

Paulo A.Z. Suarez e Frederique R. Abreu

O Biodiesel no Brasil

Breve histórico dos Biocombustíveis no Brasil e no Mundo

O uso de óleo vegetal como combustível remonta ao fim do século XIX quando Rudolph Diesel, inventor do motor a combustão interna (motor diesel), utilizou em seus ensaios petróleo, álcool e óleo de amendoim como combustíveis (Shay, 1993). Entre as décadas de 1930 e 1940 do século XX, os óleos vegetais puros continuaram a ser usados nos motores com ciclo diesel, mas suas aplicações ficaram restritas a situações emergenciais como as de guerra (Ma, 1999). Nessa mesma época, dois processos foram propostos para a obtenção de derivados de óleos vegetais passíveis de serem usados em motores diesel: (i) a transesterificação; e (ii) o craqueamento. Com estes processos, foi possível transformar os óleos em produtos com propriedades físico-químicas, tais como a viscosidade e densidade, mais próximas às do óleo diesel, facilitando assim sua mistura no mesmo ou substituição total sem a necessidade de se alterar o motor.

No primeiro processo, uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos, conhecida hoje como biodiesel, é obtida pela transesterificação de óleos

vegetais com metanol ou etanol, reação também conhecida por alcoólise.

Esta reação foi estudada em diversos países, dando origem, nessa época, às primeiras patentes mundiais sobre o biodiesel (por exemplo, Keim, 1945). É interessante notar que houve diversos testes de uso em larga escala, como na Bélgica em 1942, quando mais de 20.000 km foram rodados por caminhões usando biodiesel obtido pela reação de óleo de dendê com etanol (Chavannes, 1942). Já no segundo caso, uma mistura de hidrocarbonetos semelhantes quimicamente aos que compõem o petróleo é obtida pelo processo de craqueamento ou pirólise de óleos vegetais. Por exemplo, na China, hidrocarbonetos oriundos do craqueamento em batelada do óleo de Tungue foram usados como substitutos à gasolina e ao diesel de petróleo durante a Segunda Guerra Mundial (Chang, 1947). Posteriormente, as crises no mercado mundial de petróleo ocorridas nas décadas de 1970 e 1990, aliadas ao aumento da demanda de energia e da consciência ambiental da população, conduziram a um movimento

no sentido da produção de combustíveis alternativos provenientes de fontes renováveis, onde certamente os biocombustíveis têm um papel de destaque.

No Brasil, essa história não foi diferente. Desde 1930, vários esforços foram feitos por autoridades governamentais, universidades e institutos de pesquisa para incorporar fontes renováveis de combustíveis na nossa matriz energética. É interessante salientar que diversas abordagens foram dadas, sendo que a nossa mais bem sucedida experiência vem do uso do etanol extraído da cana-de-açúcar como combustível alternativo para motores do ciclo Otto, dentro do programa federal chamado PRÓ-ALCOOL (Programa Nacional do Álcool), iniciado em 1980. Este programa implementou e regulamentou o uso direto de etanol hidratado e de misturas de gasolina e etanol anidro como combustível (Goldemberg, 2004).

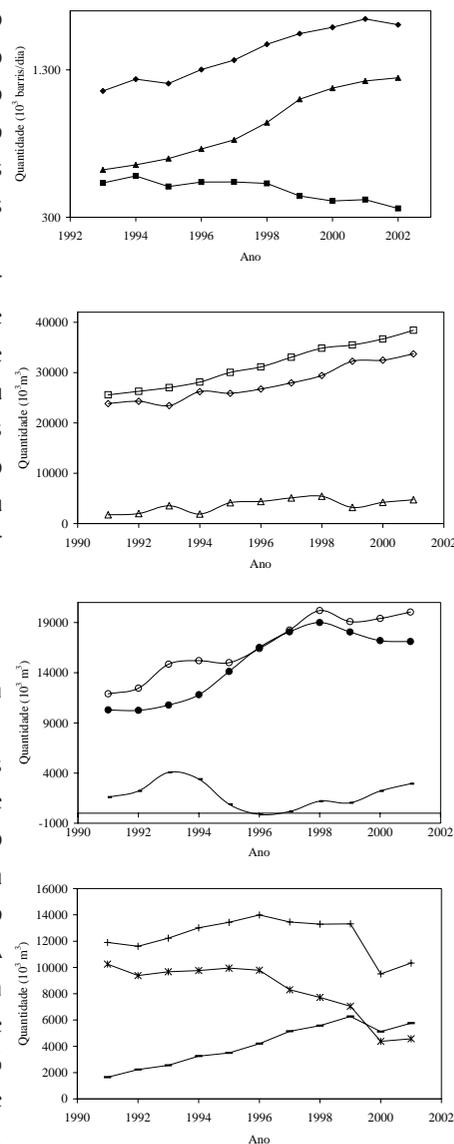
Por outro lado, o uso energético de óleos vegetais no Brasil esteve sempre presente nas discussões envolvendo a diversificação dos combustíveis líquidos. No início da década de 1940 foram realizados estudos no sentido de usar óleos vegetais *in natura* (Borges, 1944) ou hidrocarbonetos obtidos pelo seu craqueamento (Otto, 1945) como combustíveis alternativos ao óleo diesel. Cabe salientar que o governo chegou a proibir a exportação do óleo de algodão para derrubar o seu preço no mercado interno, com o intuito de viabilizar a substituição do óleo diesel em ferrovias (Chem. Metal. Eng., 1943). Com a estabilidade no mercado internacional do petróleo, após o término da Segunda Guerra Mundial, esses esforços foram abandonados até 1975, quando ocorre uma nova crise de abastecimento originada pela criação da OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo. Nesta data, foi criado pelo Governo Federal o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PRÓ-ÓLEO) com o objetivo de gerar um excedente de óleo vegetal significativo, capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do óleo mineral. Previa-se uma regulamentação de uma mistura de 30% de óleo vegetal no óleo diesel, havendo perspectivas para sua substituição integral a longo prazo. À época, foi proposta como alternativa tecnológica a transesterificação ou alcoólise de óleos vegetais, destacando-se os estudos realizados na Universidade Federal do Ceará,

utilizando diferentes fontes de óleos vegetais como soja, babaçu, amendoim, algodão e girassol dentre outros (Parente, 2003). Infelizmente, esse programa foi abandonado pelo governo em 1986, quando o preço do petróleo volta a cair no mercado internacional. No entanto, houve um avanço respeitável nas pesquisas relativas à produção e uso de biodiesel no nosso País, as quais foram conduzidas em diferentes universidades e centros de pesquisas. Recentemente, o biodiesel deixou de ser um combustível puramente experimental e passou para as fases iniciais de comercialização quando foi instalada a primeira indústria de ésteres de ácidos graxos no Estado de Mato Grosso (novembro, 2000), começando com uma produção de 1.400 toneladas/mês de éster etílico de óleo de soja (Sant'anna, 2003).

Perspectivas do Biodiesel no Brasil.

As ilustrações da Figura 1 mostram a produção e a demanda de petróleo, diesel, gasolina e etanol no Brasil durante os últimos dez anos. Analisando estes dados, pode-se perceber que embora o consumo de petróleo tenha aumentado, houve um declínio na sua importação, causado por um significativo crescimento da produção interna. A dependência externa brasileira média em relação ao petróleo e seus derivados teve uma redução de 48,6% em 1993 para 9,4% em 2001 (ANP - Agência Nacional de Petróleo, 2003). No que se refere à gasolina, por exemplo, o declínio do consumo verificado nos últimos anos, devido ao aumento proporcional no conteúdo de etanol das misturas comercializadas, refletiu diretamente no aumento em sua exportação. O consumo de diesel por sua vez teve, um acréscimo considerável, sendo que este aumento na demanda está sendo atualmente provido por uma crescente importação direta. No Brasil, 80% do consumo de diesel está diretamente ligado ao transporte (BEB/MME - Ministério das Minas e Energia,

2002); e a dependência externa crescente deste combustível poderá ser dramática para a nossa economia.



Petróleo e combustíveis no Brasil: (◆) total de Petróleo; (▲) produção de petróleo; (■) petróleo importado; () consumo de diesel; (◇) produção de diesel; (△) diesel importado; (○) produção de gasolina; (●) consumo de gasolina; (-) exportação de gasolina; (×) consumo de etanol anidro; (-) consumo de etanol hidratado; (+) consumo total de etanol (Fonte: BEB/MME, 2002).



A dependência em diesel fóssil importado e a última crise de petróleo aumentaram as discussões no sentido de se descobrir alternativas a este combustível. Neste sentido, vários ministérios, institutos de pesquisa e universidades se uniram para tornar possível o uso de óleo vegetal e seus derivados como alternativa ao diesel fóssil. Nesse contexto, nos últimos quatro anos, diversos grupos de estudo foram criados pelo governo, sendo a principal proposta a alcoólise de óleos vegetais para gerar o biodiesel. Além desta, alternativas como o uso direto do óleo vegetal (puro ou em misturas com diesel de petróleo) e de hidrocarbonetos obtidos pela quebra termo-catalítica dos mesmos também foram propostas. Esta vem sendo largamente estudada no Instituto de Química da UnB (Universidade de Brasília), em parceria com a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, como fonte de combustível alternativo para motores diesel ou máquinas estacionárias para produção de eletricidade em comunidades isoladas e em fazendas.

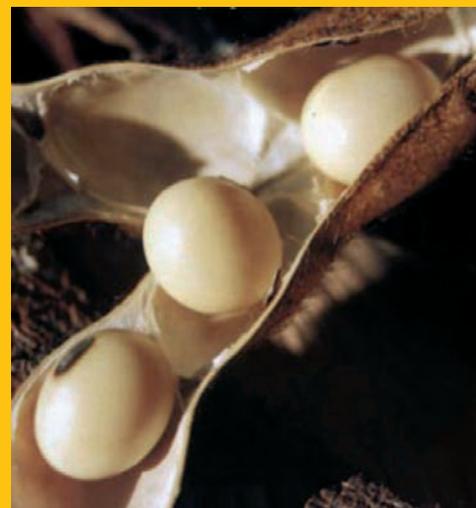
Assim, a alcoólise (com metanol ou etanol) de óleos vegetais foi considerada a rota principal para um grande programa de substituição do diesel de petróleo (PROBIODIESEL). Inicialmente foi proposto substituir até 2005 todo o combustível de diesel consumido inicialmente no Brasil por B5 (5% biodiesel e 95% mistura de diesel de petróleo) e em 15 anos por B20 (20% biodiesel e 80% mistura de diesel de petróleo), usando ésteres de etanol (Vigliano, 2003). É importante ressaltar que, embora a etanolise possua limitações tecnológicas, ela foi a rota escolhida por esse programa devido a grande experiência na produção de etanol no Brasil.

Após muita discussão em nível governamental, surgiu de forma amadurecida o Programa Nacional de

Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, regulamentou o uso de biodiesel na matriz energética brasileira. Foi permitido o uso opcional de até 2% de biodiesel misturado ao óleo diesel por um período de três anos, quando passará a ser obrigatório. A lei prevê ainda o uso opcional de misturas com até 5% de biodiesel passados três anos e obrigatório em oito anos. Além desta lei, outros decretos e medidas provisórias têm regulamentado os diversos segmentos da cadeia produtiva para a produção e distribuição do biodiesel. Cabe aqui salientar o Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, da Presidência da República, que institui subsídios especiais ao biodiesel produzido pela agricultura familiar.

Nesse novo programa, não existe preferência quanto ao álcool utilizado nem em relação ao óleo vegetal. Esta decisão é importante, pois possibilita o uso alternativo de matérias-primas em função da disponibilidade e preço das mesmas no mercado, permitindo assim uma adaptação da indústria às realidades regionais e às variações nas cotações das mesmas no mercado. Cabe aqui salientar que devido à sua grande biodiversidade, ao seu clima diversificado e às suas condições de terra, o Brasil possui inúmeras fontes de óleos vegetais que poderão ser usadas para a produção de biodiesel.

Por outro lado, os padrões de qualidade para o biodiesel e suas misturas foram regulados pela Agência Nacional de Petróleo (Resolução ANP nº 42, de 24 novembro de 2004). Nesta resolução foram especificados 15 parâmetros para o biodiesel puro, incluindo contaminantes químicos, propriedades físicas e propriedades químicas. Foi, ainda, exigida a análise de outros 11 parâmetros, os quais não apresentam especificações. Esta medida foi importante pelo fato de possibilitar o uso de diferentes fontes de



O Brasil possui inúmeras fontes de óleos vegetais que poderão ser usadas para a produção de biodiesel, graças à sua grande biodiversidade, ao seu clima diversificado e às suas condições de terra...

óleo vegetal. Esse ato também especifica que para a mistura de biodiesel e óleo diesel, a densidade, viscosidade e entupimento a frio devem estar de acordo com os limites estabelecidos para estes parâmetros na resolução que regulamenta o uso do derivado de petróleo.

Considerações Finais

Foi destacado durante a década de 1940 que, “embora os estudos experimentais demonstrem a viabilidade deste projeto, seus custos ainda hoje são uma limitação importante para o uso de derivado de óleos vegetais como combustíveis” (Otto, 1945). É interessante ressaltar que este argumento ainda hoje é usado contra a implementação do biodiesel não só no Brasil como no mundo, sendo sempre apontado que seu custo de produção o inviabiliza. No entanto, a experiência brasileira no desenvolvimento do programa de uso de etanol como combustível mostrou que é possível diminuir consideravelmente os custos com o desenvolvimento da tecnologia de produção (Goldemberg, 2004). Por outro lado, espera-se que argumentos sociais e

ambientais, como também a possibilidade de adquirir uma independência energética, tenham um importante papel na decisão política para que a implementação do biodiesel no Brasil saia do papel e se torne uma realidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ pelas bolsas de pesquisa e aos diversos órgãos que financiam as pesquisas no LMC - Laboratório de Materiais e Combustíveis do Instituto de Química da Universidade de Brasília (FINEP-CTPETRO, FINEP-CTENERG, FAPDF, FINATEC, MCT e MDA).



Paulo Anselmo Ziani Suarez é doutor em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e professor do Instituto de Química da Universidade de Brasília.



Frederique Rosa e Abreu é doutor em Química pela Universidade de Brasília e, atualmente, faz estágio de pós-doutorado no Instituto de Química da Universidade Federal de Alagoas.

Referências:

- BALANÇO Energético Nacional: BEN, 2004. Ministério das Minas e Energia. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432> . Acesso em: 25 ago. 2005.
- BORGES, G. P. Aproveitamento de Óleos Vegetais Brasileiros como Combustíveis. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO QUÍMICA DO BRASIL, 3., 1944, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Química do Brasil, 1944. p. 206-209.
- BRAZIL uses of vegetable oil. *Chemical & Metallurgical Engineering*, New York, v. 50, p. 225, 1943.
- CHIA-CHU, Chang; SHEN-WU, Wan. China's Motor Fuels from Tung Oil. *Industrial & Engineering Chemistry*, Washington, D.C., v. 39, p.1543-1548.
- DEPENDÊNCIA externa de petróleo e seus derivados: tabela. In: AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP). *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2003*. Disponível em < <http://www.anp.gov.br/doc/anuario2003/T2.43.xls> >. Acesso em: 25 ago. 2005.
- GOLDEMBERG, José et al. Ethanol learning curve: the Brazilian experience. *Biomass & Bioenergy*, Oxford, New York, v. 26, n. 3, p.301-304, Mar. 2004.
- KEIM, G. I. Process for treatment of fatty glycerides. *USPatent*, v. 2, p.383-601.
- L'HUILE de palme, matière première pour la préparation d'un carburant lourd utilisable dans les moteurs à combustion interne. *Bulletin agricole du Congo Belge*, Bruxelles, v. XXXIII, n. 1, p. 3-90.
- MA, Fangrui; HANNA, Milford A. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technol.*, Barking, Essex, England, v. 70, n.1, p.1-15, Oct. 1999.
- OTTO, R. B. Gasolina derivada dos óleos vegetais. *Boletim de Divulgação do Instituto de Óleos*, Rio de Janeiro, v. 3, p.91-99, 1945.
- PARENTE, Expedito José de Sá. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Tecbio, 2003. Disponível em: < <http://www.tecbio.com.br/Downloads/Livro%20Biodiesel.pdf> >. Acesso em: 25 ago. 2005.
- SANT'ANNA, José Paulo. Biodiesel alimenta motor da economia. *Química e Derivados*, São Paulo, v. 416, p.8-18, 1993. Disponível em: < <http://www.quimica.com.br/revista/qd414/biodiesel.htm> > . Acesso em: 25 ago. 2005.
- SHAY, E.Griffin. Diesel fuel from vegetable-oils: status and opportunities. *Biomass & Bioenergy*, Oxford, New York, v. 4, n. 4, p. 227-242, 1993.
- SUAREZ, Paulo Anselmo Ziani. Biodiesel in Brazil: History and Perspectives. In: INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4., 2004, Foz do Iguaçu. *Proceedings of the VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congresso Brasileiro de Soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 1022-1027.
- VIGLIANO R. Combustível socialmente correto: governo investe no energético para levar emprego ao campo. *Brasil Energia*, Rio de Janeiro, v. 274, p.54-56, 2003.

