



Biodiesel no tanque

Se tudo correr bem, dentro de dois anos os veículos brasileiros movidos à óleo diesel caminhões, ônibus, tratores e locomotivas - estarão rodando com um percentual de biodiesel no tanque.

Biodiesel de etanol desenvolvido no país poderá abastecer comercialmente ônibus e caminhões a partir de 2005.

Se tudo correr bem, dentro de dois anos os veículos brasileiros movidos à óleo diesel caminhões, ônibus, tratores e locomotivas - estarão rodando com um percentual de biodiesel no tanque. Esse novo combustível é produzido através da reação química de óleos vegetais com um álcool (metanol ou etanol), sempre na presença de uma substância química chamada catalisador que é fundamental para promover a transformação química. Os óleos vegetais empregados podem ser extraídos da soja, do girassol, do amendoim, de outras sementes oleaginosas, ou ainda de frutos como o Caryocar brasiliense (pequi), a Acrocomia aculeata (macaúba) ou Elaeis guineensis (dendê).

O processo de produção a base de óleos vegetais e álcool metílico, sob aquecimento, é de domínio público. Nos últimos 5 a 10 anos, esse tipo de biodiesel passou a ser comercializado em larga escala na União Européia, onde o óleo de colza (canola) é empregado como matéria prima. Nos Estados Unidos as matérias primas principais são o óleo de soja e o metanol, que é um derivado do gás natural ou do petróleo. No Brasil alguns grupos de pesquisa e pequenos produtores, utilizam o metanol como no processo europeu e americano, porém com óleos de soja, babaçu e outros óleos virgens, além dos óleos de fritura. O uso do metanol, um álcool tóxico, venenoso e de origem fóssil (derivado do petróleo) é uma das grandes desvantagens desse processo.

Uma alternativa interessante seria a utilização do álcool etílico (etanol) obtido da cana-de-açúcar, que é 100% renovável e garante maior segurança na manipulação devido a sua menor toxicidade. Além disso, no Brasil existe uma maior disponibilidade do álcool de cana (maior produtor mundial de etanol), enquanto parte (50% aproximadamente) do metanol consumido no país para outras finalidades é importado. Porém, até o presente, esse álcool não podia ser empregado com eficiência como substituto do metanol, devido à baixa taxa de conversão dos óleos vegetais em biodiesel e também à dificuldade de separação das fases constituídas de biodiesel e do subproduto chamado glicerina. Pesquisas realizadas nos laboratórios da Universidade de São Paulo (USP) em Ribeirão Preto, por uma equipe coordenada pelo professor Miguel J. Dabdoub, permitiram o desenvolvimento de um novo processo e tecnologia capazes de superar essas limitações. Esses pesquisadores também conseguiram reduzir o tempo reacional que anteriormente era de seis horas para apenas 30 minutos.

As vantagens não param por aí, pois esse desenvolvimento tornou o processo tecnicamente viável reduzindo o consumo energético e consequentemente os custos operacionais, particularmente porque a transformação ocorre a frio (temperatura ambiente). Algumas dessas vantagens são aplicáveis também para o uso do metanol o que deverá favorecer processos anteriormente estabelecidos. Além do grupo de pesquisa do LADETEL- USP/RP, existem outras iniciativas espalhadas por todo o país que estudam e desenvolvem alternativas para substituir o diesel derivado de petróleo. São profissionais que estão focados na obtenção de ganhos ambientais - com a diminuição das emissões de poluentes - e econômicos proporcionados pelo uso do novo combustível.



Hoje, a frota nacional consome cerca de 37 bilhões de litros de óleo diesel por ano. Em 2005, esse volume subirá para 40 bilhões de litros, conforme projeção da Agência Nacional do Petróleo (ANP). A meta do Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel (Probiobiodiesel), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e mais recentemente do Grupo de Trabalho Interministerial coordenado pela Casa Civil da Presidência da República é montar um amplo plano de produção de biodiesel, com o incentivo ao plantio de diversas oleaginosas. Esse combustível servirá como complemento ao óleo diesel comum e, futuramente, poderá ser usado de forma integral nos motores diesel se houver oferta suficiente. A idéia inicial é acrescentar 5% de biodiesel ao óleo diesel comum - fórmula conhecida como B5, em uma iniciativa similar a que ocorre com a gasolina, que recebe adição de cerca de 25% de etanol anidro. Com essa medida, estima-se que o Brasil reduza em 33%, de um total de 6 bilhões de litros, suas importações de diesel, gerando uma economia anual de US\$ 350 milhões, além de um grande número de empregos diretos e indiretos. Reforçando a importância dos benefícios que o biodiesel pode trazer para o país, várias comissões do Congresso Nacional tem discutido o assunto, particularmente na Câmara dos Deputados onde atualmente tramitam dois projetos de Lei para a implantação do biodiesel. Um do Deputado Mendes Thame do PSBD-SP e o outro do Deputado Rubens Otoni do PT-GO.

Mesmo que o país alcance a auto-suficiência em petróleo nos próximos anos, será preciso continuar importando diesel. O problema é que o óleo extraído das profundezas marítimas da costa brasileira tem qualidade inadequada para a produção do combustível diesel. Na maior parte das jazidas, principalmente, a da Bacia de Campos, o petróleo é do tipo pesado, caracterizado por ainda não ter completado seu ciclo de maturação e por sofrer um processo de biodegradação natural. Ainda deve ser considerado que a capacidade das refinarias brasileiras não acompanha o incremento do consumo de petrodiesel. Além de diminuir a dependência da importação, o biodiesel a base de etanol (álcool de cana) é de grande importância estratégica e poderá facilitar a incorporação desse tipo de combustível na matriz energética do país. Os resultados das pesquisas realizadas, demonstram indiscutivelmente que o biodiesel é mais eficiente do que o óleo vegetal in natura porque não causa corrosão no motor, não carboniza os bicos injetores de combustível e melhora a partida do veículo a frio por ser menos denso e fluir melhor nas mangueiras e dutos. Segundo Dabdoub - Doutor em química e coordenador do Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas (LADETEL) da USP - o processo de produção de biodiesel já é conhecido há alguns anos, mas era economicamente inviável devido às limitações de ordem técnica, como a baixa taxa de conversão da mistura óleo e etanol em biodiesel. "A síntese empregando o metanol com óleos vegetais resulta num aproveitamento da ordem de 98%, enquanto com o etanol chegava a, no máximo, 80%", explica Dabdoub. Outro problema a ser solucionado era a separação da glicerina, um subproduto da reação. "O nosso grande desafio foi desenvolver uma metodologia que superasse esses dois obstáculos. Conseguimos o êxito no início deste ano com a finalização de um processo que permite uma transformação acima de 98% e possibilita a separação espontânea da glicerina, além de diminuir o tempo da reação significativamente", diz o pesquisador.

O sucesso do trabalho deveu-se 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 o pesquisador adicionou uma outra substância catalisadora, cujo nome é mantido em segredo porque o processo de obtenção da patente não está concluído. "Podemos dizer que esse catalisador é um hidróxido metálico misto, chamado vulgarmente de argila", afirma Dabdoub. Segundo ele, 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. Para cada 1.000 litros de óleo são utilizados 200 litros de etanol e de 0,8% a 1% dos agentes catalisadores. Em seguida, a mistura vai para um decantador onde ocorre a separação da glicerina, substância de alto valor agregado, usada por indústrias farmacêuticas, de cosméticos e de explosivos. A separação pode ser mais rápida e eficiente se o processo de centrifugação for utilizado. Uma tonelada de glicerina chega a custar US\$ 1,3 mil.

Uma grande vantagem do biodiesel desenvolvido pelo LADETEL é o processo de produção, bem mais rápido do que o de fabricação do biodiesel metílico. "Conseguimos fazer a reação em 30 minutos, enquanto o processo tradicional leva seis horas. Com isso, somos doze vezes mais produtivos", diz Dabdoub. Essa síntese vai ficar ainda mais ágil. O pesquisador conseguiu fazer a reação óleo vegetal-etanol usando irradiação eletromagnética. "É um processo muito promissor que substitui o segundo catalisador pela irradiação na faixa do ultra-som. A reação pode ser feita de forma contínua em cerca de 10 minutos", diz Dabdoub. O pesquisador acredita que quando esse novo processo, ainda em escala laboratorial, estiver concluído poderá também ser empregado na fabricação de biodiesel na Europa e nos Estados Unidos.

Por outro lado, em conjunto com o grupo de pesquisa do Doutor Pietro Ciancaglini, Professor associado de Bioquímica da USP de Ribeirão Preto, o LADETEL estuda o emprego de enzimas para realizar a produção de biodiesel etílico. Grandes avanços nesta área estão sendo feitos e o emprego da biotecnologia contribui com inúmeras vantagens. A transformação total, eficiente e limpa de óleos vegetais em biodiesel etílico tem sido conseguida com algumas enzimas. Porém, a grande desvantagem do tempo prolongado necessário (até 24h) ainda precisa ser superada.

Vantagens ambientais - Apesar da eficiência do processo de conversão e do aproveitamento da glicerina, o biodiesel brasileiro ainda é mais caro do que o diesel comum. Mas a diferença, diz Dabdoub, pode ser facilmente anulada se o governo desonerar o produto de impostos na fase inicial do programa, antes de atingir a produção em grande escala. O pesquisador acrescenta que o novo combustível não acarreta nenhum problema de ordem técnica aos veículos e que não são necessárias modificações no motor para que ele funcione normalmente. Outra alternativa é o uso do biodiesel etílico como combustível sem a presença do diesel de petróleo. Ele traz inúmeras vantagens, a começar pelo fato de ser um combustível totalmente nacional e 100% renovável. Há também ganhos ambientais, como a redução da emissão de gases poluentes que causam efeito estufa, fenômeno associado ao aquecimento da temperatura da Terra. O uso do biodiesel na sua forma pura diminui a emissão de dióxido de carbono em 46% e de fumaça preta em 68%. Se for usada a mistura B5, a redução de fumaça preta chega a 13%. Segundo Dabdoub o biodiesel puro é isento de enxofre. Por outro lado, "O óleo diesel contém enxofre gerador de chuva ácida e benzo-a-pireno potencialmente cancerígeno. A vantagem do biodiesel etílico nacional é que ele proporciona uma combustão muito mais limpa", A adoção desse combustível também trará benefícios econômicos.

O Brasil ficará menos dependente do petróleo e haverá um fortalecimento do agronegócio, com geração de empregos e criação de um importante mercado de consumo para óleos vegetais. Dabdoub afirma que uma vantagem do novo combustível é o fato dele poder ser feito à partir do óleo de diversas plantas. São oleaginosas com uma variedade de produtividades e adaptadas a diferentes regiões do país. Assim, a soja produz 400 litros(l) de óleo por hectare (ha), o girassol, 800 l/ha, mamona, 1.200 l/ha, babaçu, 1.600 l/ha, dendê, 5.950 l/ha, pequi, 3.100 l/ha, milho, 160 l/ha, algodão 280 l/ha e macaúba 4000 l/ha. "Segundo a Embrapa, o amendoim forrageiro dos cultivares BR-1 e BRS-151 L-7 é resistente ao stress hídrico e adequado para plantio no semi-árido, rende 1.700 Kg do grão por hectare e 750 litros de óleo, sem irrigação, e 4.800 Kg/ha correspondendo a quase 2.100 litros de óleo/ha, no plantio irrigado", informa o professor.

"Até o presente temos usado onze variedades de óleos vegetais nos nossos experimentos, como a soja, amendoim, girassol, algodão, milho, canola, mamona, pequi, macaúba, babaçu e dendê, além dos óleos de fritura já usados. Porém, para abastecer as necessidades dos nossos parceiros de pesquisa em escalas maiores, utilizamos o óleo de soja porque é o mais abundante e o Brasil é o segundo maior produtor mundial de óleo de soja, com uma produção anual de 54 milhões de toneladas". Mas, no futuro o plantio de outras oleaginosas deverá ser incentivado e os seus óleos serão empregados na produção de biodiesel, elevando a demanda por essas plantas e promovendo o desenvolvimento em várias regiões do país.

"No Vale do Ribeira e no Pontal do Paranapanema a macaúba poderia ser empregada, enquanto no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, por exemplo, o biodiesel poderia ser produzido a partir do pequi. Para as regiões Norte e Nordeste, isso poderá ser feito com óleo de babaçu, amendoim e dendê." Hoje existe a grande discussão até a nível de governo federal sobre a produção de biodiesel com óleo de mamona. Principalmente para a região do árido e semi-árido nordestino. Isso é possível pois conforme declara

Dabdoub "a reação de transesterificação acontece muito bem inclusive com o óleo de mamona, assim sendo, a produção do biodiesel não é problema. Porém, devemos ter pesquisas conclusivas dos efeitos causados pelo uso prolongado do biodiesel de mamona nos motores, uma vez que a presença de um grupamento hidroxílico na cadeia lateral dos ácidos graxos - ácido ricinoleico - torna as características físico-químicas do biodiesel de mamona bastante diferentes daquelas observadas para os ésteres metílicos ou etílicos derivados de qualquer outro óleo vegetal, o que pode ser uma séria restrição técnica que somente os resultados práticos e concretos das pesquisas poderão eliminar".

Testes de desempenho - Para provar a eficácia do biodiesel de etanol ou também chamado de "biodiesel de cana", Dabdoub fechou acordo com empresas da iniciativa privada, entidades e instituições de pesquisa para a realização de testes de desempenho, consumo e potência. A Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Jaboticabal, ficou responsável por verificar a eficiência do produto em tratores agrícolas. Os ensaios ficaram a cargo do engenheiro agrícola Afonso Lopes, professor do Departamento de Mecanização Agrícola da Unesp, que contou com apoio financeiro da FAPESP. O pesquisador testou o combustível em um trator Valtra, modelo BM100, com cem cavalos de potência, equipado com um sistema de medição de combustível desenvolvido na Unesp. O veículo foi avaliado em condição de campo sob cinco tipos de mistura biodiesel-óleo: B100 (apenas biodiesel), B25 (25% de biodiesel e 75% de óleo), B50 (metade biodiesel e metade óleo), B75 (75% de biodiesel e 25% de óleo) e apenas óleo diesel. "O funcionamento do trator foi normal com todas as misturas.

Constatamos uma redução de consumo de combustível quando se usou uma mistura na proporção de até 50% de biodiesel devido à maior lubrificidade desse combustível. Acima disso, o consumo aumentou", afirma Lopes. Segundo o pesquisador, 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.



Os ensaios com locomotivas estão sendo executados pela América Latina Logística (ALL), concessionária ferroviária com atuação no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Argentina. No primeiro momento, foram realizados com sucesso testes laboratoriais para medir consumo, potência e emissões. A segunda fase envolverá o uso do combustível na forma de B25 em locomotivas que rodarão nos trechos Ourinhos-Apucarana e Curitiba-Apucarana durante um ano. "Em função dos resultados, a ALL avaliará a possibilidade de usar biodiesel em toda a frota", afirma Dabdoub.

O biodiesel, por fim, também está sendo testado nas misturas B20, B30 e B100 em veículos de passeio, como no caso dos automóveis das montadoras francesas Peugeot e Citroën. Esses carros estão equipados com motores de última geração que permitem a injeção direta do combustível sob alta pressão (HDI - High Direct Injection Fuel) comumente chamados de "Common feed Rail". Para se ter uma idéia da tecnologia avançada que está sendo utilizada, basta dizer que somente uma montadora de caminhões no país emprega comercialmente esse tipo de motores, que por si só permitem a redução do consumo e das emissões de poluentes. Os estudos da USP neste campo específico, concentram-se na análise de consumo de combustível, durabilidade e emissão de poluentes (monóxido e dióxido de carbono, dióxido de enxofre, hidrocarbonetos não queimados, gases de nitrogênio e material particulado). Os testes de durabilidade estão sendo realizados, rodando no mínimo 80.000 Km, com a análise da variação das emissões de gases poluentes a cada 20.000 Km.

"Também fazemos testes com os motores cedidos por essas montadoras, em colaboração com os Professores Antônio Moreira e Josmar Pagliuso da Escola de Engenharia Mecânica da USP de São Carlos que conta com uma das mais modernas instrumentações laboratoriais do país, para análise de rendimento, consumo, potência e também de emissões, além de três bancadas dinamométricas. Esses mesmos ensaios são feitos de forma paralela na sede da PSA Peugeot-Citroën na França", conta Dabdoub.

Estudos pelo Brasil - A pesquisa da USP de Ribeirão Preto não é a única relacionada ao desenvolvimento de combustíveis alternativos ao diesel no Brasil. Existe uma extensa rede que envolve universidades, institutos de pesquisa, associações empresariais, agências reguladoras e de fomento, empresas, cooperativas e ONGs interessadas no desenvolvimento e na implantação do biodiesel. Ainda falando de óleos residuais, o LADETEL mantém um sub-projeto no chamado "Projeto Biodiesel Brasil" coordenado por Dabdoub, que utiliza os óleos residuais dos refeitórios universitários (bandejeões) da USP-RP, USP-Pirassununga, ESALQ-Piracicaba, UNESP de Jaboticabal e USP-Capital, além de grande quantidade de óleo doado pela rede de lanchonetes Mc Donald's do estado de São Paulo. O projeto com esta rede de "fast food" visa uma ação social através do apoio do Projeto Biodiesel Brasil ao GACC (Grupo de Apoio à Criança com Câncer) que já recebe apoio de outros setores da USP e dessa mesma rede de lanchonetes.

Resumo Histórico - No princípio, Diesel usou óleo vegetal

Foi a partir da invenção do motor a diesel, pelo engenheiro francês de origem alemã Rudolph Christian Carl Diesel (1858-1913) no final do século XIX, que vislumbrou-se, pela primeira vez, a possibilidade de se usar óleos vegetais como combustível. Foi apenas na primeira década do século passado que o óleo diesel passou a ser produzido à partir do petróleo. A primeira patente de biodiesel feito com óleo de amendoim e metanol foi depositada no Japão na década de 1940, seguida de outras três patentes americanas na década de 1950.

No Brasil, as pesquisas tiveram início nos anos de 1980 com a criação do Programa de Óleos Vegetais (OVEG). O pioneirismo coube, entre outros, ao IME, IPT, CEPLAC - Min. Agricultura, a escola de Engenharia Mecânica de São e à Universidade Federal do Ceará (UFC), responsável pela primeira patente brasileira de um processo de biodiesel. Pesquisadores cearenses produziram o combustível à partir de uma mistura de óleo de mamona e metanol.

"O programa brasileiro não vingou nessa época por motivos econômicos. Faltou uma visão estratégica de longo prazo que permitisse a superação das deficiências tecnológicas como foi feito com o programa do álcool (PROALCOOL)", conta o professor Miguel J. Dabdoub. Nos anos 90, países da Europa começaram a implantar programas de uso do biodiesel. Atualmente, dois milhões de veículos rodam no continente com esse combustível. Na Alemanha e na Áustria, emprega-se o biodiesel puro, enquanto nos demais países ele é misturado ao diesel na proporção de 5% a 20%. Dentro de três anos (2005) 2% de todo combustível consumido na Europa deve ser proveniente de fontes renováveis. Em 2010, esse percentual subirá para 5,75%. Segundo Dabdoub "Com isso, existe uma grande possibilidade do Brasil vir a exportar biodiesel". Em função das políticas de incentivo ao uso de combustíveis renováveis, adotadas na Europa, é previsível que haverá um aumento da demanda superior à sua capacidade de produção, enquanto o Brasil é o país com maior potencial de produção. "Só no cerrado, temos 90 milhões de hectares para expandir a nossa fronteira agrícola e teremos o biodiesel realmente 100% renovável se empregarmos o álcool de cana ao invés do metanol" conclui o professor.

Texto e fotos: Antonio Carlos Ferreira Batista