

QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL PARTICULADO EMITIDO POR UM MOTOR DE CICLO DIESEL ALIMENTADO COM MISTURAS TERNÁRIAS CONTENDO BIODIESEL, ETANOL E ÓLEO VEGETAL

Márcio Turra de Ávila² (marcio@cnpso.embrapa.br), José Luiz Bernardo Borges¹, Ricardo Ralisch¹, Murilo Daniel de Mello Innocentini³, Cristiane Sanches Farinas⁴, Nanci Cristina Rodrigues³.

¹ Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, s/nº, Caixa Postal 6001, CEP 86051-990, Londrina-Pr.

² Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass – Distrito de Warta, Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina-Pr.

³ Universidade de Ribeirão Preto, Av. Costabile Romano, 2201, Ribeirão, CEP 14096-900, Ribeirão Preto-SP.

⁴ Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de Novembro, 1452, CEP 13560-970, São Carlos, SP.

Palavras Chave: biocombustíveis, motores, emissões, poluentes.

Introdução

Os compostos de emissão, tanto dos motores de ciclo Diesel como aqueles de ciclo Otto, podem ser classificados em dois tipos: os que não causam danos à saúde (O_2 , CO_2 , H_2O e N_2) e os que apresentam perigos à saúde (CO , HC , NO_x , SO_x e MP).⁸

Dentre esses últimos, o material particulado (MP) é o poluente atmosférico mais comumente associado a efeitos adversos à saúde humana.¹

Nas últimas décadas, um grande esforço tem sido feito para reduzir a utilização de combustíveis derivados de petróleo para geração de energia e transporte em todo o mundo. Entre 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 redução de suas importações de petróleo e diminuição das emissões de poluentes.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho fixou-se em quantificar a emissão de material particulado de misturas ternárias⁶ 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.

Materiais e Métodos

Para a realização dos testes, foram utilizados dois motores estacionários, de ciclo Diesel a 4 tempos, da marca Toyama, modelo T70f, 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. Assim sendo, cada

motor pôde ser avaliado individualmente de acordo com o combustível empregado. Para imprimir carga ao motor, foi empregado um gerador elétrico da marca Bambozzi, de 10 kVA, com rotação nominal de 1.800 rpm.

Para a comparação da emissão produzida, foi realizada a coleta do material particulado proveniente dos gases de escape dos motores através do uso de um filtro circular, com diâmetro de 5 cm, confeccionado a partir de fibra de vidro.

As três misturas volumétricas de biocombustíveis, usadas nos testes, 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 dessas, houve emprego do combustível padrão (óleo diesel derivado do petróleo) para estabelecimento de um referencial.

A sistemática de trabalho utilizada 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. Em seguida, os filtros foram novamente desidratados e pesados, o que permitiu registrar a massa do material retido.

Para a determinação do tempo ideal de coleta, foram realizados diversos testes nos quais se notou diferença expressiva de quantidade de material particulado entre os filtros expostos aos gases de escape por 2 e 5 minutos (com maior concentração de partículas no filtro de maior tempo de exposição).

Com 8 e 10 minutos de coleta, não se verificou diferença entre o material retido nos mesmos e no filtro com 5 minutos de exposição. Assim, para a coleta de material particulado, adotou-se o tempo padrão de 5 minutos.

Resultados e Discussão

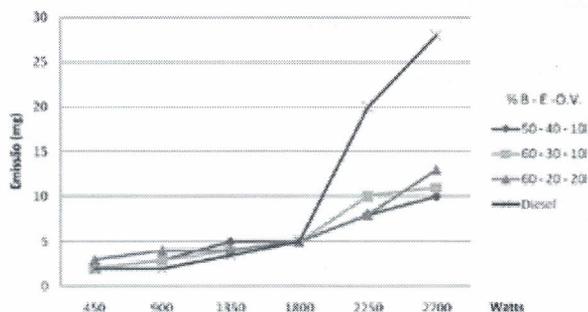


Figura 1. Emissão de material particulado, num intervalo de 5 minutos de coleta, em função da carga aplicada pelo gerador ao motor.

Conforme pode ser verificado na Figura 1, 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. Esse comportamento das emissões de particulados dos motores ocorreu em decorrência 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 carbônica mais simples e menor temperatura de ebulição.

Enquanto a carga demandada pelo gerador não ultrapassava 1800 watts, a emissão de MP entre os combustíveis era semelhante, porém, na medida em que se elevava a carga até 2.700 watts (o que exigia maior volume de combustível injetado na câmara de combustão), a quantidade de MP emitido pelo uso de óleo diesel foi bastante superior àquela proveniente da queima de todas as misturas. Em termos numéricos, observaram-se 28 mg emitidos pelo diesel, enquanto as misturas ternárias produziram de 10 a 13 mg, para a carga máxima estabelecida. Observou-se, também, que o aumento da proporção de etanol na mistura ternária favoreceu a queda na emissão de MP, fato que, segundo Dietrich & Bindel (1983)², pode ser explicado pela capacidade do etanol em proporcionar uma combustão mais eficiente, o que implica em redução no teor de carbono não queimado.

A diminuição na emissão de particulados também foi verificada nos experimentos de Holmer et al. (1980)⁵ que realizaram substituições de até 32% do óleo diesel por etanol através do uso do artifício da microemulsão. Resultados similares foram obtidos por Goering et al. (1992)⁴ 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)³ 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 a 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)⁷, em motor Diesel automotivo, para determinação dos níveis de emissão de poluentes. A redução do grau de enegrecimento e da emissão específica

de material particulado foi bastante representativa e favorável ao uso do biodiesel, o que, em parte, é causado 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 particulado⁸.

Como conclusão final, pode-se dizer que os resultados do presente trabalho levaram à confirmação de que a utilização das misturas ternárias de biocombustíveis, nas condições e métodos de realização do experimento, foi eficiente na redução de emissão de material particulado presente nos gases de exaustão do motor de ciclo Diesel estudado.

Agradecimentos

Universidade Estadual de Londrina – CCA, Departamento de Agronomia.

Embrapa Soja – Área de Agroenergia.

CAPES – Instituição de fomento.

Bibliografia

¹ 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.

² Dietrich, W.; Bindel, H. W. H. O desenvolvimento da "injeção piloto" para uso de álcoois em motores ciclo Diesel. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA I.; ENCONTRO DOS CENTROS DE APOIO TECNOLÓGICO, II, 1983, Brasília, DF. Anais. 1983. p. 515-533.

³ 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. 217p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos.

⁴ 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.

⁵ 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.

⁶ Kwanchareon, 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.

⁷ Muñoz, 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.

⁸ Neeft, J. P. A.; Makkee, M.; Moulijn, J. A. Diesel particulate emission control. *Fuel Processing Technology*, v. 47, p. 1-69, 1996.