

# Produção sustentável em larga escala de etanol de cana-de-açúcar no Brasil

Marco Aurélio Pinheiro Lima<sup>1</sup>, Manoel Regis Lima Verde Leal<sup>2</sup>, Luís Augusto Barbosa Cortez<sup>3</sup>

---

O Brasil chegou a este ainda início de século XXI tendo montado uma indústria bastante competitiva de biocombustíveis, em particular, no que se refere à produção de etanol de cana-de-açúcar. Isso foi conseguido graças a um esforço conjunto organizado pelo estado brasileiro, que soube estabelecer metas, planejar e investir em C&T, planejar e subsidiar a produção agroindustrial no momento certo, além de fazer um sincronizado esforço do chamado setor produtivo, muitas vezes, tido como conservador, mas que soube reconhecer e aproveitar as oportunidades apresentadas. É importante igualmente reconhecer o papel fundamental exercido pela indústria automobilística, que procurou inicialmente desenvolver o motor a álcool e mais recentemente o motor *flex*, e o papel da Petrobras, que cooperou ativamente na distribuição do álcool em todo o país. Com isso, o Brasil se tornou inquestionavelmente a maior referência mundial em biocombustíveis.

Mesmo com a superação de produção em volume dos EUA com o etanol de milho, o Brasil é reconhecidamente, inclusive pela maioria da comunidade científica internacional, o melhor exemplo de produção sustentável, seja pelos excelentes indicadores ambientais, medidos, por exemplo, pelo potencial de mitigação dos gases do efeito estufa (GEE), seja pela relação de energia renovável produzida pela energia fóssil utilizada. O programa também foi um sucesso, se medido pelos critérios econômicos, que permitem que a produção de etanol ocorra sem subsídios, gerando empregos e riqueza às regiões produtoras, melhorando o padrão técnico da agricultura

---

1 Professor Titular da Universidade Estadual de Campinas – Grupo de Física Atômica e Molecular.

2 Diretor de P&D do Centro de Energias Alternativas e Meio Ambiente.

3 Coordenador de Relações Institucionais e Internacionais da Universidade Estadual de Campinas.

e gerando economia de divisas e petróleo, o que permite ao país ter suas contas mais equilibradas e reduzir nossa vulnerabilidade energética.

Tudo isso, que não é pouco, foi conseguido graças a um esforço e determinação de longo prazo no desenvolvimento de variedades de cana, aplicação de conceitos de reciclagem de resíduos, notadamente da fertirrigação com a vinhaça, ganhos de escala e boa logística, tornando possível a matéria-prima ser produzida a custos decrescentes, impactando positivamente os custos globais e fazendo a chamada “curva de aprendizado do etanol de cana-de-açúcar no Brasil” um caso de verdadeiro sucesso. Hoje a indústria sucroalcooleira cresce e vem (cerca de 8-10% a.a.) melhorando a cada ano sua situação, atraindo investimentos, se renovando e expandindo para novas regiões, sobretudo para o Cerrado brasileiro, onde grandes desafios agora nos esperam.

No entanto, os cenários que se apresentam hoje no contexto mundial colocam para o Brasil uma oportunidade única! Em primeiro lugar, o aumento de demanda por petróleo a custos crescentes, seja pelo esgotamento das maiores reservas, seja pela exploração de recursos mais caros, como o pré-sal, por exemplo. Outro fator fundamental que impulsiona consideravelmente as fontes renováveis de energia, e em particular os biocombustíveis, é a necessidade de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa no mundo. Todos os países importantes têm uma agenda clara de redução dessas emissões, na maioria dos casos fortemente relacionadas ao uso de combustíveis fósseis para fins energéticos. A alternativa de suprimento de larga escala mais provável, o carvão mineral, tem potencial poluidor ainda maior que o petróleo, e as chamadas tecnologias CCS (*Carbon Capture and Storage*) ainda estão num estágio embrionário, embora seja estratégico desenvolvê-las.

Portanto, quando se examinam as alternativas ao petróleo, sobretudo para a substituição de combustíveis líquidos (diesel e gasolina, principalmente), os biocombustíveis e em particular o etanol de cana-de-açúcar revelam-se com um potencial formidável. O etanol de cana merece uma atenção especial da comunidade científica nacional, seja pela produtividade global, medida em litros/ha/ano, seja pelo seu potencial de mitigação dos GEE; seja pelo que já foi alcançado, seja pelas possibilidades futuras. Com mais conhecimento, investimentos e perseverança, o etanol de cana pode se revelar fundamental para o desenvolvimento do país. Há também, é importante ressaltar, outros dois mercados importantes para o uso energético da cana-de-açúcar e com excelentes possibilidades no futuro: a geração de eletricidade e a produção de bioprodutos, como plásticos verdes e todo um leque de produtos da biorrefinaria.

Efetivamente, existem boas chances de mercado futuro para as chamadas energias verdes. No entanto, para que tais potenciais se realizem e o país aproveite as oportunidades, deve-se considerar um aumento significativo da oferta. Esta questão do aumento significativo da produção de cana e etanol aparece revestida de grande importância, notadamente quando se pergunta quais são as implicações deste aumento no Brasil.

## 1. O projeto de substituição de 10% da gasolina no mundo por etanol de cana

Em 2005, o Ministério da Ciência e Tecnologia MCT financiou, por meio do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), um ambicioso estudo (LEITE e colaboradores, 2009) sobre quais seriam os impactos e as implicações de o Brasil vir a produzir suficiente etanol para substituir o equivalente a 10% de toda a gasolina a ser consumida no mundo em 2025, ou seja, pouco mais de 200 bilhões de litros de etanol. Isso equivale a toda gasolina produzida com o petróleo produzido pela Arábia Saudita hoje. Este estudo, coordenado pelo professor Rogério Cezar de Cerqueira Leite, do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) da Universidade de Campinas (Unicamp), concluiu que, sim, a ambiciosa meta era possível de ser atingida.

Para tanto, foi assumido um modelo de produção concebido com o uso da melhor tecnologia disponível. Também foram consideradas as restrições à Amazônia, ao Pantanal, às terras indígenas, às reservas florestais e à produção de alimentos para o mercado interno e externo. Uma restrição tecnológica também impede ainda hoje o uso das terras com declividade superior a 12%. No modelo de produção proposto no estudo, todas as etapas agrícolas seriam mecanizadas, com cana colhida sem queimar, o etanol seria escoado em alcooldutos, usando a logística da Transpetro, e produzido de forma ambientalmente correta e socialmente justa. Entre os benefícios gerados, destacam-se os quase dez milhões de bons empregos, a interiorização do desenvolvimento, tornando possível imaginar um grande programa de desenvolvimento a partir da produção de etanol e também da eletricidade do bagaço e da palha, com mais energia para a população.

Mas talvez o mais importante resultado das pesquisas realizadas com o apoio do MCT foi ter entendido que todo o esforço para a implantação desse projeto poderia ser bem menor se fosse feito um esforço concentrado em áreas estratégicas de pesquisa de forma a produzir mais com menos recursos financeiros e, sobretudo, com menos recursos naturais. Sem um esforço concentrado, para se atingir a meta dos 10% de substituição, seriam necessários cerca de 35 milhões de hectares adicionais (além dos 6 milhões de hectares cultivados com cana em 2005). No entanto, se recursos financeiros fossem alocados de forma concentrada, como foram, por exemplo, no chamado Projeto Manhattan, a meta poderia ser atingida com cerca de 30% a menos, ou seja, cerca de 22 milhões de hectares. Isso tornava clara a importância de se investir mais em C&T no setor e, sobretudo, em áreas que pudessem impactar favoravelmente a sustentabilidade ambiental, econômica e social da produção de etanol de cana-de-açúcar.

## 2. A criação do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)

Foi neste cenário que o Ministério de Ciência e Tecnologia, com o apoio do governo federal, resolveu dar toda a prioridade para a criação de um novo centro de pesquisas focado no tema etanol, o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). O novo centro instalado em Campinas, no *campus* do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) desde dezembro de 2009, tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento de ciência e tecnologias que vão permitir ao Brasil manter a liderança científica nesta importante área.

Este novo centro inicia suas atividades, usando os melhores cérebros disponíveis no país e já trabalha de forma concentrada em cinco programas de pesquisa: ciência básica, agricultura de baixo impacto, tecnologias de conversão de segunda geração, biorrefinaria virtual e sustentabilidade. Em síntese, cada programa objetiva dar uma contribuição inovadora que projete o Brasil e nos mantenha na liderança no setor. O CTBE trabalha de forma complementar e não competitiva com os centros existentes. Já começam a surgir as parcerias com as empresas e universidades. Um bom exemplo é a planta piloto do CTBE, que foi desenhada para receber e compartilhar a infraestrutura com empresas privadas e públicas. Todo o público externo é convidado a vir trabalhar de forma cooperativa com este novo centro do MCT. A criação do CTBE é uma ação de Estado e coloca o Brasil no rumo certo para se tornar o grande país que tanto desejamos, pois é fruto do conhecimento, do nosso esforço em construir o desenvolvimento sustentável, ajudando ao mesmo tempo a gerar bons empregos e o mundo a amenizar as emissões dos GEE.

## 3. A estratégia de CT&I do etanol de cana-de-açúcar

Em primeiro lugar, é importante que se considere que a sustentabilidade econômica, social e ambiental de longo prazo deve ser o alicerce desta indústria no futuro. Toda a produção deve ser realizada, considerando-se estes aspectos, imperativos, seja para a própria indústria ter atraentes margens de retorno, condição *si ne qua non* para todo processo produtivo, seja para produzir sem agredir a atmosfera, os recursos hídricos, o solo, a biodiversidade e sobretudo criando uma condição digna para todos aqueles envolvidos direta ou indiretamente na produção.

É da agricultura que vem a matéria-prima do etanol. É também dessa matéria-prima que vêm os maiores custos (60-70% dos custos globais de produção do etanol) e também os maiores gargalos à produção sustentável, portanto deve ser a partir desta análise que deve ser construída uma nova matéria-prima e uma nova agricultura capazes de atender aos exigentes requisitos impostos aos biocombustíveis em geral. Essa nova agricultura deve ser concebida para proteger o

solo, sua maior riqueza. Proteger o solo e usar fertilizantes de forma racional e com um melhor conhecimento da nutrição da cana e da aplicação correta de insumos no campo já são importantes passos. O plantio direto pode colaborar muito! Terá impactos na redução da erosão, na diminuição de uso de corretivos, de fertilizantes e também propiciará melhor desenvolvimento radicular e maior umidade com o *mulching*. Toda uma nova agricultura da cana deve ser construída a partir destes conceitos: mais energia com menor impacto local e global.

Nos processos de conversão, a mesma lógica deve ser perseguida. A partir do momento que a cana é colhida, iniciam-se as perdas. Todos os processos que sucedem a colheita devem ser organizados e planejados de forma a preservar os ganhos obtidos no campo. Isso deve ocorrer desde a colheita, transporte até a usina e posterior processamento. Não se pode conceber ou aceitar processos que reduzam ou limitem os ganhos já conseguidos. Há que se reconhecer que a indústria do etanol é uma indústria de energia e, portanto, pressupõe ser sustentável, também na conversão industrial e em seus desdobramentos até chegar ao consumidor final.

É importante que se reconheça que muitos processos industriais foram concebidos para uma indústria de alimento, o açúcar, e não exatamente para uma indústria de energia, como a do etanol, em que os critérios são outros. No caso, agora, que a indústria do etanol vai se firmando mais como uma indústria energética, esta tem que ter seus subprocessos avaliados de modo a não comprometer a sustentabilidade do conjunto.

Um importante fator a se considerar na estratégia da indústria do etanol brasileiro é a falta de conhecimento em ciências básicas na superação dos gargalos tecnológicos. A começar pela fotossíntese, “reação-mãe da biomassa”, pouco conhecida, pouco dominada ainda pelos cientistas. Os desafios vão também à genômica da cana, aos seus aspectos funcionais. Não sabemos ainda como construir uma cana imune às doenças, tolerante à seca, que use de forma ótima seus insumos. A falta de conhecimento básico passa pelo controle biológico, pela nutrição vegetal e também pelos aspectos de engenharia ligados à produção, como compactação do solo e logística de transporte.

No âmbito industrial, os desafios das ciências básicas não são menos importantes. Faltam sensores em praticamente todos os processos industriais (e também agrícolas). Pouco se sabe sobre o metabolismo de leveduras, sobre a ação das enzimas, sobre o uso eficiente de energia na indústria. Poucas têm sido as inovações que transformaram radicalmente a indústria nas últimas décadas. As melhorias têm sido mais incrementais, como o melhoramento genético que tem propiciado um ganho quantitativo. Há toda uma nova indústria por ser concebida, com modernos processos de conversão, como a gaseificação, pirólise e hidrólise, essências para a indústria do futuro.

## 4. Principais iniciativas de pesquisas em cana e etanol no Brasil

No Brasil, várias são as iniciativas de pesquisa e inovação no campo do etanol de cana. Os mais tradicionais são: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC): centro de pesquisas privado; Ridesa: rede público/privada de melhoramento genético de cana; Instituto Agronômico de Campinas (IAC): centro público de pesquisas agrônomicas; universidades públicas; Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro): certificação. Mais recentemente, outras iniciativas prometem muito na superação das questões já abordadas neste texto. As mais importantes são: Laboratório Nacional de C&T do Bioetanol (CTBE/MCT); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa): agroenergia; Programa de Bioenergia da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp/Bioen).

Além destes, organiza-se nas universidades do estado de São Paulo o Centro Paulista de Bioenergia. Este centro nasce como fruto da cooperação entre o governo do estado, que contribui com recursos para infraestrutura, as três universidades (USP, Unicamp e Unesp), com contratação de novos docentes/pesquisadores, e a Fapesp, que coloca recursos para pesquisa. As áreas de concentração são as mesmas do Bioen:

- Biomassa para bioenergia (com foco em cana-de-açúcar);
- Processo de fabricação de biocombustíveis;
- Biorrefinarias e alcoolquímica;
- Aplicações do etanol para motores automotivos: motores de combustão interna e células-combustível; e
- Pesquisa sobre impactos socioeconômicos, ambientais e uso da terra.

É natural, portanto, que se pergunte o que deve ser feito ou qual deve ser o papel dos órgãos de fomento à pesquisa ou aos próprios pesquisadores envolvidos na pesquisa ligada à cadeia produtiva do etanol de cana-de-açúcar. Somente um esforço combinado entre os órgãos de fomento à pesquisa com o setor privado conseguirá garantir um novo ciclo virtuoso de conhecimento, inovação e riqueza para o etanol de cana no Brasil.

### Referências

FAPESP/Bioen: <http://www.fapesp.br/materia/3254/pesquisa-para-inovacao/programa-fapesp-de-pesquisa-em-bioenergia-bioen-.htm>

CORTEZ, L.A.B. (coord.) Bioetanol de Cana-de-Açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade. ISBN 978-85-212-0531-9, Editora Blucher, São Paulo, 2010

LEITE, R.C.C. (Coord.) Bioetanol Combustível: uma oportunidade para o Brasil.

LEITE *et al.* 2009. *Energy* 34(2009) 655-661.