividades dessa rede de pesquisa, a Embrapa Tabuleiros Costeiros coordena o projeto Produção Sustentável da Cultura

da Cana-de-Açúcar para Bioenergia, em regiões tradicionais e de expansão no Norte e do Nordeste do Brasil, iniciado em 2006.

Entre os principais resultados desse projeto, estão:

- A prospecção de genes para tolerância à seca e à broca-gigante (*Telchin licus*). As características e a ação desses genes já foram identificadas e o próximo passo será incorporá-los em plantas, para realização de testes em casa de vegetação, antes de serem transferidos para o campo.

- O diagnóstico do setor sucroenergético do Norte e do Nordeste, levando em consideração os aspectos ambientais e econômicos.

O projeto Produção Sustentável da Cultura da Cana-de-Açúcar para Bioenergia estuda também a fixação de N (nitrogênio) na cana e prevê avaliações de impactos socioeconômicos e ambientais na construção de cenários futuros para as regiões tradicionais e de expansão.

Nova fronteira industrial

Nos últimos anos, a indústria sucroalcooleira atingiu um patamar de modernização que a coloca atualmente na posição de um dos mais dinâmicos e promissores setores da agricultura brasileira e o mais moderno do mundo. O setor sucroalcooleiro brasileiro é o único do País que domina todos os estágios da tecnologia, da engenharia, da produção e da operação agrícola e industrial.

A tecnologia brasileira ocupa posição de liderança, com equipamentos, processos e plantas. A indústria de equipamentos desenvolveu ampla linha de produtos, inclusive usinas completas, com tecnologia própria e importação mínima de componentes, chegando a um índice de nacionalização próxima de 100 % (ÚNICA, 2008).

A valorização e o uso adequado dos subprodutos resultantes do processo industrial de fabricação de açúcar e etanol surgem como fator propulsor de desenvolvimento do setor e desenha

os contornos de uma nova fronteira de possibilidades para a indústria sucroalcooleira.

Os dois novos e mais importantes marcos de desenvolvimento desse segmento industrial são a bioeletricidade e a alcoolquímica. O bagaço da cana, antes utilizado apenas em parte, para a queima e a geração de vapor nas caldeiras para completar o processo industrial da usina, hoje é de grande importância no processo de cogeração de energia. A palha, usada como cobertura vegetal na redução de perdas de solo, pode ser usada, também, tanto no processo de cogeração, associada ao bagaço, como no processo de hidrólise, para se obter etanol.

Bioenergia – Biomassa da cana, palha e bagaço como fontes energéticas

O desenvolvimento da cogeração de energia a partir da biomassa, impulsionado pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (Proinfa), conferiu grande importância à biomassa da cana, com destaque para o bagaço e a palha. O bagaço de cana tem grande potencial como fonte renovável de energia, podendo ser usado nas usinas, em caldeiras para geração de calor e eletricidade, no processo de fabricação do álcool e do açúcar e, principalmente na geração de excedentes de energia elétrica, que podem ser comercializados.

Esse setor sucroenergético brasileiro desponta, se consolida e assume grande importância como fonte de energia renovável, para diversificar a matriz energética brasileira e melhorar a segurança do sistema elétrico.

No Brasil, a capacidade instalada para produção de eletricidade a partir da biomassa de cana-de-açúcar, é de 2.822 MW, em mais de 250 usinas, representando aproximadamente 14 % da capacidade termelétrica atual do País. As estimativas da União das Indústrias da Cana-de-Açúcar (Única) são de que o setor sucroenergético tem potencial para suprir 15 % das necessidades brasileiras até 2015, com a geração de mais de

14.000 MW médios, a partir da utilização de 75 % do bagaço e 50 % da palha disponível nas usinas (GOES; MARRA, 2008).

Biomassa da cana (palha, bagaço e restos vegetais) para se obter etanol

O etanol obtido por hidrólise, a partir da biomassa da cana, com as chamadas tecnologias de segunda geração, é o grande objetivo a ser atingido nessa nova fronteira tecnológica. Segundo considerações da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), contidas no Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 (BRASIL, 2007), o avanço e o sucesso da produção de etanol celulósico dependerão do custo de produção.

Na rota tecnológica da hidrólise da celulose, os fatores importantes na determinação de custos são referentes aos da biomassa, do processo e da conversão, com destaque para o custo das enzimas e para a relação direta entre taxas de conversão e custo do processamento.

Atualmente, o custo de produção de etanol celulósico está em torno do US\$ 0,60/L. Em 2010, espera-se uma redução de cerca de US\$ 0,28, e de US\$ 0,16 após 2020. Com relação à oferta de matéria-prima celulósica, o bagaço de cana tem papel relevante. Seu uso também pode ser compensado com a utilização de parte da palha deixada no campo (EPE, 2008).

Nos padrões econômicos desejados, o domínio dessa tecnologia permitirá o aumento entre 40 % e 50 % de etanol no País. Caso isso ocorra, de uma vez por todas estarão asseguradas a sustentabilidade e a elevada competitividade do etanol brasileiro em relação ao resto do mundo.

Contudo, deve-se investir maciçamente em pesquisa. Para isso, várias instituições de pesquisa estão trabalhando com essa finalidade. Por sua vez, a Embrapa Agroenergia está contribuindo de forma efetiva.

O Brasil precisa sair na frente dos Estados Unidos, que está aplicando vultosos recursos em pesquisa, para obter etanol a partir de celulose. Existem outras pesquisas em desenvolvimento, inclusive algumas desenvolvidas pela iniciativa

privada. A Santa Elisa Vale recentemente fechou um acordo com a Amyris Biothec, uma empresa americana de biotecnologia do Vale do Silício, por meio do qual pretende ser a primeira produtora de um determinado tipo de biodiesel no mundo, a partir da cana-de-açúcar. A previsão é de uma produção de 4 bilhões de litros do novo combustível em 2011. É a primeira grande união entre uma empresa americana de alta tecnologia e uma produtora de álcool e açúcar brasileira (BRASILAGRO, 2008).

Alcoolquímica

É um dos componentes mais importantes que surgem nessa nova fronteira de possibilidades para a indústria sucroalcooleira. Apesar de sua evidência na década de 1980, foi deixada de lado, em decorrência dos elevados custos. Agora, ressurge como importante fator de desenvolvimento e sustentabilidade do setor sucroalcooleiro.

Derivados do etanol como polipropileno, cloretos de polivinila e etila, etileno glicol e acetaldéido tiveram seus custos recontabilizados e agora passam a ser produzidos a partir do etanol. Por sua vez, derivados da indústria petroquímica também entraram nesse patamar de viabilidade econômica. O plástico de cana, biodegradável, já é uma realidade. Na produção de tubos de PVC, a nafta foi substituída por etanol.

Nesse rol de novos produtos e processos industriais, aparecem o Gás de Síntese (Singás): produto da hidrólise ácida e enzimática; as leveduras usadas em produtos alimentícios animal e vegetal; o bagaço hidrolisado, também, usado como ração animal, combustíveis para caldeiras, insumo para a indústria de papel e celulose, entre outros, que poderão sair das plataformas industriais, trazendo grande fortalecimento para o setor sucroalcooleiro e para a economia do País.

Conclusão

Em todas as novas iniciativas empresariais, é comum o surgimento de seguidores dos

idealizadores de produtos, processo e serviços. O sucesso do Brasil com o Proálcool e carros flex provavelmente estimularão cada vez mais outros países a adotarem estratégias similares e a introduzir programas de produção de álcool a partir da cana-de-açúcar. Existem alguns com grande potencial como a Austrália, países da África e da Ásia.

O Brasil está abrindo as portas para transferir conhecimentos, tecnologias e promover a produção de cana-de-açúcar em países com economias em desenvolvimento como opção para implantar o conhecimento tecnológico em prol da melhoria de vida da população carente e pelo crescimento e estabilidade de suas economias.

Existem algumas questões resultantes da ação governamental que não foram respondidas:

- A política nacional não prevê que a cana-de-açúcar possa ser plantada em outros lugares do planeta com produção equivalente à brasileira ou ainda com menores custos de produção?

- Será que o Brasil não está colocando sua competitividade em risco?

No Brasil, no início do século 20, a concentração atmosférica de CO₂, o principal gás gerador de efeito estufa, era de 0,028 % do ar atmosférico. Com o uso intenso de combustíveis fósseis, derivados do petróleo, a concentração foi aumentando e, atualmente, já estamos medindo cerca de 0,038 %. Os números são pequenos, mas como o gás carbônico é causador do efeito estufa, ele aumenta a temperatura na atmosfera, o que, segundo as previsões de modelos meteorológicos atuais, poderá provocar alterações no clima de várias regiões do planeta.

Ao usar o álcool de cana-de-açúcar como combustível, o mundo deixa de queimar petróleo – que foi extraído das profundezas da terra – e esse conceito de energia limpa é o melhor selo de expansão de mercado somado ao potencial de mitigação da cana-de-açúcar, quando usada na produção de biocombustível.

Portanto, ao consumir álcool combustível, deixaremos de emitir para a atmosfera cerca de

8 milhões de toneladas de carbono a partir de combustíveis fósseis. Em comparação, em 2000, as emissões mundiais conjuntas de carbono na atmosfera na forma de combustíveis fósseis (BUCKERIDGE, 2008).

Contudo, as florestas são mais eficientes. Só na América do Sul, que possui a terceira maior floresta do mundo, estima-se um estoque de 70 bilhões de toneladas de carbono. Isso significa que os 8 milhões de toneladas de carbono a partir da cana-de-açúcar corresponderiam a um estoque de carbono de cerca de 0,01 % da floresta tropical.

O total de carbono armazenado nas principais florestas brasileiras está na casa de 1,2 trilhão de toneladas, o que equivale dizer que os 8 milhões da cana-de-açúcar equivalem a 0,0007 % do total de carbono armazenado em todas as florestas do mundo.

Atualmente, há casos de usinas de açúcar e etanol em processo de adequação ambiental, que estão recuperando as matas ciliares, áreas de preservação permanente e reservas legais. Buckeridge (2008) enfatiza que o caminho do meio consiste em produzir energia limpa sim, mas regenerar florestas ao mesmo tempo e de preferência em meio a plantações de cana-de-açúcar implementadas com tecnologia nacional de alto nível.

Referências

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Mobilidade & sustentabilidade**: combustível. São Paulo: AutoData Ed., 2008. p. 46-50.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Plano nacional de energia 2030**: PNE 2030. 2007. p. 148-152. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/energia>>. Acesso em: 15 out. 2008.

BRASILAGRO. **Cana, açúcar e agroenergia**: Brasil prepara lançamento de diesel de cana. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br>>. Acesso em: 15 out. 2008.

BUCKERIDGE, M. **Sequestro de carbono, cana-de-açúcar e o efeito Cinderela**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 18 nov. 2008.

CESNIK, R. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. 307 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** terceiro levantamento/ dezembro de 2008. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/central de informações agropecuárias/safras](http://www.conab.gov.br/conabweb/central%20de%20informa%C3%A7%C3%B5es%20agropecu%C3%A1rias/safras)>. Acesso em: 2 fev. 2009.

DURÃES, F. O. M.; SUNDFELD, E.; SILVA, J. E.; MATIAS, M. C. M.; MOLINARI, H. B. D.; QUIRINO, B. F.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MACHADO, C. M. M.; ROCHA, J. D.; GONÇALVES, S. B. **Bioetanol:** cenários, desafios e estratégias da PD&I no Brasil: as redes de PD&I e a coordenação da Embrapa Agroenergia. Disponível em: <<http://www.cnpae.embrapa.br>>. Acesso em: 19 nov. 2008.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco energético nacional:** BEN. 2008. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/estudos>>. Acesso em: 15 out. 2008.

GOES, F. T.; MARRA, R. **A energia que vem da cana-de-açúcar.** Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2008>>. Acesso em: 15 out. 2008.

NAKICENOVIC, N.; GRUBLER, A.; MACDONALD, A. (Ed.). **Global energy perspectives.** Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998. 299 p.

ÚNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Perspectivas para o setor sucroalcooleiro no Brasil.** Disponível em: <http://www.potralunica.com.br/files/referencia_palestraapresentacoes-65-Arquivo.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2008.