

*Requisitos*

# Eficácia energética e ambiental deve condicionar biodiesel

Luiz Augusto Horta Nogueira\*

Os biocombustíveis despontam, neste início do milênio, como um dos principais vetores da transição energética para um futuro sustentável, baseada em recursos de origem fotossintética e favorecendo aos países dotados de clima e solo adequados. O Brasil se destaca de modo especial nesse contexto, pois conjuga boas condições edafoclimáticas com farta disponibilidade de terras e domínio de tecnologias agroindustriais. Os óleos vegetais apresentam bom poder calorífico, mas são inadequados para uso em motores diesel modernos, apresentando queima incompleta e a formação de depósitos nas câmaras de combustão, mesmo em misturas com óleo diesel mineral.



Grãos e óleo refinado de soja

ACERVO ABOUSSA

Mediante o processo de transesterificação, os óleos e gorduras reagem com álcoois (etanol ou metanol), cedem glicerina de sua composição e se transformam em ésteres de ácidos graxos, semelhantes ao óleo diesel em termos de cetanagem, viscosidade e poder calorífico, características determinantes para o desempenho de motores do ciclo diesel. Esses motores são máquinas térmicas de alta eficiência, usadas na quase totalidade da frota de veículos comerciais de transporte de carga e passageiros no Brasil e que consomem aproximadamente 40 bilhões de litros anuais de diesel, dos quais cerca de 5% são importados.

### ESPERANÇAS

Com o aperfeiçoamento da produção de etanol de cana-de-açúcar durante as últimas décadas, apoiado de forma essencial no desenvolvimento científico e tecnológico, aplicado ao longo da cadeia produtiva, conseguiu-se alcançar um padrão de sustentabilidade elevado, compatibilizando-se a demanda de recursos naturais e os impactos ambientais com um volume considerável de benefícios energéticos, sociais e ambientais. Contribuíram para esse desempenho o balanço energético favorável entre os custos e os produtos, a adoção de práticas conservacionistas nas lavouras (com a reciclagem de nutrientes, o controle biológico das pragas) e a permanente atenção com o melhoramento genético. Essa notável evolução do etanol possivelmente seja a maior razão para que o biodiesel, ainda longe de mostrar sua efetiva viabilidade, desperte tamanha motivação e expectativa de resultados.

Nos cinco leilões promovidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para aquisição de biodiesel com "selo social", foram comercializados 885 milhões de litros, previstos para serem produzidos em volumes similares com mamona, soja e palma. Contudo, apenas uma parte desse volume foi entregue, com claras

difficultades dos produtores para cumprimento dos contratos. A produção de biodiesel de mamona enfrenta problemas para regularizar a oferta de matéria-prima e, aparentemente (os dados de produção de biodiesel ainda não são disponibilizados regularmente), a soja é a principal oleaginosa utilizada para a fabricação do biodiesel no Brasil (Figuras 1 e 2).

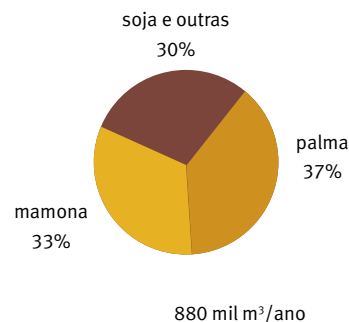
Por outro lado, considerando-se as unidades cadastradas na ANP, em julho de 2007, a capacidade autorizada de produção anual seria de aproximadamente 1.450 mil m<sup>3</sup>, majoritariamente orientada para o processamento do óleo de soja e de outras sementes oleaginosas. Esse desequilíbrio entre as matérias-primas para os primeiros anos de produção e a capacidade de processamento, em parte poderia ser explicado pelas diferentes taxas de produção dos cultivos anuais e permanentes e a entrada de novas plantas de transesterificação, mas também revela fragilidades importantes.

### DÚVIDAS

Não obstante a grande motivação para introdução do biodiesel e a expansão da capacidade de produção desse biocombustível, que estaria inclusive excedendo em quase duas vezes a demanda prevista (*O Estado de S. Paulo*, 2007), ainda permanecem pendentes de melhor esclarecimento aspectos essenciais associados à viabilidade desse biocombustível. O aparente êxito do programa europeu de biodiesel, com uma produção anual de três bilhões de litros por ano, a partir de óleo de colza, se apóia em elevados subsídios e iníquas barreiras comerciais, não podendo ser tomado como referência para o caso brasileiro.

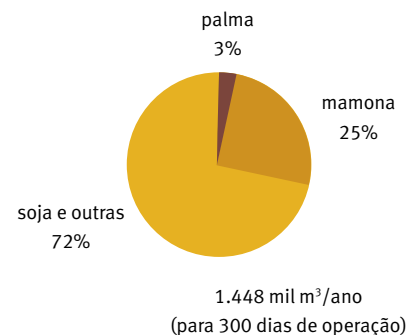
As condições mínimas e imprescindíveis para se definir a sustentabilidade da produção de um biocombustível são dadas por sua produtividade, avaliada em energia produzida por unidade de recurso natural consumido. Podem ser usados como indicadores:

FIGURA 1 | DISTRIBUIÇÃO DA OFERTA DE BIODIESEL POR MATÉRIA PRIMA, NAS LICITAÇÕES DA ANP



Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2007

FIGURA 2 | DISTRIBUIÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL, POR MATÉRIA PRIMA



Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2007

1. A produtividade agroindustrial, que reflete a demanda de superfície cultivável e, indiretamente, de todos os demais insumos associados, como radiação solar, pluviosidade disponível e permite inferir o nível de esforço produtivo, proporcional à área cultivada.
2. Balanço energético, que expressa essencialmente o desempenho na conversão de energia solar em outros vetores energéticos e evidencia a dependência de aportes energéticos externos, diretos e indiretos.

No caso do etanol, por exemplo, considerando a cana-de-açúcar como matéria-prima e as condições das usinas do Sudeste brasileiro, têm-se anualmente mais de 6.500 l/ha e uma disponibilidade

energética entre 8 a 10 vezes a energia investida na agroindústria, permitindo que aproximadamente três milhões de hectares plantados com cana atendam a 40% das necessidades de combustíveis dos veículos leves no Brasil e, ainda, se exportem quase 15% da produção.

Os indicadores de sustentabilidade são francamente desanimadores para boa parte das rotas agroindustriais atualmente apontadas para o biodiesel. Entretanto, existem alternativas com efetivos interesses. A Tabela I apresenta a produtividade do biodiesel para as três matérias-primas mais frequentemente mencionadas, no Brasil, soja, mamona e dendê, respectivamente recomendadas para as Regiões Sudeste, Centro-oeste

e Nordeste e Norte. Tendo em vista a demanda de biodiesel para atender a uma mistura de 5% no diesel mineral, em 2010 – cerca de dois bilhões de litros –, é significativa a diferença entre as áreas requeridas para cada cultivo: enquanto a área para o dendê (e provavelmente para outras palmáceas, como licuri e macaúba) é da ordem de 400 mil hectares, a soja (e outros grãos oleaginosos de cultivo anual) requer mais de 3 milhões de hectares, superfície comparável à ocupada atualmente pela cana-de-açúcar, para fins energéticos.

Em termos comparativos, os cultivos de baixa produtividade se mostram mais predatórios aos recursos naturais, sendo pouco sensato afirmar que seja sustentável a produção de biodiesel a partir de soja, girassol ou mamona, cujas produtividades dificilmente alcançam uma tonelada de óleo por hectare cultivado, sob relações produção/consumo energético inferiores a três. Certas palmáceas alcançam mais de seis toneladas na mesma área e com produtividade energética pelo menos duas vezes superior (Macedo e Nogueira, 2005). Outro eixo de grande fragilidade do programa brasileiro de biodiesel refere-se à viabilidade econômica, ainda que sejam aceites subsídios e medidas excepcionais de compensação de custos em uma extensão limitada.

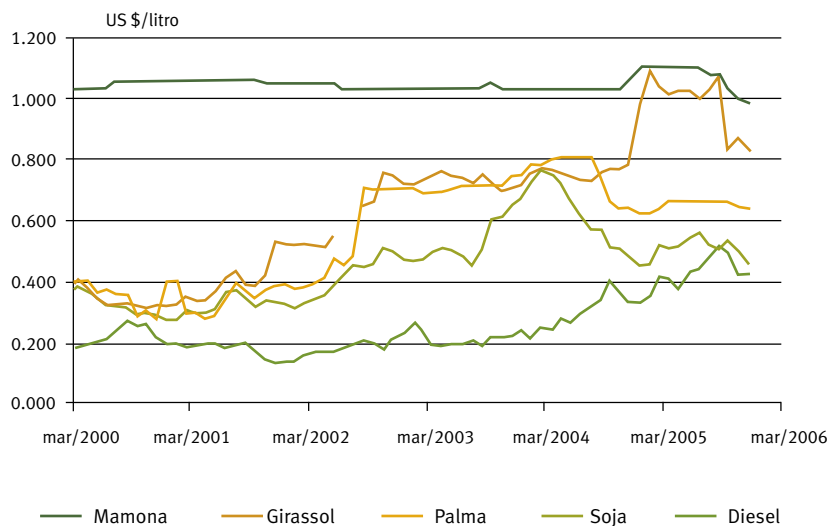
Para algumas matérias primas, como mamona e soja, os custos do biodiesel, em fatores de produção, são bastante mais elevados que para o diesel convencional (quase quatro vezes mais), situação que se agrava ao adotar os custos de oportunidade correntes para os óleos vegetais observados na Figura 3. Se realizada dessa forma, a produção de biodiesel carece de racionalidade, promovendo simultaneamente o encarecimento desnecessário de um combustível de grande importância econômica e o aviltamento de um produto agrícola com bom valor de mercado. Por outro lado, existem outras matérias-primas, como o sebo bovino e o óleo de fritura usado, que

**TABELA 1 | PRODUTIVIDADE EM BIODIESEL PARA DIFERENTES CULTIVOS OLEAGINOSOS E SEU IMPACTO PARA ATENDER À DEMANDA PREVISTA PARA 2010**

MATÉRIA PRIMA	PRODUTIVIDADE DE BIODIESEL (l/ha)	ÁREA REQUERIDA PARA B5 (MILHÕES DE ha)	ÁREA PARA B5/ÁREA ATUAL PARA ETANOL (%)
Soja	600	3,33	110
Mamona	1.000	2,00	66
Palma	5.000	0,40	13

Fonte: Nogueira e Lora, 2003

**FIGURA 3 | COMPORTAMENTO DOS PREÇOS INTERNACIONAIS DE ALGUNS ÓLEOS VEGETAIS**



Fonte: Centro de Estudos e Pesquisas para a América Latina (Cepal), 2007.

são limitadas em disponibilidade, mas, contudo, economicamente mais viáveis, e que devem ser promovidas.

Em todos esses aspectos, o desenvolvimento científico e tecnológico é essencial para eventualmente viabilizar a desejável produção de biodiesel em bases sustentáveis. Um exemplo claro de como subsistem dúvidas fundamentais sobre a viabilidade do biodiesel, especialmente no campo agrônomo, é dado pela “corrida” dos pequenos e médios agricultores ao cultivo de pinhão-manso (*Jatropha Curcas*), sob elevadas expectativas de rentabilidade, enquanto diversos pesquisadores da Embrapa, Epamig e Cenpes expressamente desaconselham seu plantio, pelo menos enquanto não sejam estabelecidas as bases suficientes para implantação de plantações comerciais (Beltrão et al., 2007).


É oportuno lembrar que as perspectivas de incremento do desempenho agrônomo de espécies bem trabalhadas em programas de melhoramento, como a soja, devem ser consideradas limitadas e dificilmente poderão alterar sua reduzida atratividade para a produção de biodiesel. As informações disponíveis sinalizam que as palmáceas já apresentam efetiva aptidão como matéria-prima para a produção sustentável de biodiesel.

## CAMINHOS

É desejável que as promessas do biodiesel se realizem, mas é essencial repensar o programa brasileiro, em busca de consistência e sustentabilidade. O biodiesel é um combustível inovador e ainda em desenvolvimento, sendo absolutamente relevante que se determine, para as várias alternativas (matérias-primas, tecnologia de conversão e modelos produtivos), os atuais e prospectivos indicadores de sustentabilidade e seu potencial de aperfeiçoamento. O biodiesel poderá constituir um efetivo sucessor do diesel derivado do petróleo, mas ainda deve confirmar sua real viabilidade. Propor programas extensivos para produção

e uso de biodiesel, sem ter claros esses pontos, é completamente arriscado e inconveniente.

O desenvolvimento do etanol no Brasil, no decorrer de décadas, serve como referência oportuna. Equívocos foram cometidos, como o excessivo intervencionismo; a proposição de matérias-primas equivocadas, o não-reconhecimento do valor da integração e flexibilização na agroindústria, o atraso na valorização do desenvolvimento agrônomo, a insistência em se proponer escalas produtivas inviáveis e, pior, a subavaliação de um produto agrícola para se alcançar uma falsa competitividade. Dificilmente a produção de etanol teria se consolidado em nosso país se, durante os anos setenta, tivesse havido uma reorientação para a produção de mandioca (como pretendeu a Petrobras, em sua planta em Curvelo), ou se tivesse passado a se basear na hidrólise ácida da madeira (como tentado, por meio da Coalbra, em Uberlândia). Foram experiências sem maiores êxitos, além de mostrar a necessidade de serem respeitados os requisitos da sustentabilidade.

O programa brasileiro de biodiesel ainda está em seu começo e seria possível uma correção de rumos, estabelecendo-se objetivos mais claros e melhor fundamentados, bem como ajustes para metas menos açodadas, que privilegiem alternativas mais consistentes. Como pressupostos de sustentabilidade, devem-se destacar as produtividades de biodiesel em função das demandas de recursos naturais, como terra cultivável e energia (direta e indireta), parâmetros fundamentais e que apresentam significativas variações, segundo a matéria-prima e o contexto produtivo adotado. É imperativo que a produção de biodiesel se desenvolva e se implemente; mas isso deve ocorrer dentro de condicionantes de eficiência energética e ambiental. 

\* **Luiz Augusto Horta Nogueira** é professor da Universidade Federal de Itajubá ([horta@unifei.edu.br](mailto:horta@unifei.edu.br)).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Capacidade autorizada de plantas de produção de biodiesel*. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/petro/capacidade\\_plantas.asp](http://www.anp.gov.br/petro/capacidade_plantas.asp)>. Acesso em: jul. 2007.
- BELTRÃO, N. E. M. et al. *Recomendação técnica sobre o plantio de pinhão-manso no Brasil*. Embrapa Algodão, Embrapa Cerrados, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Soja e Epamig, 2007. Disponível em: <[www.cpaio.embrapa.br/portal/noticias/Position%20Paper.pdf](http://www.cpaio.embrapa.br/portal/noticias/Position%20Paper.pdf)>. Acesso em: ago. 2007.
- BRASIL já tem mais biodiesel do que precisa. *O Estado de S. Paulo*, São Paulo, 02 set. 2007, Caderno de Economia, p. B21.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). *Biocombustíveis en América Latina: situación actual y perspectivas*. Santiago de Chile: CEPAL, 2007. (no prelo).
- MACEDO, I. C.; NOGUEIRA, L. A. H. *Biocombustíveis*. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2005.
- NOGUEIRA, L. A. H.; Lora, E. E. S. *Dendroenergia: fundamentos e aplicações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199 p.