

EMISSÕES DE POLUENTES DO MOTOR DE UM TRATOR AGRÍCOLA UTILIZANDO DIESEL MINERAL E BIODIESEL

JAVIER S. ESTRADA¹, JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER², GISMAEL FRANCISCO PERIN³,
MARCELO S. DE FARIAS³, FABRÍCIO A. RODRIGUES⁵

¹ Eng^o Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), bolsista CNPQ, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, Fone: (55) 97050071. Endereço eletrônico: j.solis.estrada@gmail.com.

² Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. Engenharia Rural, CCR/UFSM, Santa Maria – RS.

³ Eng^o Agrônomo, Msc. Eng. Agrícola, Doutorando PPGEA, UFSM, Santa Maria – RS.

⁴ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, PPGEA, UFSM, CCR/UFSM, Santa Maria – RS.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Na agricultura a utilização de biocombustíveis vem sendo muito estudada como alternativa sustentável aos combustíveis de origem mineral, os quais são a principal fonte de energia para os motores de combustão interna. Nas máquinas agrícolas, o motor Diesel é o mais utilizado devido as suas características, que se adaptam às exigências do trabalho no meio rural. As possibilidades oferecidas pelo biodiesel são de substituir de forma parcial ou total a utilização do óleo diesel mineral, reduzindo assim a dependência deste recurso não renovável e as emissões de gases poluentes. O objetivo deste trabalho foi quantificar as emissões de gases de exaustão de um motor ciclo diesel. Foram utilizados como combustíveis: biodiesel (B100) e óleo diesel mineral S10 e S500, cada um deles com conteúdo de 5%, 10%, 15%, 20% e 50% de B100. Determinou-se para cada combustível os níveis de: CO (ppm), CO₂ (%), NO_x (ppm), O₂ (%) e HC (ppm). As variáveis analisadas foram dispostas em esquema fatorial-

PALAVRAS-CHAVE: biocombustível; motor Diesel; emissões

POLLUTANT EMISSIONS OF A FARM TRACTOR ENGINE USING BIODIESEL

ABSTRACT: In agriculture the use of biofuels is extensively studied as a sustainable alternative to mineral fuels, which are the main source of energy for internal combustion engines. In agricultural machines, diesel engine is the most widely used due to its characteristics, to suit the demands of work in rural areas. The possibilities offered by biodiesel to replace partially or completely the use of mineral diesel, thus reducing the dependence of this non-renewable resource and emissions of polluting gases. The objective of this study was to quantify the emissions of exhaust gases of a diesel cycle engine. Were used as fuels: biodiesel from soybean oil (B100), and mineral diesel S10 and S500, each with a content of 5%, 10%, 15%, 20% and 50% of B100. Was determined for each fuel levels of CO (%), CO₂ (%), NO_x (%), O₂ (%) and HC (ppm). The variables were arranged in a factorial design.

KEYWORDS: biofuel; diesel engine, emissions

INTRODUÇÃO: Mundialmente percebe-se um incremento no interesse pelo desenvolvimento de combustíveis obtidos a partir de fontes renováveis (biocombustíveis), principalmente, biodiesel, bio-óleo e etanol, os quais geram um impacto menor à natureza comparado com os combustíveis derivados do petróleo (BARNWAL et al., 2004). A crescente preocupação em diminuir as emissões de gases que provocam o efeito estufa gera um cenário favorável para a utilização de biocombustíveis como fonte de energia alternativa e sustentável. Os biocombustíveis são fontes de energia renováveis, obtidas a partir da biomassa celulósica, óleos vegetais ou graxa animal. A produção de energia a partir da biomassa é uma alternativa para países com grandes áreas de solos e condições climáticas favoráveis. Economicamente, os biocombustíveis podem representar fontes de emprego e redução nos custos de infraestrutura no desenvolvimento de uma cidade (ALMEIDA et al., 2002). Atualmente no Brasil, o biodiesel produzido a partir do óleo do grão de soja é o mais utilizado, sendo consumido por motores de compressão que, em diferentes pesquisas, vem se estudando como alternativa na substituição parcial ou total do óleo diesel mineral. Muitas destas pesquisas estão focadas na parte do desempenho de motor e nas modificações das características dos combustíveis (CHANG et al., 2010), sendo ainda pouco quantificados os níveis de emissões gerados pelo uso do biodiesel e comparados com os produzidos pelo óleo diesel. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar as emissões de gases de exaustão de um motor ciclo diesel de um trator agrícola. Foram utilizados como combustíveis: biodiesel de óleo de soja (B100) e óleo diesel mineral S10 e S500, cada um deles com conteúdo de 5%, 10%, 15%, 20% e 50% de B100, totalizando 11 tratamentos. Determinou-se para cada combustível os níveis emitidos pela combustão de: CO (%), CO₂ (%), NO_x (%), O₂ (%) e HC (ppm).

MATERIAL E MÉTODOS: Para determinar os níveis de emissões de gases poluentes de um motor agrícola, foi utilizado um trator marca Massey Ferguson, modelo MF 4291 com motor Perkins, modelo 1104C-44T, de quatro cilindros, turboalimentado, com injeção direta e bomba rotativa de combustível (figura 1). Os tratamentos utilizados são descritos na tabela 1.

TABELA 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Combustível
T1	S10 B5
T2	S10 B10
T3	S10 B15
T4	S10 B20
T5	S10 B50
T6	S500 B5
T7	S500 B10
T8	S500 B15
T9	S500 B20
T10	S500 B50
T11	B100

Os combustíveis utilizados foram o diesel mineral S10 com 10 ppm de enxofre na sua composição (também conhecido como diesel metropolitano), o diesel mineral S500, com 500 ppm de enxofre (diesel interior) e biodiesel (B100) com 60% de óleo de soja, 5% de gordura suína e 35% de gordura bovina. A metodologia utilizada foi adaptada a partir da norma ABNT NBR ISO 8178-4 (2012), que indica um total de oito pontos de medição das emissões de gases no tubo de descarga. Para determinar estes pontos foi realizado previamente um ensaio dinamométrico do motor com cada tratamento para determinação dos parâmetros de desempenho, onde foi utilizado o dinamômetro marca EGGERS, modelo PT 301 MES, com o objetivo de conhecer as rotações de torque e potência máxima, assim como valores dos torques máximo e nominal. Os primeiros quatro modos de medição são feitos na rotação de potência máxima, sendo a diferença entre eles a carga aplicada no motor através do dinamômetro. As cargas são 100% (M1), 75% (M2), 50% (M3) e 10% (M4) do torque nominal nessa rotação. Os seguintes três pontos estão localizados na rotação de torque máximo com cargas de 100%

(M5), 75% (M6) e 50% (M7) do torque nessa rotação. O último ponto de medição faz-se na rotação de marcha lenta e sem carga (M8). Para realizar as medições de emissões foi utilizado o analisador de gases modelo Infracalyt ELD da marca Saxon. Os valores medidos no tubo de descarga são armazenados no computador por meio do *software* do equipamento. As variáveis analisadas foram CO (ppm), CO₂ (%), NO_x (ppm), O₂ (%) e HC (ppm). Os dados foram submetidos a análise da variância e, quando apresentaram diferença significativa, foram realizados teste de média pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



FIGURA 1. Trator utilizado no experimento já instrumentado com o analisador de gases.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados das seis variáveis respostas, em função dos tratamentos e dos modos de operação estão apresentados na figura 2.

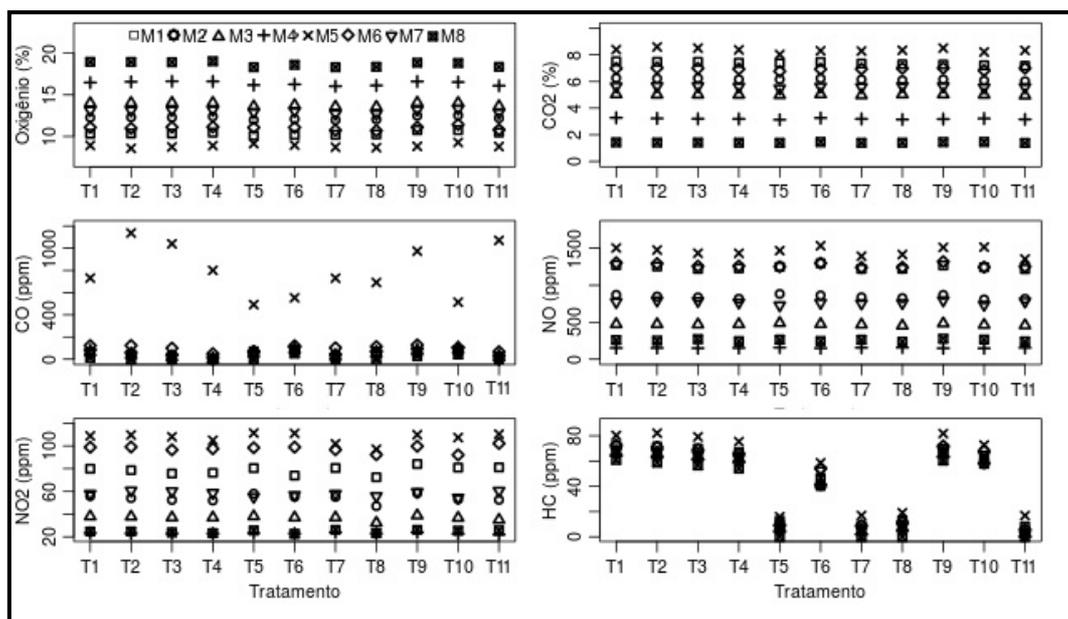


Figura 2. Resultados das emissões em função dos tratamentos e dos modos de operação.

Analisando a figura 2, percebe-se que o modo de operação (oito no total) tem maior participação na alteração dos níveis de emissões do que o tipo de combustível. Os modos de operação estão representados pelos diferentes pictogramas enquanto que os tratamentos são as diferentes colunas do mesmo pictograma. Para a variável O₂ (%) todos os modos diferiram significativamente entre si, sendo que o modo 5, na rotação do torque máximo, foi o que apresentou menor nível de emissão de O₂ (8%) enquanto que o modo 8, na rotação mais baixa e sem carga, foi o que apresentou maior nível (18%). Já todos os tratamentos diferiram entre si sendo que o T10 foi o que apresentou maior nível e o T8 o menor nível de emissão. Para a variável resposta CO₂, o comportamento foi exatamente o oposto dos

níveis de O₂. Para todas as outras quatro variáveis respostas, CO, NO, NO₂ e HC, os níveis de emissões destes poluentes foram maiores no modo de operação 5 e menores no modo 8. Basicamente, quanto maior for a carga e menor a admissão de oxigênio pelo motor (devido a menor rotação), maiores são os níveis de emissão de poluentes. Cabe observar que os níveis de CO aumentaram significativamente no modo de operação 5 em relação aos demais modos de operação. Neste modo de operação também apresentou diferença entre os tratamentos, sendo que para os níveis o diesel S10 quanto maior a proporção de biodiesel menor as emissões. Já para o diesel S500 o comportamento foi o oposto. O comportamento das emissões de NO_x (NO e NO₂) foram semelhantes entre si. Entretanto, diferentemente do encontrado na literatura sobre motores ciclo diesel veicular, os níveis de emissão de NO_x neste trabalho foram menores para os tratamento T11, ou seja menor quando foi utilizado biodiesel puro como combustível. Já as emissões de hidrocarbonetos (HC) foram as que mais variaram em função dos tratamentos, sendo de maneira geral quanto maior a concentração de biodiesel na mistura menor as emissões de HC. O biodiesel puro foi o que apresentou os menores níveis de emissão desta variável enquanto que o T1, T9 e T2 emitiram mais hidrocarbonetos. Novamente, os menores níveis de HC emitidos foi no modo 8, enquanto que os modos 5 e 1 emitiram mais.

CONCLUSÕES: O modo de operação do motor tem maior influência nas emissões de CO, CO₂, NO_x, O₂ e HC do que o tipo de combustível. Quanto maior a carga no motor, maiores são os níveis de emissões de CO, CO₂, NO_x, e HC e menor de O₂, e estes níveis se acentuam nas médias rotações.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. et al. **Performance of a diesel generator fuelled with palm oil.** *Fuel*, v. 81, p. 2097–2102, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 8178: 2012: **Motores alternativos de combustão interna – Medição da emissão de gases de exaustão. Parte 4: Ciclos de ensaio em regime constante para diferentes aplicações de motor.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- BARNWAL, B; SHARMA, M. **Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India.** *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 2004;9:363-78.
- CHANG, D, VAN GERPAN J. **Fuel properties and engine performance for biodiesel prepared from modified feedstocks.** SAE Paper No. 971684; 1997.