

## Biodiesel: Possibilidades e Desafios

**Flavia C. C. Oliveira, Paulo A. Z. Suarez e Wildson L. P. dos Santos**

O uso de combustíveis alternativos vem ganhando destaque, pois além do petróleo ser uma fonte esgotável de energia, emite grande quantidade de gases poluentes. Muitas propostas têm surgido para substituição dos combustíveis fósseis, destacando-se o álcool etílico hidratado combustível (AEHC) e os biocombustíveis derivados de óleos ou gorduras, que surgem como uma promessa para substituição do óleo diesel, com especial destaque para o biodiesel. Diante da relevância social dessa temática, no presente artigo, são apresentadas informações relacionadas ao processo tecnológico de sua produção e de aspectos sociais, econômicos e ambientais, bem como são feitas recomendações, ao final, sobre possibilidades da abordagem desse tema em sala de aula.

► biocombustíveis, biodiesel, recurso energético, poluição ◀

Recebido em 23/3/07, aceito em 1/11/07

O fim da era da energia renovável, após a Revolução Industrial, foi marcado pela introdução do uso do carvão mineral, originando a era dos combustíveis fósseis. Com o declínio das reservas mundiais, o petróleo consagrou-se como a principal fonte energética mundial. Este, além de emitir grande quantidade de gases poluentes, é esgotável e suas maiores jazidas se localizam em regiões politicamente conturbadas, o que provoca constantes variações em seu preço.

A busca por combustíveis alternativos vem ganhando destaque nas últimas décadas. A substituição dos combustíveis fósseis tem sido motivada por fatores ambientais, econômicos e sociais, uma vez que toda a sociedade depende de seu uso. Nesse contexto, uma alternativa que se tem destacado é o uso de biocombustíveis.

Pode-se definir biocombustível como todo produto útil para a geração de energia, obtido total ou parcialmente de biomassa (Tolmas-

quim, 2003). Na Tabela 1, são apresentados os principais exemplos de biocombustíveis, dentre os quais está o biodiesel e o bio-óleo, principais combustíveis obtidos a partir de óleos e gorduras.

### Biocombustíveis para a substituição do diesel

No fim do século XIX, Rudolph Diesel, inventor do motor diesel, utilizou em seus ensaios petróleo cru e óleo de amendoim. Ele acreditava que esse motor poderia ser alimentado com óleos ou gorduras e contribuir para o desenvolvimento da agricultura nos países que os utilizassem. No entanto, devido ao baixo custo e à alta disponibilidade do petróleo na época, este passou a ser o combustível preferencial nesses motores (Suarez e cols., 2007).

As crises de petróleo incentivaram

o desenvolvimento de processos de transformação de óleos e gorduras em derivados com propriedades físico-químicas mais próximas às dos combustíveis fósseis, visando à substituição total ou parcial destes. De fato, o desabastecimento de petróleo no mercado mundial durante a Segunda Guerra Mundial fez com que pesquisadores de diversos países procurassem por alternativas, surgindo, na Bélgica, a idéia de transesterificar óleos vegetais com etanol para produzir um biocombustível conhecido hoje como biodiesel (Suarez e Meneghetti, 2007). Outros países também desenvolveram pesquisas com essa proposta, como a França e os Estados Unidos. Outro processo estudado foi o craqueamento dos óleos e das gorduras

para a produção de um biocombustível chamado de bio-óleo. Diferentemente da transesterificação, que se têm relatos apenas de estudos em bancada e testes-piloto em motores, o craqueamento chegou a ser usado

**Pode-se definir biocombustível como todo produto útil para a geração de energia, obtido total ou parcialmente de biomassa.**

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

em larga escala, tendo sido na China a principal fonte substitutiva para o petróleo (Chang e Wan, 1947).

Com o final da Segunda Guerra Mundial e a normalização do mercado mundial de petróleo, o biodiesel e o bio-óleo foram temporariamente abandonados. A partir da década de 1970, com as sucessivas crises no mercado internacional do petróleo, o biodiesel retorna à cena como principal alternativa ao diesel. Hoje, em países como Brasil, França, Alemanha, Áustria e Estados Unidos, a produção e o uso comercial do biodiesel são uma realidade. Em 2004, a Europa contou com uma produção de 1.934 milhões de toneladas de biodiesel e os Estados Unidos, de 87,5 milhões de litros (ebb-eu, 2006).

O biodiesel é uma mistura de ésteres de ácidos graxos com monoalcoóis de cadeia curta, como o metanol ou o etanol (Suarez e cols., 2007). Essa mistura obtida pelos processos de transesterificação ou esterificação é a que vem sendo comercializada no Brasil com o nome de biodiesel.

**As crises de petróleo incentivaram o desenvolvimento de processos de transformação de óleos e gorduras em derivados com propriedades físico-químicas mais próximas às dos combustíveis fósseis, visando à substituição total ou parcial destes.**

Apesar de suas propriedades possibilitarem a substituição do diesel, a composição química do biodiesel é bem diferente da do diesel. O óleo diesel é um combustível obtido a partir do refino do petróleo por destilação fracionada em temperaturas na faixa de 150 a 400°C. É constituído basicamente por hidrocarbonetos, apresentando em baixas concentrações átomos de enxofre, oxigênio e nitrogênio. A cadeia de hidrocarbonetos que forma o óleo diesel varia, podendo chegar até vinte e oito átomos de carbono.

Já o bio-óleo é uma mistura de hidrocarbonetos e compostos oxigenados (Suarez e cols., 2007). Assim, além de ter propriedades físico-químicas semelhantes as do diesel, a sua composição química lembra bastante a desse combustível fóssil. Pode-se entender melhor a diferença entre biodiesel e bio-óleo pelos seus processos de obtenção. Contudo, antes é relevante destacar a composição química dos óleos e das gorduras, matéria-prima básica desses dois biocombustíveis.

## Óleos e gorduras

Óleos e gorduras são substâncias classificadas como lipídeos, sendo encontradas em tecidos animais ou vegetais. São constituídas por uma mistura de diversos compostos químicos, sendo os mais importantes os ácidos graxos e seus derivados, tais como mono-, di- ou tri-acilglicerídeos; e fosfatídios. Os tri-acilglicerídeos são largamente majoritários na constituição dessa mistura, podendo chegar a valores superiores a 95% em massa. A relação entre a quantidade dessas classes de compostos, bem como os tipos de ácidos graxos dos quais são formados, depende da fonte do óleo ou da gordura e da região onde foram produzidas (Moretto e Fett, 1989).

Os ácidos graxos são ácidos orgânicos lineares, que diferem no número de carbonos que constitui a sua cadeia e também pela presença de insaturações. Existem diversos ácidos graxos conhecidos, sendo os mais importantes listados na Tabela 2.

Os glicerídeos são ésteres formados pela condensação de ácidos graxos e do tri-álcool conhecido popularmente por glicerina ou glicerol (propanotriol). Esses compostos são chamados de mono-, di- ou tri-acilglicerídeos, dependendo se

Tabela 1: Principais exemplos de biocombustíveis.

| Biocombustível    | Matéria-prima                            | Processos de obtenção               | Composição química  |
|-------------------|--|-------------------------------------|---|
| Carvão Vegetal    | Madeira                                  | Pirólise                            | Carbono   |
| Álcool            | Açúcares (glicose, amido, celulose etc.) | Fermentação anaeróbica              | Etanol (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH)                 |
| Biogás            | Todo o tipo de Biomassa                  | Fermentação anaeróbica              | Hidrocarbonetos leves                                       |
| Biogás de síntese | Biomassa em geral                        | Gaseificação                        | Mistura de vários gases, essencialmente CO e H <sub>2</sub> |
| Biodiesel         | Óleos e gorduras                         | Esterificação ou transesterificação | Mono-ésteres de ácidos graxos                               |
| Bio-óleo          | Óleos e gorduras                         | Craqueamento ou hidrocrackeamento   | Mistura de hidrocarbonetos e compostos oxigenados           |

Tabela 2: Principais ácidos graxos conhecidos na natureza (Moretto e cols., 1989).

| Ácido Graxo  | Nome Sistemático  | Símbolo         | Fórmula mínima                                 | PF. (°C) |
|--------------|---|-----------------|--|----------|
| Láurico      | Dodecanóico   | C12 ou C12:0    | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> | 44,8     |
| Palmítico    | Hexadecanóico   | C16 ou C16:0    | C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> | 62,9     |
| Palmitoleico | <i>cis</i> -9-hexadecenoico                                     | C16:1(n9)       | C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> | 0,50     |
| Esteárico    | Octadecanóico   | C18 ou C18:0    | C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> | 70,1     |
| Oléico       | <i>cis</i> -9-octadecenoico                                     | C18:1(n9)       | C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> | 16,0     |
| Linoléico    | <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12-Octadecadienoico                  | C18:2(n9,12)    | C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> | -5,00    |
| Linolênico   | <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15-Octadecatrienoico | C18:3(n9,12,15) | C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub> | -17,0    |

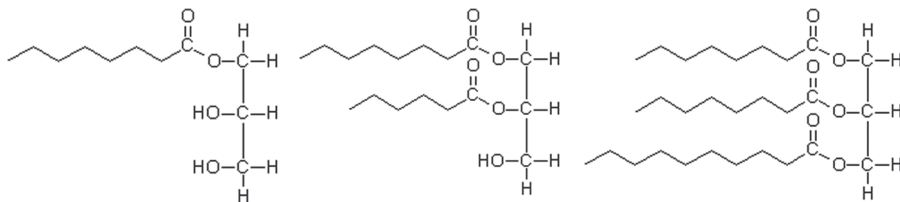


Figura 1: (A) Mono-, (B) Di- e (C) Tri-ácilglicérides formados a partir dos ácidos graxos Capróico (C6:0), Caprílico (C8:0) e Cáprico (C10:0).

uma, duas ou três moléculas de ácido graxo se associam à glicerina, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 1. Cabe destacar que os tri-ácilglicérides podem ser formados por ácidos graxos iguais ou diferentes (Moretto e Fett, 1989).

Já os fosfatídios são derivados do ácido fosfatídico (ver letra A da Figura 2), o qual é um composto obtido pela condensação de um poli-álcool, comumente a glicerina, com dois ácidos graxos, que podem ser iguais ou diferentes, e com o ácido fosfórico. A condensação do ácido fosfatídico pode ocorrer com diferentes espécies

químicas, dando origem a diversos fosfatídios, como as lecitinas (derivados da colina, exemplificados na letra B da Figura 2), as cefalinas (derivados da etanolamina, exemplificados na letra C da Figura 2) e as serinas (derivados da L-serina, exemplificados na letra D da Figura 2). Essas moléculas possuem uma região de grande afinidade pela água (hidrofílicas) e outra hidrofóbica, representada pela cadeia hidrocarbonada. Devido à presença das regiões hidrofílica e hidrofóbica, os fosfatídios agem como surfactantes naturais, ou seja, como compatibilizantes entre ambientes orgânicos (apolares) e aquosos

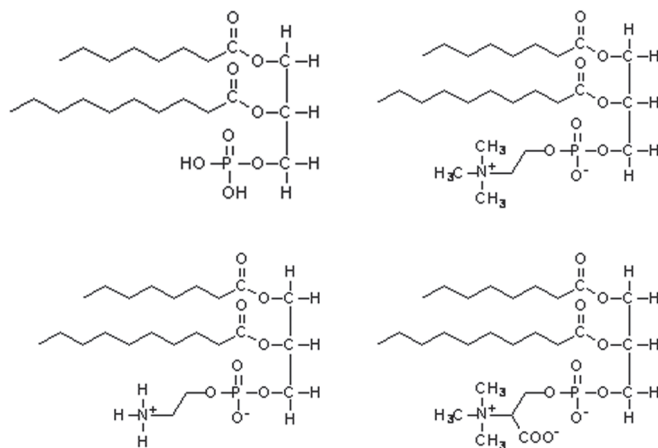


Figura 2: Exemplos de um ácido fosfatídico (fosfato de diácilglicerina) (A) e seus derivados Lecitina (B), Cefalina (C) e Serina (D).

Tabela 3: Composição em ácidos graxos de alguns óleos e gorduras de origem vegetal (Adaptado de O'Brian, 2000).

| Fonte do óleo ou gordura | Ácido graxo (%)  |                  |                     |                           |                               |
|--------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                          | Palmitico<br>C16 | Estearico<br>C18 | Oléico<br>C18:1(n9) | Linoléico<br>C18:2(n9,12) | Linolênico<br>C18:3(n9,12,15) |
| Algodão                  | 17-31            | 1-4              | 13-44               | 33-59                     | 0,1-2,1                       |
| Amendoim                 | 6-16             | 1,3-6,5          | 35-72               | 13-45                     | <1                            |
| Dendê                    | 32-59            | 1,5-8            | 27-52               | 5-14                      | <1,5                          |
| Girassol                 | 3-10             | 1-10             | 14-65               | 20-75                     | <0,7                          |
| Oliva                    | 7,5-20           | 0,5-3,5          | 56-83               | 3,5-20                    | <1,5                          |
| Milho                    | 8-19             | 0,5-4            | 19-50               | 34-62                     | 4-11                          |
| Soja                     | 7-14             | 1,4-5,5          | 19-30               | 44-62                     | 4-11                          |

(polares). Na indústria de alimentos, esses compostos são largamente usados como emulsificantes.

Na Tabela 3, são mostradas composições típicas em ácidos graxos para diversos óleos e gorduras de origem vegetal. O grau de insaturação e o tamanho da cadeia estão diretamente relacionados com as propriedades físicas e químicas desses compostos. Um bom exemplo é o ponto de fusão (ver Tabela 2), que diminui drasticamente com o aumento do número de duplas ligações. Assim, os tri-ácilglicérides saturados são sólidos à temperatura ambiente, como aqueles que compõem o sebo animal; já os insaturados ou poli-insaturados são líquidos à temperatura ambiente, como os que compõem o óleo de soja. A diferença entre gorduras e óleos é apenas a sua aparência sólida ou líquida, respectivamente, na temperatura de 20 °C.

### Processos de obtenção do biodiesel e do bio-óleo

A obtenção do biodiesel pode ser feita por dois processos: transesterificação e esterificação, enquanto o bio-óleo pode ser obtido por craqueamento. Como matérias-primas, podem ser usados diferentes óleos e gorduras de origem animal ou vegetal. Também é possível preparar o biodiesel ou bio-óleo a partir de resíduos industriais ou domésticos, como as sobras de frituras e sabões produzidos no refino do óleo de soja.

#### a) Transesterificação

A obtenção de biodiesel por transesterificação corresponde a três reações consecutivas e reversíveis, nas

quais são formados di- e mono-acilglicerídeos como intermediários (veja reações i, ii e iii da Figura 3). Apesar da estequiometria geral da equação requerer três mols do mono-álcool para cada mol de tri-acilglicerídeo, a reversibilidade das reações i, ii e iii (Figura 3) torna necessário um excesso de álcool no meio reacional para promover um aumento no rendimento em mono-alcoóis. Sabe-se, ainda, que na presença de água é também verificado o equilíbrio entre os diferentes ésteres e seus respectivos ácidos graxos e alcoóis (glicerina e/ou os mono-alcoóis), conforme ilustrado na reação iv da Figura 3. Dentre os vários tipos de catalisadores estudados para a reação de transesterificação, os mais tradicionais são as bases e os ácidos de Brønsted, sendo os principais exemplos os hidróxidos e alcóxidos de sódio ou potássio e os ácidos sulfúrico e clorídrico (Suarez e cols., 2007). Mais recentemente, vêm sendo estudados catalisadores sólidos ácidos de Lewis, tais como óxido e óxidos mistos de estanho, zinco e alumínio (Macedo e cols., 2006).

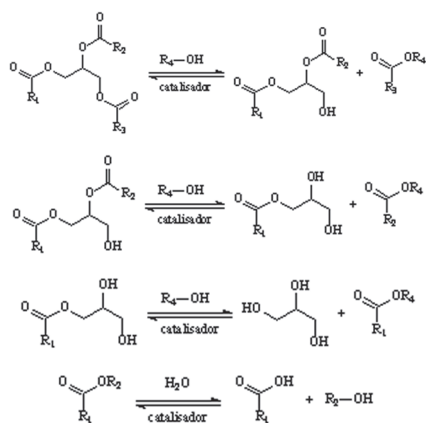


Figura 3: Reações envolvidas na transesterificação de triacilglicerídeos.

A glicerina produzida como co-produto do biodiesel possui alto valor comercial após a sua purificação, podendo ser aproveitada por indústrias de cosméticos e de produtos de limpeza.

Os ésteres metílicos ou etílicos produzidos possuem características físico-químicas semelhantes às do diesel convencional, embora sejam compostos de classes distintas, com

a vantagem de serem menos poluentes, biodegradáveis, renováveis e não corrosivos. Por possuírem elevadas viscosidade e densidade, não devem ser utilizados diretamente no motor. Por esse motivo, no Brasil, têm sido utilizadas misturas do biodiesel com o diesel convencional, conhecidas como *mistura BX*, onde X refere-se à quantidade de biodiesel (%v/v) adicionada no óleo diesel. Por exemplo, na mistura B2, encontram-se 2%v/v de biodiesel (Suarez e Meneghetti, 2007).

#### b) Esterificação

O processo de obtenção do biodiesel por esterificação consiste na reação de um ácido graxo com um mono-álcool para formar ésteres. As reações de esterificação são catalisadas por ácidos (Solomons e Fryhle, 2002). A reação geral de esterificação pode ser observada na Figura 4.

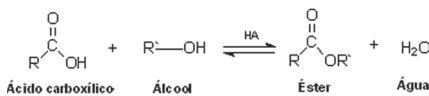


Figura 4: Reação de esterificação.

O processo de esterificação para a produção de biodiesel apresenta como principais vantagens a possibilidade de produção desse combustível a partir de resíduos de baixo valor agregado, não do óleo vegetal, e a formação apenas de água como subproduto (Aranda e Antunes, 2004). Por exemplo, tem sido produzido no Brasil biodiesel a partir de ácidos graxos residuais do refino do óleo de palma.

#### c) Craqueamento

A obtenção do bio-óleo a partir de óleos vegetais ou gorduras ocorre pelo processo de craqueamento térmico e/ou catalítico. Esse processo consiste na quebra das moléculas do óleo ou da gordura, levando à formação de uma mistura de hidrocarbonetos, semelhantes ao diesel convencional, e de compostos oxigenados. Como possui propriedades físico-químicas muito próximas às do combustível fóssil, é possível seu uso direto em motores do ciclo diesel (Lima e cols., 2004).

Quando o craqueamento ocorre na presença de moléculas de hidrogênio, ele é chamado de hidrocraqueamento e o produto final é conhecido como H-Bio. Esse processo tem como principal vantagem a eliminação completa de produtos oxigenados no final da reação, o que dificilmente acontece apenas por craqueamento. A eliminação total dos produtos oxigenados é vantajosa, principalmente, pela diminuição do caráter oxidante da mistura, que pode levar a problemas de corrosão no motor. Um esquema representando as reações de craqueamento e hidrocraqueamento pode ser observado na Figura 5.

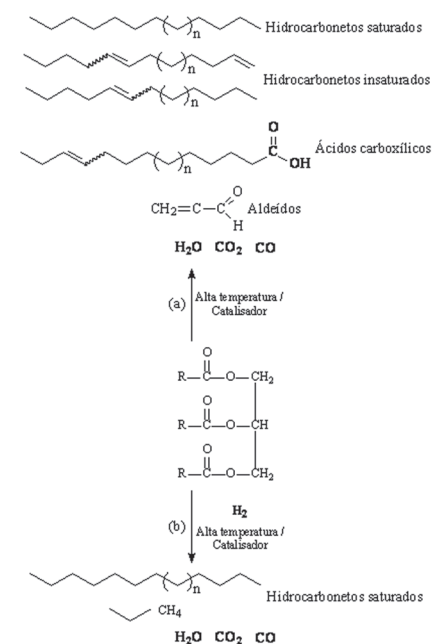


Figura 5: Reação de craqueamento (a) e hidrocraqueamento (b).

### O biodiesel como fonte alternativa de combustível

O biodiesel é um combustível utilizado em motores de combustão interna de ignição por compressão (ciclo diesel), sendo utilizado em diversas aplicações: ônibus, caminhões, entre outras. Motores do ciclo diesel são ditos de ignição por compressão, pois o combustível, vaporizado e misturado com ar, queima pela ação da compressão exercida por um pistão na câmara de combustão ou cilindro.

A diferença desse motor para o do ciclo Otto, que usa gasolina ou álcool

como combustível, é que para esse último se faz necessária a produção de uma faísca elétrica para iniciar sua combustão após a compressão, não havendo, portanto, a combustão espontânea. A vantagem dos motores do ciclo diesel em relação aos de gasolina é a maior potência alcançada pelo primeiro, possibilitando a realização de trabalhos que necessitam de maior força de tração.

A substituição do diesel por biodiesel se justifica principalmente por razões ambientais. O aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera agrava o efeito estufa. A Figura 6 apresenta esquemas da produção de dióxido de carbono por veículos automotivos, utilizando combustíveis fósseis e derivados de biomassa. Pode-se perceber que o uso de derivados de petróleo aumenta a concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, enquanto o uso de biomassa permite uma reabsorção do  $\text{CO}_2$  liberado, possibilitando que um ciclo quase fechado do carbono seja estabelecido. Esse ciclo só não é fechado, pois em alguns casos utiliza-se combustível fóssil em alguma etapa da produção, tal como no transporte do produto.

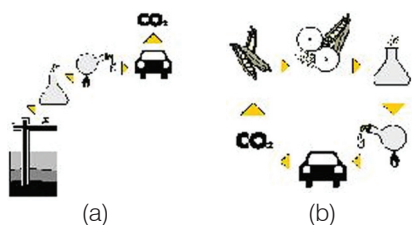


Figura 6: (a) Emprego de combustíveis fósseis: produção de poluentes na atmosfera. (b) Emprego de biomassa: ambientalmente recomendável.

Os combustíveis fósseis possuem enxofre na sua composição. Quando estes são queimados, ocorre a formação de óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ), que reagem na atmosfera com oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e água para formar ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), provocando a chuva ácida. Já o biodiesel não possui enxofre na sua composição, diminuindo, assim, o impacto ambiental do uso de motores a combustão interna.

Além da diminuição drástica no impacto dos ciclos curtos do carbono e enxofre atmosférico, que é estimada

entre 78% e 100%, sabe-se que o uso de biodiesel diminui também a emissão de outros poluentes. Estudos realizados pela Agência de Proteção Ambiental Americana comprovam que a substituição total do diesel pelo biodiesel tem como resultado a diminuição das emissões na ordem de 48% de monóxido de carbono, 67% de hidrocarbonetos não-queimados e 47% de material particulado (Biodiesel, 2006).

### O Programa brasileiro de biodiesel

No Brasil, entre os anos de 1970 e 1980, foram desenvolvidos programas para obtenção de combustíveis a partir de biomassa. Exemplo marcante é o Pró-álcool que procurava substituir o uso da gasolina por álcool combustível. Além do Pró-álcool, foi criado o Pró-óleo, com o intuito de substituir o diesel por derivados de tri-acilglicerídeos. No entanto, com a estabilização do preço do petróleo no mercado internacional em 1986, o Pró-óleo foi abandonado sem ter chegado ao mercado consumidor.

Recentemente, o governo brasileiro retomou o programa de substituição de diesel por derivados de óleos vegetais, tendo autorizado o uso comercial do biodiesel por meio da Lei nº 11.097, de 13/01/2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. No artigo 4º, essa lei define que biodiesel é o "biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores à combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil". Por essa definição, não existe nenhuma restrição quanto à rota tecnológica, sendo possível utilizar como biodiesel os produtos obtidos pelos processos de transesterificação, esterificação e craqueamento, ou seja, nesse caso, os bio-óleos também seriam considerados como biodiesel. Todavia, deve-se considerar que essa definição introduzida na legislação brasileira não é usada por cientistas e técnicos que trabalham na área, para os quais biodiesel são apenas os mono-ésteres obtidos por transesterificação ou esterificação. Por outro

lado, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), na Resolução ANP 42, de 24/11/2004, regulamentou apenas o uso de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. No futuro, provavelmente, sejam regulamentados também os produtos de craqueamento ou hidrocrackeamento (ANP, 2007).

Inicialmente, o novo combustível está sendo adicionado ao diesel de petróleo, formando uma mistura com 2% de biodiesel (B2), para o uso em veículos equipados com motores do ciclo diesel. A meta estabelecida pela lei é que, em oito anos, a mistura contenha 5% de biodiesel (B5).

O Brasil conta hoje com uma capacidade de produção de, aproximadamente, 800 milhões de litros, mas nem todas as usinas começaram a operar (ANP, 2007). Para incentivar a ampliação dessa produção, foi criada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, em março de 2005 (MCT, 2007). Hoje, centenas de pesquisadores brasileiros estão investigando as diversas etapas da cadeia de produção do biodiesel: desde a produção agrícola de fontes de óleos e gorduras até as condições de armazenagem e uso do combustível final, incluindo as etapas de extração dos óleos e das gorduras e o seu processamento. Essas pesquisas visam, essencialmente, reduzir custos de produção e viabilizar o uso de matérias-primas brasileiras.

Além dos benefícios ambientais, a adoção de um programa de biodiesel apresenta importantes benefícios sociais, tais como a geração de emprego e renda, que pode ser proporcionada pela implementação de um programa de produção de biodiesel em comunidades agrícolas. A obtenção de óleo vegetal pode ser, como toda atividade agrícola, realizada de forma descentralizada, aumentando o número de empregos no campo.

Do ponto de vista econômico, a viabilidade do biodiesel está relacionada com o estabelecimento de um equilíbrio favorável na balança comercial brasileira, considerando-se que o diesel é o combustível mais consumido no Brasil e as importações

desse produto aumentaram no último ano (ANP, 2007).

### Considerações finais

No momento em que são discutidos problemas ambientais globais, como o aquecimento global, a introdução em sala de aula de temas como biocombustíveis ou biodiesel é fundamental para que o aluno compreenda as questões tecnológicas relacionadas a essa promissora fonte de energia. Essa temática poderá ser trabalhada associada a diversos conteúdos de Química, como os de Química Orgânica ou Termoquímica.

Deve-se destacar, contudo, que a abordagem desse tema requer também discussões em termos de repercussões ambientais, econômicas e sociais. Pensar no biodiesel como solução energética significa investir em pesquisas científicas e tecnológicas; discutir efeitos ambientais na produção agrícola; buscar modelos produtivos alternativos, que não só o da prejudicial monocultura; propiciar condições para que pequenos lavradores possam também participar do processo, não privilegiando somente a agroindústria; enfim, significa pensar em um modelo de desenvolvimento socialmente sustentável. Para isso, mais do que discutir sobre mudança de matriz energética, devem ser discutidos os meios de diminuir o consu-

mo de energia. Pesquisas, debates, entrevistas, visitas, leitura de artigos de jornais ou revistas, realização de experimentos são sugestões de possibilidades para introduzir não só os conceitos químicos, mas também as questões sociais aqui levantadas.

**Flavia C. da C. Oliveira** (flaviacco@unb.br), bacharel e licenciada em Química pela Universidade de

Brasília, é mestre em Química Analítica pela Universidade de Brasília. **Paulo A. Z. Suarez**, engenheiro químico, mestre em Química e doutor em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, é docente do Instituto de Química da Universidade de Brasília, atuando no laboratório de Materiais e Combustíveis. **Wildson Luiz Pereira dos Santos**, licenciado em Química pela UnB, mestre em Educação em Ensino de Química pela Unicamp, doutor em Educação em Ensino de Ciências pela UFMG, é docente do Instituto de Química da Universidade de Brasília.

### Referências

- ARANDA, D.A.G. e ANTUNES, O.A.C. WO 2004096962, 2004.
- CHANG, C.C. e WAN, S.W. China's motor fuels from tung oil. *Ind. Eng. Chem.* v. 39, p. 1543-1548, 1947.
- LIMA, D.G.; SOARES, V.C.D.; RIBEIRO, E.B.; CARVALHO, D.A.; CARDOSO, E.C.V.; RASSI, F.C.; MUNDIM, K.C.; RUBIM, J.C. e SUAREZ, P.A.Z. Diesel-like fuel obtained by pyrolysis of vegetable oils. *J Anal. Appl. Pyrolysis.* v. 71, p. 987-996, 2004.
- MACEDO, C.C.S.; ABREU, F.R.; TAVARES, A.P.; ALVES, M.B.; ZARA, L.F.; RUBIM J.C. e SUAREZ, P.A.Z.; New heterogeneous metal-oxides based catalyst for vegetable oil trans-esterification *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 17, p.1291-1296, 2006.
- MORETTO, E. e FETT, R. *Tecnologia dos óleos e gorduras vegetais*. Rio de Janeiro: Varela, 1989.
- O'BRIAN, R.D.; FARR, W.E. e WAN, P.J. *Introduction to fats and oil technol-*

*ogy*. Champaign-II (EUA): AOCSS Press, 2000.

SOLOMONS G. e FRYHLE, C. *Química orgânica*. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

SUAREZ, P.A.Z.; e MENEGETTI, S.M.P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. *Química Nova*, v. 30, p. 2068-2071, 2007.

SUAREZ, P.A.Z.; MENEGETTI, S.M.P.; MENEGETTI, M.R. e WOLF, C.R. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. *Química Nova*, v. 30, p. 667-676, 2007.

TOLMASQUIM, M.T. *Fontes renováveis de energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

<http://www.mct.gov.br/> - acessado em 16/02/2007.

[http://www.biodiesel.org/pdf\\_files/fuefactsheets/Production\\_Graph\\_Slide.pdf](http://www.biodiesel.org/pdf_files/fuefactsheets/Production_Graph_Slide.pdf) - acessado em 21/12/2006.

<http://www.ebb-eu.org/stats.php> - acessado em 30/01/2006.

**Abstract:** *Biodiesel: possibilities and challenges.* The use of alternative fuels is increasing, because oil is an energy source that can be exhausted and emits large amounts of polluting gasses. Many alternatives have been emerging in order to replace fossil fuels, like ethanol fuel (AEHC) and biofuels from oils or fats, which happen to be a promise for replacement of diesel oil. Considering the social relevance of this subject, in this article we presented information related to technological process for biodiesel production and social, economic and environmental issues. In addition to it, some recommendations are made about possibilities of the use of that subject in the classroom.

**Keywords:** biofuels, biodiesel, energy resources, pollution

### ENEQ 2008

O Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) é um evento bianual organizado pela Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química – SBQ desde 1982, e que até 1992 foi realizado em conjunto com a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. A partir da sua edição em 1994 um grande avanço se deu em termos de qualidade da pesquisa com a consolidação da área de Ensino de Química no país.

O XIV ENEQ acontecerá em Curitiba, na Universidade Federal do Paraná, no período de 21 a 24 de julho de 2008, no Setor de Ciências Sociais Aplicadas, no Campus Jardim Botânico e abordará o tema "Conhecimento Químico: Desafios e Possibilidades da Pesquisa e da Ação Docente"



As inscrições para participação no XIV ENEQ serão realizadas até 5 de julho de 2008.

Contato através do e-mail: [eneq2008@quimica.ufpr.br](mailto:eneq2008@quimica.ufpr.br)  
Informações adicionais em [www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008](http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008)

A Comissão Organizadora