

Biorrefinarias do futuro

Estudos revelam previsões sobre a participação do etanol na agricultura e na matriz de combustíveis

TEXTO **Marcos de Oliveira** INFOGRÁFICOS **Tiago Cirillo**

O futuro da produção de etanol parece ser mais promissor que todas as previsões feitas até aqui. Segundo um estudo de pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), será possível suprir em 20 anos toda a frota de automóveis do mundo com o etanol e a eletricidade produzidos nas usinas de cana-de-açúcar. “Isso pode ser feito utilizando-se o etanol e a eletricidade de forma mais eficiente com veículos mais econômicos”, diz Sergio Pacca, professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP Leste, na capital paulista, responsável pelo estudo junto com o professor José Roberto Moreira, do Instituto de Eletrônica e Energia, da mesma universidade, ambos autores do artigo “A biorefinery for mobility?”, publicado em outubro de 2011 na revista *Environmental Science & Technology*.

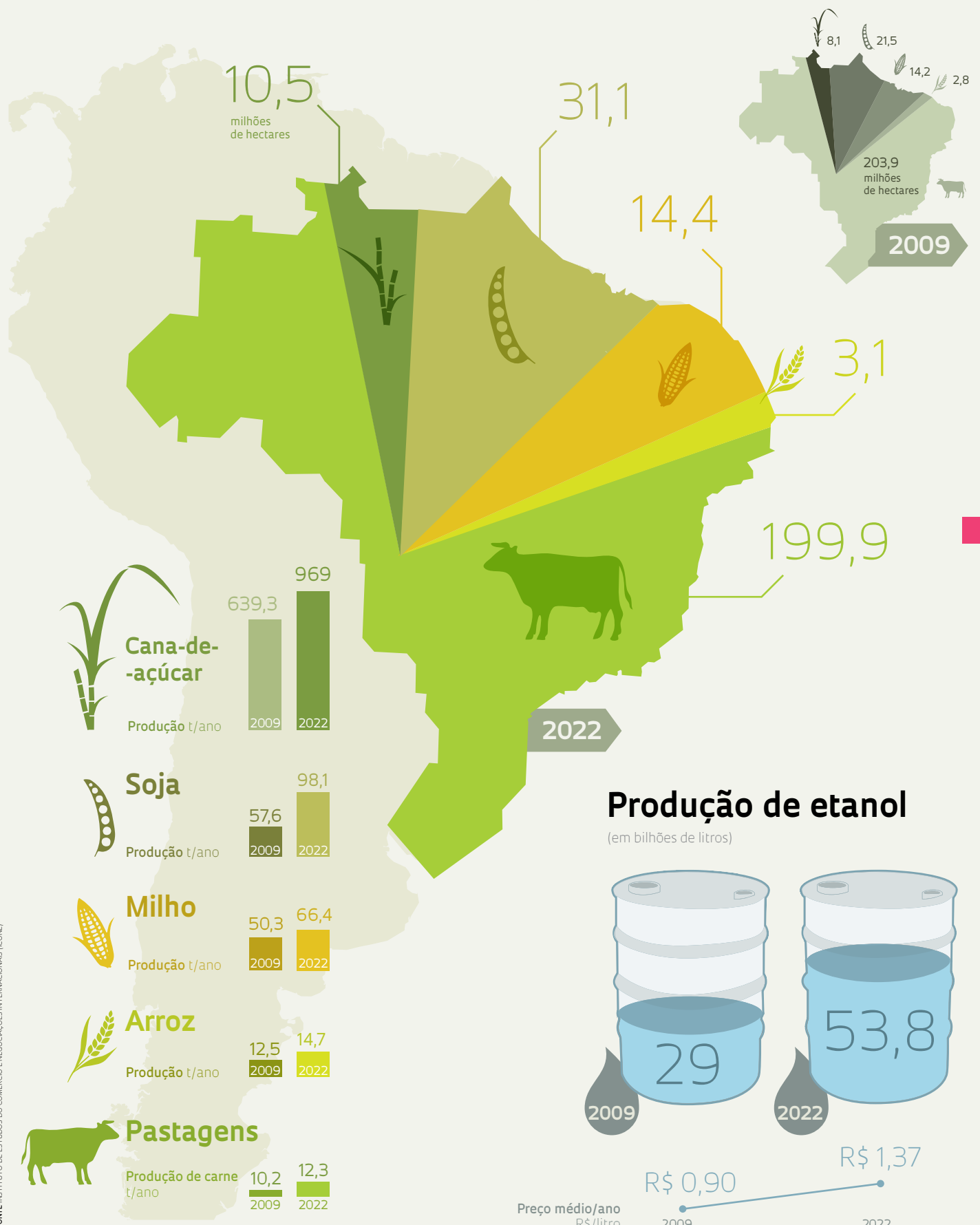
O resultado a que chegaram se baseou nas frotas de automóveis do Brasil e dos Estados Unidos. Para que a cana forneça tanto o etanol como a eletricidade, eles calcularam que o ideal seria existir em 2030 uma proporção de 33% de carros elétricos e 67% de híbridos, automóveis com motores a etanol supereficientes, que façam 15 quilômetros com um litro de álcool, e motores elétricos alimentados pela energia gerada pelo motor a etanol e na frenagem do veículo, semelhante ao Prius, da Toyota. Eles partiram do fato de que cada carro norte-americano roda 20 mil quilômetros por ano e cada carro brasileiro, 12 mil. Assim, seria suficiente um hec-

tare de cana para 9,2 veículos nos Estados Unidos e a mesma área para 11,6 veículos no Brasil, desde que mantida a mesma proporção de tipos de carros.

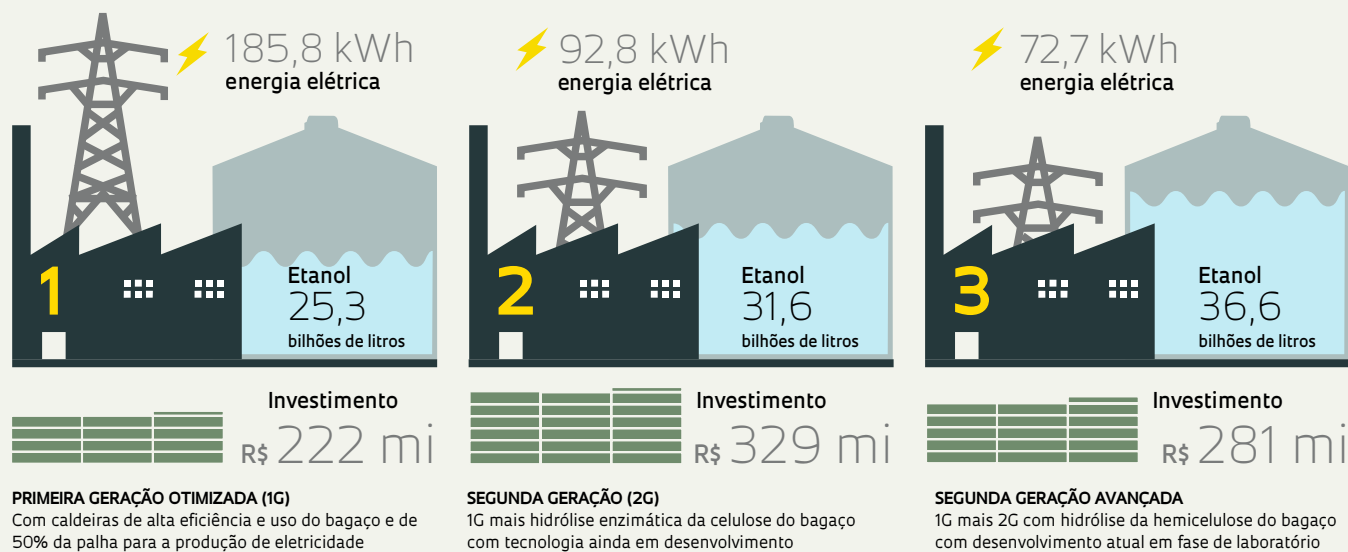
Como alternativa, todos os carros dos dois países poderiam ser do tipo híbrido *plug in*, com baterias para serem recarregadas em uma tomada e um motor a etanol que entra em ação quando as baterias se descarregam, como o Volt, da GM. O estudo leva em conta a tecnologia atual de produção que poderia ser utilizada por todas as usinas para aumentar a geração de bioeletricidade. Eles também preveem o uso de 50% da palha deixada hoje no campo para a produção de energia elétrica. Assim, acreditam que seria possível atingir 90 litros de etanol por tonelada de cana (l/TC), hoje a média é de 83 l/TC, e utilizar apenas 4% da área cultivada do planeta. O cenário dos pesquisadores da USP é feito sem a perspectiva da segunda geração do biocombustível, que está em desenvolvimento, quando, além do caldo da cana utilizado hoje, se pretende usar o bagaço e a palha para fazer etanol.

A conta que fazem para o setor produtivo de etanol no Brasil em 2030, mantida a proporção de 33% de carros elétricos (cerca de 12 milhões de veículos) e 67% de híbridos (20 milhões), prevê o uso de 2 milhões de hectares de cana para fabricar álcool, ante os 8 milhões atuais (metade usada para produzir etanol e a outra para fazer açúcar), com a produção de 16,3 bilhões de litros, cerca de 8 bilhões a menos que a produção da safra 2010/2011, de 25 bilhões de litros. A área plantada de

Cenário provável da produção agrícola em 2022



Três cenários para as biorrefinarias



cana diminui porque crescerá a eficiência na produção e os carros dependentes do etanol serão mais eficientes. Dentro do cenário que descrevem, seriam produzidos 23 terawatt-hora (TWh) por ano com a queima do bagaço e da palha apenas para impulsionar os carros elétricos do país. O excedente de energia elétrica, hoje comercializado, deixaria de existir.

PROPOSTAS EFICIENTES

Pacca acredita que para esse cenário dar certo seriam necessários planos de políticas públicas com incentivos fiscais a quem comprar carros híbridos, elétricos ou *plug in* híbridos, além de penalizar com taxas os veículos que consomem muita energia. “São políticas para beneficiar os carros mais eficientes.” Na conta de Pacca e Moreira, seriam necessários 66 milhões de hectares de terra com cana em todo o mundo (em 2010 foram 23,8 milhões) para suprir toda a frota de veículos com etanol e eletricidade.

“Os cálculos são sólidos, mas para que esse cenário possa ser realizado será necessário também melhorar a produtividade do etanol por hectare combinado com a segunda geração e novas variedades de cana, além de aumentar o número de veículos eficientes”, analisa o professor Lee Lynd, da Thayer School of Engineering, da Dartmouth College, dos Estados Unidos, e coordenador executivo do Global Sustainable Bioenergy (GSB), uma articulação internacional de pesquisadores em bioenergia.

Menos otimistas em relação à bioeletricidade estão os pesquisadores do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) de Campinas (SP). Em colaboração com a Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), eles elaboraram o artigo “Second generation ethanol in Brazil: can it compete with electricity production?”, publicado na revista científica *Bioresource Technology* em outubro de 2011. Eles analisam a influência da segunda geração na produção de etanol. São três projeções que incluem o uso da energia elétrica gerada na usina e as futuras tecnologias de hidrólise da celulose e da hemicelulose, componentes do bagaço. “Desenvolvemos simulações computacionais para acompanhar as diferentes rotas de aproveitamento da produção. Fizemos planilhas que calculam os riscos e valores mais prováveis de acontecer ou não”, explica Antonio Bonomi, diretor de avaliação tecnológica do CTBE.

Um dos cenários propostos pelos pesquisadores como modelo de biorrefinaria atual baseado na cana está a otimização da primeira geração, a que se faz hoje sem o uso do bagaço para produzir álcool. “A primeira atitude seria o aproveitamento de 50% da palha. Hoje ficam no campo quase 100% de folhas durante a colheita. Há algum tempo queimavam-se todas antes dessa etapa. Agora começa a sobrar palha no campo. Aí forma-se um colchão, o que dificulta a máquina

[colheitadeira] a entrar no canavial. Estima-se que seja possível levar embora pelo menos 50%. Parte da palha precisa ficar no campo para proteger o solo da erosão, manter a umidade e reciclar nutrientes”, explica Bonomi.

Além do uso da palha, ele prevê um aumento da produção de eletricidade com a utilização de caldeiras de alta eficiência, com pressão de 90 bar, em vez das atuais de 22 bar. Isso reverteria em maior produção de energia elétrica tanto para manter a própria usina como para vender o excedente para a rede. A geração seria de 185 quilowatts-hora por tonelada de cana (kWh/TC) se todas as usinas trocassem as caldeiras e usassem 50% da palha. Um aumento de 620% sobre os 30 kWh/TC atuais. Em 2010 foram produzidos no Brasil 8.774 gigawatts-hora (GWh) com cana, segundo a União da Indústria de Cana-

O PROJETO

Simulating land use and agriculture expansion in Brazil: food, energy, agro-industrial and environmental impacts - n° 2008/56156-0

MODALIDADE

Projeto Temático

COORDENADOR

André Nassar - Icone

INVESTIMENTO

R\$ 67.886,54 (FAPESP)

-de-Açúcar (Unica), o que representou 2% dos 509 TWh do consumo total de eletricidade no país. Com a otimização da primeira geração, os pesquisadores preveem uma produção de 89,3 litros por tonelada de cana (l/TC).

Em um segundo cenário os pesquisadores incorporam a segunda geração. É a hidrólise da celulose, que representa de 40% a 60% do bagaço, material composto ainda por hemicelulose, de 20% a 40%, e lignina, de 10% a 25%. Esse procedimento, que também utiliza parte da palha da cana, fará aumentar a produção para 110,7 l/TC. Porém a produção de energia elétrica cai para 92,8 kWh/TC, a metade do primeiro cenário. O biocombustível é mais rentável nesse caso que a eletricidade, embora nesse cenário o empreendimento tenha menor taxa de retorno financeiro porque o investimento cresce com a adoção da segunda geração. “Em um estudo feito pelo nosso grupo, calculamos que os rendimentos da produção da segunda geração é cerca de cinco vezes maior que o rendimento da eletricidade da co-geração”, diz Lynd.

A estimativa do CTBE para o investimento da unidade de produção de etanol de primeira e segunda geração é de US\$ 329 milhões. No primeiro cenário, com apenas a otimização da primeira geração, o investimento é de US\$ 222 milhões. “Ele pesa muito, mais que o custo de produção, e deixa a taxa de retorno menor com a segunda geração em relação à primeira otimizada.”

Uma das saídas para melhorar o retorno do usineiro e o negócio se tornar mais atraente é a adoção da fermentação das pentoses, um tipo de açúcar produzido a partir da hemicelulose que pode também ser transformado em álcool. Mas essa ainda não é uma tecnologia comercial. “Quando for possível utilizar a hemicelulose e outras tecnologias avançadas de hidrólise, a produção de etanol cresceria para 131,5 l/TC e o peso do investimento se tornaria menor com a venda de mais etanol e o custo diminuiria para o usineiro, que teria uma taxa de retorno maior”, diz Bonomi. Com o uso da hemicelulose, a eletricidade gerada pelas biorrefinarias diminuiria, caindo de 185,8 kWh/TC para 72,7 kWh/TC. “No Brasil, os usineiros nunca deixarão de usar parte do bagaço e da palha para gerar energia elétrica para uso próprio nas usinas. Essa é a grande vantagem brasileira”, diz Bonomi.

USO DA TERRA

Mas no exterior questiona-se o fato de o Brasil ser forte na agricultura voltada à alimentação e substituir terra boa da produção de alimentos para plantio de cana. Um problema inexistente, segundo estudo do grupo liderado pelo economista André Nassar, do Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (Icône), financiado pela FAPESP dentro do Programa Pesquisa em Bioenergia (Bioen). Em 2022, no cenário traçado pelo instituto, a área de lavoura de cana deve ocupar de 10,5 milhões de hectares ante 8,1 milhões de hectares em 2009.

O crescimento de 30% no canalial deve se dar na Região Sudeste, principalmente em áreas de pastagem de criação de gado bovino, e na Região Centro-Oeste, onde deve substituir áreas tradicionais de plantio de grãos e de pastos. “Hoje os pecuaristas produzem mais carne por hectare. Em 1996 foram produzidos 6 milhões de toneladas de carne, em 184 milhões de

hectares. Dez anos depois, a produção somou 9 milhões de toneladas de carne em 183 milhões de hectares. O rebanho, no período, saltou de 158 milhões para 206 milhões”, explica a pesquisadora Leila Harfuch, do Icone. “As pastagens entre 2009 e 2022 devem cair cerca de 5 milhões de hectares, acomodando parte da expansão de grãos e cana.”

A conclusão, baseada em um modelo criado pelo instituto para oferta e demanda de produtos agrícolas e uso da terra no país, chamado Brazilian Land Use Model, indica que o avanço nas áreas nativas não vai ocorrer por motivos de produção de biocombustíveis, mas por alimento. “A área onde há mais competição por terra e a remuneração é melhor para o agricultor é o cerrado, o que pode causar impacto nas matas nativas. Mas a intensificação da agropecuária no futuro deve levar a uma demanda menor por área nova em relação ao passado.”

Em relação à produção de etanol, o modelo mostra uma evolução de 29 bilhões de litros, em 2009, para 53,8 bilhões, em 2022, sem levar em conta a segunda geração. “Nós pressupomos que as exportações para os Estados Unidos devem alcançar 9 bilhões de litros por ano em 2022.” A pesquisa foi realizada antes do anúncio do fim da taxa de importação daquele país anunciada em dezembro. “Calculamos esse cenário de 9 bilhões porque os norte-americanos terão que diminuir o consumo de combustíveis fósseis e conseqüentemente reduzir os gases do efeito estufa emitidos, e o etanol de cana-de-açúcar brasileiro e o de milho, este produzido por eles, devem cumprir parte dessa missão”, diz Leila.

“Projeções para o potencial da energia da biomassa devem ser muito cautelosos, principalmente em um mundo motivado para a energia sustentável e o desenvolvimento da economia rural que os biocombustíveis podem oferecer, se implementados com cuidado”, completa Lynd. ■

Artigos científicos

1. PACCA, S.; MOREIRA, J.R.. A biorefinery for mobility? *Environmental Science & Technology*. v. 45 (22), p. 9498-505. on-line em 3 de outubro de 2011.
2. DIAS, M.O.S.; BONOMI, A. et al. Second generation ethanol in Brazil: Can it compete with electricity production? *Bioresource Technology*. v. 102, n. 14, p. 8.964-71. out. 2011.

