

# O Efeito Estufa Pode Ser Reduzido com a Produção e a Utilização do Biodiesel?

Maria Assima Bittar Gonçalves e Reinaldo Gonçalves Nogueira

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo apresenta um impacto significativo na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar é um dos resultados do uso e da produção desses combustíveis. Este é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. O biodiesel é um combustível renovável, biodegradável e ecologicamente correto, produzido a partir de diversas matérias-primas e por meio de diversos processos. Neste artigo faz-se uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de comparar as contribuições do diesel e do biodiesel para o efeito estufa.

**Palavras-chave:** *biodiesel; diesel; efeito estufa.*

The consumption of fossil fuels derived from petrol has a meaningful impact in the environmental quality. The air pollution is one of the results of usage and the production of these fuels. This is, probably, the most visible impact of petrol derived fuels. Biodiesel is a renewable, biodegradable and ecologically correct, produced from several sources and through many processes. In this article a bibliographic research is done, aiming to compare the diesel and biodiesel contributions to the greenhouse effect.

**Keywords:** *biodiesel; diesel; greenhouse effect.*

## Introdução

Nos dias atuais, a busca por novas fontes de energia em substituição aos combustíveis fósseis tem se tornado uma questão de extrema importância não só sob aspecto econômico, mas também do ponto de vista ambiental. A maior parte da energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Com o esgotamento dessas fontes naturais de biomassa, em especial energia fóssil, sobretudo de sua impossibilidade de renovação, há uma motivação para o desenvolvimento de tecnologias que permitam utilizar fontes de energia renováveis e ecologicamente corretas.

A utilização do biodiesel como alternativa aos tradicionais combustíveis tem tornado uma saída à escassez dos óleos minerais, apresentando atrativos como: tratar-se de um combustível líquido, portanto de aplicação mais simples; poder ser obtido de fontes naturais renováveis; apresenta baixo impacto ambiental devido à emissão mínima de poluentes (é praticamente isento de enxofre) e além disso, tem características físico-químicas semelhantes às do diesel como viscosidade, densidade, capacidade térmica, índice de acidez, dentre outras.

O Brasil apresenta vários aspectos que favorecem a produção de biocombustíveis, tais como geografia favorável, situa-se em uma região tropical, com altas taxas de luminosidade e temperaturas médias anuais. Associada à disponibilidade hídrica e regularidade de chuvas, torna-se o país com maior potencial para produção de energia renovável.

A utilização de biodiesel como combustível tem apresentado um potencial promissor no mundo inteiro. Em primeiro lugar, pela sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, e, em segundo lugar, como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo.

## Biodiesel

O biodiesel pode ser definido como sendo um mono-álquil éster de ácidos graxos derivados de fontes renováveis, como óleos vegetais, gorduras animais e resíduos gordurosos industriais e residenciais, obtido

através de um processo de transesterificação, no qual óleos e gordura animal reagem na presença de um catalisador (uma base) com um álcool (metanol ou etanol) para produzir os alquil ésteres correspondentes para o caso do metanol, os ésteres metílicos da mistura de ácidos graxos.

Este combustível alternativo pode ser produzido de uma grande variedade de materiais gordurosos, sendo que as matérias-primas graxas mais utilizadas para a produção de biodiesel são os óleos vegetais refinados. Óleos vegetais são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis ou triglicerídios). Atualmente, a reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais vem ganhando espaço cada vez maior, não simplesmente porque os resíduos representam matérias-primas de baixo custo, mas, principalmente, porque os efeitos da degradação ambiental decorrentes de atividades industriais e urbanas estão atingindo níveis cada vez mais alarmantes.

Sua história inicia-se no ano de 1900, quando o próprio Rudolph Diesel apresentou um protótipo de motor na Exposição Universal de Paris, que foi acionado com óleo de amendoim, cultura que era muito difundida nas colônias francesas na África. No entanto, a abundância da oferta de petróleo e o seu preço acessível determinaram que, nos anos seguintes, os derivados do petróleo fossem os combustíveis preferidos, reservando os óleos vegetais para outros usos. Por outra parte, os óleos vegetais apresentavam dificuldades para se obter uma boa combustão, atribuídas à sua elevada viscosidade, o que impedia uma adequada injeção nos motores. O vegetal deixava depósitos de carbono nos cilindros e nos injetores, requerendo uma manutenção intensiva. A pesquisa realizada para resolver esses problemas conduziu à descoberta da transesterificação.

Este tratamento permitiu superar as dificuldades com a combustão. Os primeiros a utilizar a feliz denominação de biodiesel para os combustíveis foram os pesquisadores chineses, em 1988<sup>1</sup>. Na década de 30, o governo francês incentivava as experiências com o óleo de amendoim visando conquistar a independência energética<sup>2</sup>. Porém, o desenvolvimento dos combustíveis de origem vegetal foi praticamente abandonado quando o fornecimento de petróleo foi restabelecido.

Parte do que faz o biodiesel tão atraente e interessante

é que ele pode ser produzido a partir de diversas fontes naturais. Apesar de a gordura animal poder ser utilizada, o óleo vegetal é a maior fonte de biodiesel. Cientistas e engenheiros podem utilizar óleos de colheitas familiares como soja, semente de colza (canola), palmeira, algodão, girassol e amendoim para produzir o biodiesel. O biodiesel pode ser produzido até mesmo de gordura de cozinha reciclada.

O ponto em comum entre todas as fontes do biodiesel é que todas contêm gordura de alguma forma. Óleos são nada mais que gorduras que se liquefazem em temperatura ambiente. Essas gorduras, ou triglicerídios (algumas vezes chamadas de triglicérides), são feitas de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio fundidos juntos e combinados em um padrão específico. Estes triglicerídios são consideravelmente predominantes. Somados a óleos vegetais caseiros, eles estão presentes até em coisas comuns como manteiga e banha.

## **MATÉRIAS-PRIMAS PARA O BIODIESEL**

As matérias-primas para a produção de biodiesel são: óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. Óleos vegetais e gorduras são basicamente compostos de triglicerídeos, ésteres de glicerol e ácidos graxos. O termo monoglicerídeo ou diglicerídeo refere-se ao número de ácidos. No óleo de soja, o ácido predominante é o ácido oléico, no óleo de babaçu, o laurídico e no sebo bovino, o ácido esteárico.

Algumas fontes para extração de óleo vegetal que podem ser utilizadas: baga de mamona, polpa do dendê, amêndoa do côco de dendê, amêndoa do côco de babaçu, semente de girassol, amêndoa do côco da praia, caroço de algodão, grão de amendoim, semente de canola, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate e de nabo forrageiro. Embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, sua produção é extrativista e não há plantios comerciais que permitam avaliar com precisão as suas potencialidades. Isso levaria tempo, uma vez que a pesquisa agropecuária nacional ainda não desenvolveu pesquisas com foco no domínio dos ciclos botânico e agrônômico dessas espécies.

Entre as gorduras animais, destacam-se o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de

porco, entre outros, são exemplos de gordura animal com potencial para produção de biodiesel. Os óleos e gorduras residuais, resultantes de processamento doméstico, comercial e industrial também podem ser utilizados como matéria-prima.

Os óleos de frituras representam um grande potencial de oferta. Um levantamento primário da oferta de óleos residuais de frituras, suscetíveis a serem coletados, revela um potencial de oferta no país superior a 30 mil toneladas por ano.

## **PRODUÇÃO DO BIODIESEL**

O biodiesel não é óleo vegetal puro. Embora o óleo vegetal cru tenha sido usado para abastecer motores a diesel no passado, ele normalmente causava problemas. A gordura ou o óleo cru deve primeiramente submeter-se a uma série de reações químicas a fim de transformar-se em combustível. Há algumas maneiras diferentes de se produzir o biodiesel, mas a maioria das instalações de produção desenvolve o biodiesel industrial por meio de um processo chamado transesterificação. Neste processo, a gordura ou o óleo é primeiramente purificado e então reagido com um álcool, geralmente metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ou etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), na presença de um catalisador como o hidróxido de potássio (KOH) ou o hidróxido de sódio (NaOH). Quando isso acontece, o triglicerídeo é transformado para formar os ésteres e a glicerina. Os ésteres restantes compõem o que se chama de biodiesel<sup>3</sup>.

## **ETANOL X METANOL**

Somente álcoois simples, tais como metanol, etanol, propanol, butanol e amil-álcool, podem ser usados na transesterificação. O metanol é mais freqüentemente utilizado por razões de natureza física e química (cadeia curta e polaridade). Contudo, o etanol está se tornando mais popular, pois ele é renovável e muito menos tóxico que o metanol.

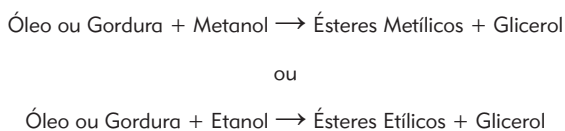
O etanol é o mais comum dos álcoois e caracteriza-se por ser um composto orgânico, obtido através da fermentação de substâncias amiláceas ou açucaradas, como a sacarose existente no caldo-de-cana, e também mediante os processos sintéticos. É um líquido incolor, volátil, inflamável, solúvel em água, com cheiro e sabor característicos. Segundo algumas pesquisas, pode ser produzido através de biomassa (resíduos agrícolas e florestais)<sup>4</sup>.

No Brasil, atualmente, uma vantagem da rota etílica pode ser considerada a oferta desse álcool, de forma disseminada em todo o território nacional. Assim, os custos diferenciais de fretes, para o abastecimento de etanol *versus* abastecimento de metanol, em certas situações, possam influenciar numa decisão. Sob o ponto de vista ambiental, o uso do etanol leva vantagem sobre o uso do metanol, quando este álcool é obtido de derivados do petróleo. No entanto é importante considerar que o metanol pode ser produzido a partir da biomassa, quando essa suposta vantagem ecológica pode desaparecer. Em todo o mundo o biodiesel tem sido obtido via metanol<sup>5</sup>.

### TRANSESTERIFICAÇÃO

É o processo através do qual um reator realiza a reação química do óleo vegetal ou gordura animal com o etanol (rota etílica) ou com o metanol (rota metílica) na presença de um catalisador básico (hidróxido de sódio ou de potássio) ou ácido (ácido sulfúrico). O mais comumente utilizado é o hidróxido de sódio (NaOH), pelo seu baixo custo e alta disponibilidade. Para remoção da glicerina, que aparece como subproduto da produção de biodiesel, é necessário volume de 10 a 15% de etanol ou metanol.

#### Esquema 1



A reação processa-se mesmo em temperatura ambiente e é efetuada com um excesso de álcool (uma parte de óleo para seis partes de álcool, por exemplo). O excesso de álcool é recuperado no final do processo por evaporação. A mistura de biodiesel e glicerina (10 a 12%) obtida na reação é decantada ou centrifugada para a separação das fases, e o biodiesel é ainda lavado e seco para se obter a melhor qualidade possível<sup>6</sup>.

A transesterificação é o processo, atualmente, mais utilizado e mais viável comercialmente para a produção de biodiesel no país.

### CATALISADORES

O tipo de catalisador, as condições da reação e a concentração de impurezas numa reação de transesterificação determinam o caminho que a reação deve seguir<sup>7</sup>.

A transesterificação pode ser conduzida na presença de catalisadores ácidos, básicos e enzimáticos, simples ou complexos. O emprego de catalisadores ácidos, dentre os quais o ácido sulfúrico é o mais empregado, leva à cinética muito lenta de reação quando comparada ao uso de catalisadores básicos<sup>8</sup>.

O sucesso do biodiesel se deu à descoberta de catalisadores eficientes, substâncias que aceleram a reação química. No biodiesel de metanol, o catalisador empregado é o hidróxido de sódio ou de potássio, também conhecido como soda ou potassa cáustica. Para sintetizar o biodiesel de etanol, além do catalisador tradicional, adicionou-se outra substância catalisadora, cujo nome é mantido em sigilo ou reserva porque o processo de obtenção da patente não está concluído. Pode-se dizer que esse catalisador é um hidróxido metálico misto, chamado vulgarmente de argila. O processo de transformação de óleos vegetais e álcool em biodiesel, conhecido como transesterificação, é relativamente simples. O óleo vegetal é misturado ao álcool etílico e aos catalisadores em um reator e sofre agitação por meia hora.

### BIODIESEL VERSUS DIESEL

De uma forma bem sucinta, podem-se destacar as seguintes vantagens e desvantagens do biodiesel como combustível, quando comparado ao diesel.

#### Vantagens

- É energia renovável. No Brasil há muitas terras cultiváveis que podem produzir uma enorme variedade de oleaginosas, principalmente nos solos menos produtivos, com um baixo custo de produção.
- Permite diminuição da poluição atmosférica.
- Permite ao produtor realizar rotação de culturas em sua propriedade, incorporando nutrientes na sua lavoura.
- Na formação de sementes o gás carbônico do ar é absorvido pela planta.

- Provoca pouca emissão de partículas de carvão. O biodiesel é composto por um éster contendo dois átomos de oxigênio na molécula.
- O biodiesel tem um risco de explosão baixo. Ele precisa de uma fonte de calor acima de 150°C para explodir.
- Tem fácil transporte e fácil armazenamento, devido ao seu menor risco de explosão.
- O uso como combustível proporciona ganho ambiental para todo o planeta, pois colabora para diminuir a poluição e o efeito estufa.
- O biodiesel é uma fonte limpa e renovável de energia que vai gerar emprego e renda para o campo, pois o país abriga o maior território tropical do planeta, com solos de alta qualidade que permitem uma agricultura auto-sustentável do plantio direto; topografia favorável à mecanização, e é a nação mais rica em água doce do mundo, com clima e tecnologia que permitem a produção de duas safras ao ano.
- Na queima do biodiesel, ocorre a combustão completa.
- É necessária uma quantidade de oxigênio menor que a do diesel.
- Os óleos vegetais usados na produção de biodiesel podem ser obtidos por qualquer oleaginosa.
- Não tem a presença de benzeno.
- Aditivo com baixo teor de enxofre<sup>9</sup>.
- O Brasil possui muitas terras cultiváveis permitindo a produção de oleaginosas.
- Os subprodutos do biodiesel poderão ser usados como nutrientes para o solo agrícola<sup>10</sup>.
- No Brasil e na Ásia, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo as florestas tropicais, importantes bolsões de biodiversidade. Embora, no Brasil, essas lavouras não tenham o objetivo de serem usadas para biodiesel, essa preocupação deve ser considerada<sup>11</sup>.
- Tem uma produção ligeiramente mais baixa de energia, se comparada a um volume equivalente do diesel regular.
- No inverno, pode apresentar problemas com a temperatura, devido ao aumento da viscosidade. Podendo assim ocorrer formação de pequenos cristais<sup>10</sup>.
- Emissões de NOx. De todas as partículas prejudiciais esta é a única que com biodiesel apresenta ligeiro aumento<sup>9</sup>.

## CO<sub>2</sub>, EFEITO ESTUFA E ATMOSFERA

O efeito da maior concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é um agravamento do originalmente benéfico efeito estufa, isto é, tende a ocorrer um aumento da temperatura maior do que o normal; um aquecimento global. Em outras palavras, a temperatura global tende a subir, podendo trazer graves conseqüências para a humanidade<sup>12</sup>.

O relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC de 2001 mostrou que o nível total de emissão de CO<sub>2</sub> em 2000 foi de 6,5 bilhões de toneladas.

Entre 2002 e 2003, a taxa de acumulação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera da Terra aumentou acentuadamente, levantando entre os cientistas o temor de que os efeitos do aquecimento global possam se manifestar mais rapidamente do que o esperado.

Os níveis de CO<sub>2</sub> aumentaram mais de 2 ppm ao longo dos biênios 2001/2002 e 2002/2003. Nos anos anteriores, essa taxa de crescimento havia sido de 1,5 ppm, o que já era um fator elevado. As variações grandes na concentração de CO<sub>2</sub> estão associadas aos picos de atividade industrial, que intensificam a queima de petróleo e derivados, ou a anos de atuação mais intensa do *El Niño*, quando a liberação de carbono por decomposição de árvores supera a retirada de carbono do

## Desvantagens

- Os grandes volumes da glicerina previstos (subproduto) só poderão ter mercados a preços muito inferiores aos atuais; todo o mercado de óleos-químicos poderá ser afetado.
- Não há uma visão clara sobre os possíveis impactos potenciais da oferta de glicerina.

ar pela fotossíntese. Entretanto, neste período, o *El Niño* não esteve ativo, não podendo ser responsabilizado pelo aumento da concentração de  $\text{CO}_2$ <sup>12</sup>.

O incremento na taxa de gás carbônico na atmosfera foi detectado pelo grupo de pesquisa liderado pelo Dr. Charles Keeling, da Universidade da Califórnia em *San Diego*, que monitora, desde 1958, as concentrações de gás carbônico em pontos afastados de fontes de poluição, como o vulcão extinto *Mauna Loa*, no Havaí. O salto recente também foi detectado em outras estações de medição, como na Irlanda e na ilha norueguesa de *Svalbard*, no Ártico.

A literatura recente registra diversos fenômenos que estão sendo diretamente relacionados ao acirramento do efeito estufa, decorrente da queima de combustíveis fósseis. Pesquisadores americanos apontam que os incêndios florestais que assolaram o hemisfério Norte nos últimos anos podem haver contribuído para tornar mais intenso o efeito estufa. Outra tendência observada nos meios acadêmicos americanos são as investigações que tentam demonstrar que as florestas e oceanos, que funcionam como sumidouros ou depósitos de gás carbônico, retirando o seu excesso da atmosfera, estão perdendo essa capacidade, por saturação do sistema.

Caso a tese aventada por este grupo de cientistas seja correta, representaria o início de uma alteração incontrolável no efeito estufa, em que a incidência de catástrofes decorrentes do aquecimento global - como elevação no nível do mar, secas e tempestades mais freqüentes - previstas para o fim deste século poderiam se antecipar. O próprio Dr Keeling admite que o enfraquecimento dos sorvedouros de carbono da biosfera possa ser uma das causas do aumento anormal nas concentrações de  $\text{CO}_2$ .

Para uma avaliação mais precisa dos benefícios ambientais do biodiesel, é necessário levar em conta todo seu ciclo de vida, envolvendo a produção de sementes, fertilizantes, agrotóxicos, preparo do solo, plantio, processo produtivo, colheita, armazenamento, transporte e consumo desse combustível renovável. Quanto ao efeito estufa, deve-se avaliar a quantidade de gases emitida em todas as fases desse ciclo e deduzi-la do volume capturado na fotossíntese da biomassa que lhe serve de matéria-prima.

Os benefícios ambientais podem, ainda, gerar

vantagens econômicas para o país. O Brasil poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL. Existe, então, a possibilidade de venda de cotas de carbono por meio do Fundo Protótipo de Carbono - PCF, pela redução das emissões de gases poluentes, e também de créditos de seqüestro de carbono, por meio do Fundo Bio de Carbono - CBF, administrados pelo Banco Mundial.

Países como Japão, Espanha, Itália e países do norte e leste europeu têm demonstrado interesse em produzir e importar biodiesel, especialmente, pela motivação ambiental. Na União Européia, a legislação de meio ambiente estabeleceu que, em 2005, 2% dos combustíveis consumidos deverão ser renováveis e, em 2010, 5%.

Ressalte-se, contudo, que a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo. No ano de 2001 35,9% da energia fornecida no Brasil é de origem renovável. No mundo, esse valor é de 13,5%, enquanto que nos Estados Unidos é de apenas 4,3%.

A redução das emissões de “Gases de Efeito Estufa” (dióxido de carbono, metano, clorofluorcarbonetos-CFCs-e óxidos de azoto) para a diminuição da temperatura global pode ser relevante, contudo, os valores monetários associados a possíveis créditos de carbono são ainda pequenos. Para valores de crédito entre US\$ 1 e 5/t de carbono evitado, estes valores corresponderiam a cerca de 3% do custo de produção<sup>12</sup>.

Esse combustível produzido a partir de sementes oleaginosas permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o  $\text{CO}_2$  é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor.

Os óleos vegetais e seus derivados são combustíveis de origem vegetal, daí que a quantidade de dióxido de carbono resultante da sua combustão seja sensivelmente a mesma que a absorvida, através da fotossíntese, pelas plantas que estiveram na sua origem. Sendo assim, estes combustíveis, contrariamente aos combustíveis fósseis derivados do petróleo, não irão desequilibrar o ciclo de  $\text{CO}_2$ , não agravando, portanto, o “efeito de estufa”. De referir que caso não sejam utilizados para a fabricação de biodiesel, os óleos alimentares usados irão degradar-se naturalmente e dar origem à libertação de  $\text{CO}_2$ .

De acordo com Vermeersch em 1992<sup>13</sup>, mesmo ao nível

das emissões de CO<sub>2</sub>, o balanço é largamente favorável aos ésteres quando comparados com os combustíveis fósseis. Por exemplo, 1TEP (Tonelada equivalente de Petróleo) de gasolina provoca a emissão de 3,4 t de CO<sub>2</sub>, enquanto que 1 TE de éster provoca a emissão de 1,7 t de CO<sub>2</sub>).

Como já foi referido, os óleos vegetais e respectivos ésteres destinam-se a serem utilizados em motores diesel. Este tipo de motores, apesar de permitirem reduções no consumo de combustível e nas emissões de dióxido e monóxido de carbono, comparativamente aos motores à gasolina, emitem em contrapartida, grande quantidade de partículas (fumos). A utilização de ésteres, em vez de gás óleo origina uma redução de cerca de 50% nas emissões de partículas. Este fato deriva da presença de oxigênio nas suas moléculas, o que irá contribuir para uma melhor combustão e conseqüente redução dos hidrocarbonetos não queimados<sup>14</sup>.

As vantagens do ponto de vista ambiental parecem evidentes em especial nos centros urbanos que se debatem com índices elevados de poluição automotiva. Aliás, este tem sido um dos principais argumentos que tem levado várias entidades públicas europeias e adotar a utilização de ésteres em veículos municipais e em transportes públicos. Os ésteres, apesar de estarem a ser usados em misturas com o gás óleo, permitem melhorar consideravelmente a qualidade do ar dos centros urbanos.

A utilização desse resíduo proveniente da fritura de alimentos como matéria-prima dependerá de beneficiamentos posteriores, considerando que o óleo já utilizado pode ter suas características físico-químicas alteradas, fazendo com que o biodiesel obtido não se enquadre dentro de especificações mínimas recomendadas para o seu uso. O processo produtivo deverá ser o mesmo daquele utilizado a partir do óleo vegetal.

Como o álcool entra na fórmula, toma o lugar do glicerol eliminado, sendo o aproveitamento quase total: para cada litro de óleo cru usado, obtém cerca de 980ml de biodiesel.

## ANÁLISES E DISCUSSÕES

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo apresenta um impacto significativo na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar, as mudanças climáticas, os derramamentos de óleo e a geração de

resíduos tóxicos são resultados do uso e da produção desses combustíveis. A poluição do ar das grandes cidades é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. Nos Estados Unidos, os combustíveis consumidos por automóveis e caminhões são responsáveis pela emissão de 67% do monóxido de carbono - CO, 41% dos óxidos de nitrogênio - NOx, 51% dos gases orgânicos reativos, 23% dos materiais particulados e 5% do dióxido de enxofre - SO<sub>2</sub>. Além disso, o setor de transportes também é responsável por quase 30% das emissões de dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>, um dos principais responsáveis pelo aquecimento global. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado cerca de 0,4% anualmente.

O biodiesel é um combustível biodegradável e pode ser utilizado em motores diesel, puro ou misturado com fóssil. Assim como o combustível derivado de petróleo, o biodiesel opera em motores de ignição à combustão.

De acordo com a pesquisa<sup>15</sup> constatou-se uma redução de consumo de combustível quando se usou uma mistura na proporção de até 50% de biodiesel devido à maior lubricidade desse combustível. “Acima disso, o consumo aumentou”, isso aconteceu porque o biodiesel tem menor poder calorífico - de 3% a 4% - e por isso consome mais quando a mistura é superior a 50%. A próxima etapa do estudo será avaliar o nível de emissão de poluentes gerado pelo biodiesel.

O produto também foi testado em carros, locomotivas, motores e geradores elétricos. Nesse último caso, a parceria foi estabelecida com a empresa Branco, do Paraná, em abril deste ano. “Os resultados têm sido altamente satisfatórios. Observamos uma redução na emissão de poluentes e agora estamos realizando testes de durabilidade empregando o biodiesel puro (B100)”, informa o pesquisador. Quando se utiliza a grande variedade de oleaginosas, na produção do biodiesel, existentes no Brasil, os impactos ambientais ocorridos são analisados desde os fertilizantes aplicados nas lavouras, a produção e seus insumos, até o consumo do combustível.

De acordo com a pesquisa realizada, verificou-se que a gordura de origem animal pode ser utilizada na produção de biodiesel.

A grande vantagem de utilizar resíduos gordurosos na produção de biodiesel é que, além de ser uma opção de

material graxo, resolveria o problema de descartes, tornado o processo viável mesmo que estes resíduos sofram algum tipo de tratamento antes de serem utilizados.

De acordo com *Cummins*<sup>16</sup>, pesquisas realizadas analisaram emissões de gases de efeito estufa geradas pelo ciclo de vida do insumo álcool (desconsiderando as emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida da matéria graxa), e o uso do biodiesel metílico reduz a emissão de gases causadores do citado efeito em 95%. Quanto ao biodiesel etílico, a redução é de 96,2%, havendo, portanto, diferença pouco significativa (1,2%) entre os dois ésteres. As emissões de poluentes locais (controlados e não controlados) do biodiesel variam, basicamente, em função do tipo de óleo vegetal (soja, mamona, palma, girassol, etc) ou gordura animal usados na produção do biodiesel. Tomando-se por base o biodiesel puro (B100), produzido com óleo de soja, seu uso reduz as emissões do monóxido de carbono (CO) em 48%, de material particulado (MP) em 47%, do óxido de enxofre (SOx) em praticamente 100% e dos hidrocarbonetos totais (HC) em 67%.

O Brasil e o mundo sabem fazer biodiesel de metanol. Mas por que utilizar um produto que pode colocar em risco a segurança dos trabalhadores, uma vez que é tóxico, quando se pode usar o álcool de cana? Como se a agressão à saúde dos trabalhadores e ao ambiente não bastassem, o metanol tem a desvantagem econômica.

De acordo com a pesquisadora Stella (2003)<sup>17</sup> o Brasil importa cerca de 15% do petrodiesel necessário para a movimentação de sua frota de transporte – o que representa uma remessa de divisas equivalente a US\$ 1,2 bilhão por ano somente nesse segmento. Quanto ao metanol, o País já importa 50% do que usa para outras finalidades. “Imagine para produzir biodiesel”.

Durante a pesquisa realizada constatou-se que o biodiesel reduz a emissões poluentes, como, por exemplo, o dióxido de carbono, enxofre, monóxido de carbono e o dióxido de enxofre além de que os motores a óleo vegetal possibilitam uma redução de 78% das emissões de dióxido de carbono. Este gás é responsável pelo efeito estufa que está alterando o clima nível mundial.

De acordo com a publicação do site *biodieselbr*, as emissões de NOx, quando comparada à todas partículas prejudiciais, é a única que com o biodiesel apresenta ligeiro aumento. O óxido de nitrogênio pode aumentar

até 15% no uso de B100. O NOx é um grande responsável pela baixa qualidade do ar em São Paulo. A boa notícia é que com o uso de aditivos ou alteração nos motores as emissões diminuem consideravelmente.

O biodiesel é um combustível biodegradável e pode ser utilizado em motores.

## Conclusões

Os fatores ambientais e a elevação dos preços do petróleo favorecem a expansão do mercado de produtos combustíveis derivados da biomassa no mundo todo, predominando o etanol, para uso em automóveis, e biodiesel para caminhões, ônibus, tratores, transportes marítimos, aquaviários e em motores estacionários para a produção de energia elétrica, nos quais o óleo diesel é o combustível mais utilizado.

Para produção de biodiesel verificou-se a variedade de materiais graxos que podem ser utilizados. O Brasil possui oleaginosas, gordura de origem animal e rejeitos que podem ser utilizados para a produção deste combustível mais ecológico que pode substituir parcialmente os combustíveis fósseis.

Os impactos ambientais na produção de biodiesel utilizando oleaginosas são analisados desde a produção dos agrotóxicos utilizados nas lavouras até o consumo do combustível e sua emissão de gases.

Na transesterificação a produção de biodiesel utilizando a rota etílica é mais vantajosa. Quanto aos aspectos ambientais, quando comparada à rota metílica, o etanol é uma fonte totalmente renovável, apesar de que o rendimento é melhor quando se utiliza metanol.

Para sorte do Brasil, o etanol não é tóxico e pode produzir biodiesel com tecnologia totalmente nacional por meio de um método novo e economicamente viável.

O aumento da produção do biodiesel aumenta também a produção de glicerina gerando problemas ambientais, uma vez que esta não haverá total absorção pelas indústrias.

O consumo do biodiesel, embora emita uma grande quantidade de CO<sub>2</sub>, permite que se estabeleça o ciclo fechado de carbono.

Finalmente, outro ponto favorável ao biodiesel é o fato do mesmo poder ser produzido a partir de rejeitos industriais, o que pode reduzir custos referentes ao descarte destes rejeitos.



## REFERÊNCIAS

1. Knothe, G. Gerpen, J.V. Krahl, J. Ramos, L.P. *Manual de Biodiesel*, São Paulo: Ed. Edgard Blucher, **2006**.
2. Knothe, G. Perspectivas históricas de los combustibles diesel basados em aceites vegetales. *Revista A&G*, 47, Tomo XII, No. 2., **2001**
3. Agarwal, A. K.; *Prog. Energ. Combust.* **2007**, 33, 233.
4. Batista, A. C. F. Etanol. Biodiesel no tanque. Ambiente Brasil S/S Ltda. Disponível em [www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/etanol.html/Etanol/](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/etanol.html/Etanol/). Acessado em 23/03/2007.
5. Parente, E. S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Tecbio, Fortaleza, CE, **2003**.
6. Bill Jorge Costa e Sonia Maria Marques de Oliveira. Dossiê Técnico/Produção de biodiesel. Instituto de Tecnologia do Paraná. **2006**.
7. Metanol X Etanol Disponível em [www.biodieselbr.com/biodiesel/processo-producao/etanol-metanol.htm](http://www.biodieselbr.com/biodiesel/processo-producao/etanol-metanol.htm). Acessado em 04/03/2007.
8. Catalisadores – Processo de Produção de Biodiesel. Disponível em [www.biodieselbr.com/biodiesel/processo-producao/catalisadores.htm](http://www.biodieselbr.com/biodiesel/processo-producao/catalisadores.htm). Acesso em 24/02/2007.
9. Ramos L. P., Gazzoni L. D., Suarez P., Vantagens e Desvantagens do Biodiesel. Disponível em [www.biodieselbr.com/biodiesel/vantagens/vantagens-biodiesel.htm](http://www.biodieselbr.com/biodiesel/vantagens/vantagens-biodiesel.htm). Acessado em 06/04/2007.
10. Pinto, A. C.; Guarieiro, L. L. N.; Rezende, M. J. C.; Ribeiro, N. M.; Torres, E. A.; Lopes, W. A.; Pereira, P. A. P.; de Andrade, J. B.; *J. Braz. Chem. Soc.* **2005**, 16, 1313.
11. Vantagens do biodiesel. Disponível em [www.biodieselbr.com/biodiesel/vantagens/vantagens-biodiesel.htm](http://www.biodieselbr.com/biodiesel/vantagens/vantagens-biodiesel.htm). Acessado em 06/04/07.
12. *Greenhouse Effect* – Efeito estufa. Meio Ambiente. “CO<sub>2</sub>,, efeito estufa e Atmosfera”; “Aquecimento Global, Protocolo de Quioto, MDL e Crédito de Carbono”. Disponível em [www.biodieselbr.com/efeito-estufa/co2/efeito-estufa-dioxido.htm](http://www.biodieselbr.com/efeito-estufa/co2/efeito-estufa-dioxido.htm). Acessado em 17/03/2007.
13. Vermeersch. Óleos alimentares. Disponível em [www.an.com.br/DetNoticia.jsp?sCodNoticia=35290&sCodEditoria=10](http://www.an.com.br/DetNoticia.jsp?sCodNoticia=35290&sCodEditoria=10). Acessado em 24/01/2007, 1992.
14. Gateau. Óleos alimentares. Disponível em [www.an.com.br/DetNoticia.jsp?sCodNoticia=35290&sCodEditoria=10](http://www.an.com.br/DetNoticia.jsp?sCodNoticia=35290&sCodEditoria=10). Acessado em 24/01/2007, 1985.
15. Biodiesel no Tanque. Disponível em <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=2337&bd=1&pg=3&lg=>. Acessado em 22/09/2007.
16. Cummins Latin America. Disponível em [www.cummins.com.br/cla/historia\\_biodiesel\\_ambiente.asp](http://www.cummins.com.br/cla/historia_biodiesel_ambiente.asp). Acessado em 19/08/2007.
17. Stella R. *Jornal da USP. Energia; O biodiesel é nosso*. Ribeirão Preto, SP. **2003**.

---

## Maria Assima Bittar Gonçalves<sup>1</sup> e Reinaldo Gonçalves Nogueira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Mange, CP 355, CEP 75113-630, Anápolis, GO, Brasil. Universidade Católica de Goiás - Departamento de Matemática, Física e Engenharia de Alimentos - Praça Universitária - Área III

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás - Escola de Engenharia Elétrica e de Computação - Av. Universitária, nº 1488 - Quadra 86 - Bloco A - 3º piso - CEP: 74605-010 - Setor Universitário - Goiânia - GO - Brasil.