

Emissão de material particulado por misturas ternárias contendo biodiesel, óleo vegetal e etanol: uma comparação com diesel convencional

BORGES, J.L.B.¹; ÁVILA, M.T. de²; RALISCH, R.¹

¹Universidade Estadual de Londrina - UEL, borges-
jl@hotmail.com; ralisch@uel.br; ²Embrapa Soja,
marcio@cnpso.embrapa.br

Os compostos de emissão, tanto dos motores a diesel quanto a gasolina ou combustíveis mistos, podem ser classificados em dois tipos: os que não causam danos à saúde, ou seja, O₂, CO₂, H₂O e N₂, e os que apresentam perigos à saúde, sendo esses subdivididos em compostos cuja emissão está regulamentada (monóxido de carbono - CO, hidrocarbonetos - HC, óxidos de nitrogênio - NO_x, óxidos de enxofre - SO_x e material particulado - MP); e aqueles que ainda não estão sob regulamentação (aldeídos, amônia, benzeno, cianetos, tolueno e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares - HPA) (Neeft et al., 1996).

Dentre todos esses, o MP é o poluente atmosférico mais consistentemente associado a efeitos adversos à saúde humana (Abbey, 1999).

Nas últimas décadas, um grande esforço tem sido feito para reduzir a utilização de combustíveis derivados de petróleo nos meios de transporte e para geração de energia em todo o mundo. Dentre as recentes alternativas propostas, biodiesel e etanol, além de misturas contendo biodiesel/diesel e álcool/diesel, têm chamado muita atenção para o uso em motores de ciclo Diesel, apresentando-se como uma das soluções, em diversos países, para reduzir importações de petróleo e diminuir as emissões de poluentes.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a emissão de material particulado de misturas ternárias compostas de álcool etílico, biodiesel e óleo vegetal em um motor de ciclo Diesel, tendo como condição-padrão um motor idêntico funcionando com diesel convencional.

Foram utilizados para os testes dois motores estacionários, de ciclo Diesel a 4 tempos, da marca Toyama, modelo 70f, refrigerados a ar, com injeção direta e 6 HP de potência nominal, sendo que um deles foi abastecido somente com óleo diesel convencional e o outro com as misturas ternárias contendo óleo vegetal/biodiesel/etanol; dessa forma, cada motor pôde ser avaliado individualmente de acordo com o combustível empregado. Foi utilizado também, para imprimir carga ao motor, um gerador elétrico da marca Bambozzi, de 10 kVA, com rotação nominal de 1.800 rpm, portanto, passível de ser utilizado com o motor supracitado que apresentava rotação nominal de 3.000 a 3.600 rpm.

Para comparar a emissão dos combustíveis foi realizada a coleta do material particulado proveniente dos gases de escape dos motores por meio do uso de um filtro circular, com diâmetro de 5 cm, confeccionado a partir de fibra de vidro.

As três misturas de biocombustíveis empregadas eram compostas de: 60 % de biodiesel, 20 % de etanol anidro e 20 % de óleo vegetal (mistura 1); 60 % de biodiesel, 30 % de etanol anidro e 10 % de óleo vegetal (mistura 2); 50 % de biodiesel, 40 % de etanol anidro e 10 % de óleo vegetal (mistura 3), além do combustível-padrão, o óleo diesel derivado do petróleo.

A sistemática de trabalho empregada foi a seguinte: primeiramente, os filtros foram desidratados em estufa a 105 °C e pesados; posteriormente, foram acoplados na extremidade do escapamento, onde permaneceram por 2, 5, 8 e 10 minutos.

Para a determinação do tempo ideal de coleta foram realizados testes de tentativas, em que se notou uma diferença expressiva na

quantidade de material coletado nos filtros expostos a 2 e 5 minutos, a favor do maior tempo de exposição.

Já com 8 e 10 minutos de exposição não foi verificada diferença entre a quantidade de material retido nos mesmos e no filtro com 5 minutos de exposição. Assim, adotou-se para os testes o tempo padrão de 5 minutos para a coleta. Em seguida, os filtros foram novamente desidratados e pesados, o que permitiu registrar a massa do material retido.

Os resultados obtidos com a utilização das misturas ternárias de biocombustíveis indicaram uma redução expressiva no nível de material particulado emitido pelo motor na rotação de 3.600 rpm (rotação máxima), em relação ao diesel convencional. Comportamento esse proveniente da substituição de um combustível de cadeia carbônica longa (óleo diesel), com 13 átomos de carbono, em média, e alto ponto de ebulição (de 190 °C a 330 °C), por uma mistura de combustíveis contendo etanol, de cadeia mais simples e menor temperatura de ebulição.

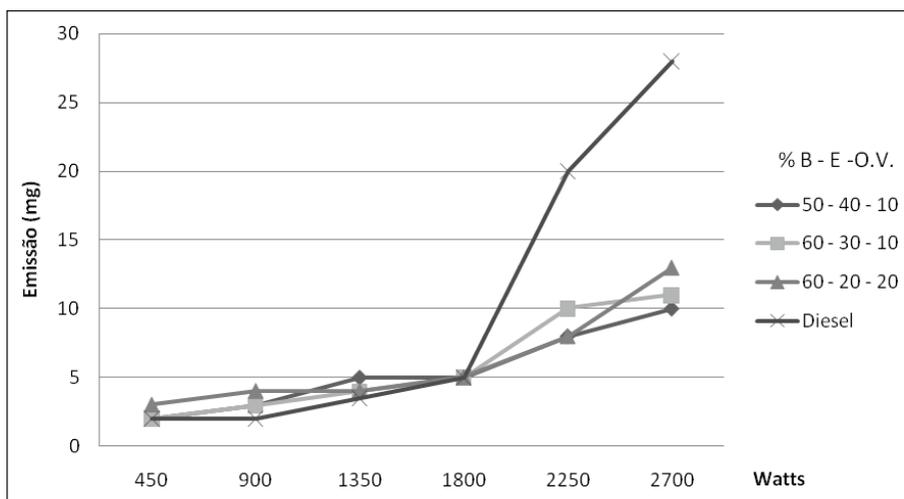


Fig. 1. Emissão de material particulado, num intervalo de 5 minutos de coleta, em função da carga aplicada pelo gerador ao motor.

Nota-se na Fig. 1 que, quando a carga demandada pelo gerador não ultrapassou 1800 watts, a emissão de MP entre os combustíveis foi semelhante, porém, a medida em que se elevou a carga até 2.700 watts, em que maior volume de combustível foi pulverizado na câmara de combustão, a quantidade de MP emitido pelo diesel foi bastante superior a todas as misturas, sendo 28 mg para o diesel, enquanto as misturas ternárias variaram de 10 mg a 13 mg para a carga máxima fornecida. Observa-se, também, que o aumento de etanol na mistura ternária favoreceu a queda na emissão de MP, fato que, segundo Dietrich e Bindel (1983), explica-se pela capacidade do etanol em proporcionar uma combustão mais eficiente, implicando em redução no teor de carbono não queimado, corroborando assim com os resultados encontrados no experimento.

Redução na emissão de particulados também foi verificada nos experimentos de Holmer et al. (1980), que realizaram substituições de até 32 % do óleo diesel por etanol, por meio do uso do artifício da microemulsão. Resultados similares foram obtidos por Goering et al. (1992) que notaram supressão na emissão de fumaça quando utilizaram injeção de etanol no coletor de admissão ou no injetor do cilindro. Nessa mesma linha de pesquisa, Feitosa (2003) conseguiu expressiva diminuição de emissão de particulados com substituição de até 50 % de diesel por etanol.

Além do etanol, a presença de biodiesel na mistura também influenciou positivamente na redução da emissão de MP, visto que, na literatura, diversos autores demonstraram tal fato. Misturas de biodiesel de girassol/diesel (B25, B50, B75 e B100) foram utilizadas por Muñoz et al. (2004), em motor Diesel automotivo, para determinar os níveis de emissão de poluentes. A redução do grau de enegrecimento e da emissão específica de material particulado medido foi bastante representativa e favorável ao uso do biodiesel, o que, em parte, é explicado pela ausência de enxofre no biodiesel.

O enxofre compartilha o oxigênio disponível na fase tardia da combustão com o carbono resultante da queima parcial, em algumas condições

de funcionamento do motor, aumentando a produção de material particulado (Muñoz et al., 2004).

Misturas ternárias estáveis contendo diesel/biodiesel/álcool etílico para alimentação de motores de ciclo Diesel foram preparadas com êxito por Kwanchaeron et al. (2006) e Caetano (2003). Em todos os estudos, os autores obtiveram resultados positivos em relação à emissão de poluentes para a atmosfera, fato que, em tempos de exaustiva preocupação em preservar o meio ambiente, mostra-se como uma excelente alternativa à utilização de um combustível puramente fóssil.

Os resultados do presente trabalho levam a concluir que a utilização das misturas ternárias de biocombustíveis, nas condições e métodos de realização do experimento, é eficiente pra reduzir a emissão de material particulado presente nos gases de exaustão do motor de ciclo Diesel.

Referências

ABBEY, D. E.; NISHINO, N.; MCDONNELL, W. F.; BURCHETTE, R. J.; KNUTSEN, S. F.; BEESON, W. L.; YANG, J. X. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine** 159, n. 373-382, 1999.

CAETANO, T. **Estudo da miscibilidade de etanol com componentes do diesel e biodiesel**. 2003. 118f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DIETRICH, W.; BINDEL, H. W. H. O desenvolvimento da "injeção piloto" para uso de álcoois em motores ciclo Diesel. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA 1.; ENCONTRO DOS CENTROS DE APOIO TECNOLÓGICO, 11., 1983, Brasília, DF. **Anais...** 1983. p. 515-533.

FEITOSA, M. V. **Desenvolvimento do motor de ignição por compressão alimentado por injeção direta de óleo diesel e por etanol pós vaporizado no coletor de admissão.** 2003. 217f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos.

GOERING, C. E.; CROWELL, T. J.; GRIFFITH, D. R.; JARRETT, M. W.; SAVAGE, L. D. Compression-ignition, flexible-fuel engine. **Transactions of the ASAE**, v.35, n.2, p. 423-428, 1992.

HOLMER, E.; BERG, P. S; BERTILSSON, B. I. The utilization of alternative fuels in a Diesel engine using different methods. Society of Automotive Engineers, SAE paper 800544. 1980.

KWANCHARON, P.; LUENGNARUEMITCHAI, A.; JAI-IN, S. Solubility of a diesel–biodiesel–ethanol blend, its fuel properties, and its emission characteristics from diesel engine. **Fuel**, v.10, p. 1053-1061, 2006.

MUÑHOZ, M.; MORENO, F.; MOREA, J. Emissions of an automobile diesel engine fueled with sunflower methyl ester. **Transactions of the ASAE**. v. 47, n. 1, p. 5-11, 2004.

NEEFT, J. P. A.; MAKKEE, M.; MOULIJN, J. A. Diesel particulate emission control. **Fuel Processing Technology**, v. 47, p.1-69, 1996.