

**Paulo Gabriel Mozer de Souza<sup>1</sup>, Marcelo Lima Alves<sup>2</sup>,**

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia- INMETRO<sup>1,2</sup>

E-mail: pgmsouza-ceco@inmetro.gov.br<sup>1</sup>, malves@inmetro.gov.br<sup>2</sup>

**Resumo:** A grande demanda pelos veículos com motores de combustão interna nos dias de hoje é uma realidade, porém junto com a demanda pelos veículos cresce também os poluentes que são continuamente emitidos por eles, a poluição já assume níveis preocupantes na atualidade, e são extremamente necessárias medidas de controle e prevenção dos poluentes emitidos pelos veículos de combustão interna. Este projeto foca no controle das emissões dos motores de combustão interna do ciclo diesel realizando ensaios com o periférico do dinamômetro, o Smoke Meter, usando diesel e biodiesel.

**Palavras-chave:** Fuligem; Emissões; Combustível

**Abstract:** The great demand for vehicles with internal combustion engines today is a reality, but along with the demand for vehicles grows also the pollutants which are continuously issued by them, the pollution is already worrying levels nowadays, and are extremely necessary measures for prevention and control of pollutants emitted by internal-combustion vehicles. This project focuses on the control of emissions of internal combustion engines of the diesel cycle performing tests with the peripherals of the dynamometer, the Smoke, using diesel and biodiesel.

**Keywords:** Soot; Emissions; Fuel

## COMPARAÇÃO DA FULIGEM EMITIDA PELO MOTOR DIESEL

Mozer P, Alves M

Av. Nossa Senhora das Graças, 50

Xerém - Duque de Caxias - RJ

CEP: 25250-020

### 1.Introdução

Um grave problema que a sociedade global enfrenta no século XXI é a poluição do planeta terra, gerando consequências gravíssimas para o planeta, consequências essas como o efeito estufa, maior risco a saúde humana, e até mesmo está relacionada indiretamente ao derretimento das geleiras. A poluição é emitida de diversas

maneiras, a grande maioria das emissões poluentes é produzida por objetos considerados indispensáveis ao uso cotidiano, objetos estes como os variados tipos de motores, que são responsáveis por grande parte dos poluentes que são exalados na atmosfera terrestre, principalmente em grandes cidades, cuja quantidade de veículos é muito grande.

Os veículos são grandes responsáveis pela poluição, pelo fato de que é impossível um motor de combustão interna, seja ele ciclo otto ou diesel, não emitir nenhuma partícula agressora ao meio ambiente, por causa disso existem alguns meios para controle dessas emissões, meios como normas que impõem limites para a opacidade da fumaça e o teor de fuligem. Tanto para a opacidade quanto para a fuligem, existem

equipamentos que realizam a medição de forma mais prática e exata possível, estes equipamentos foram criados para verificar os níveis das emissões dos motores na maioria das vezes em uma bancada dinamométrica, para motores em funcionamento e já acoplados a um chassi se realiza estas medições com equipamentos menos sofisticados que podem fornecer os valores com uma maior incerteza, neste estudo serão realizados testes com motores do ciclo diesel, para fornecer valores de opacidade e teor de fuligem através da bancada dinamométrica.

## 2. Metodologia

### 2.1. Smoke Meter

O Smoke Meter AVL 415S é um filtro do tipo medidor de fumaça para medir o teor de fuligem nos gases de escape de diesel e os motores GDI. O teor de fuligem é considerado como um grande poluidor do meio ambiente, mas apesar disso como o artigo de Song [2] comprova, ele não produz nenhum outro tipo de poluente, quando produzido.

A medição do Smoke ocorre da seguinte forma: uma taxa de fluxo definido é amostrada no tubo de escape através de um papel de filtro limpo no instrumento. A fuligem filtrada provoca o enegrecimento do papel de filtro, que é detectado por uma cabeça de medição fotoelétrica e avaliados no microprocessador para calcular o resultado em FSN ou mg/m<sup>3</sup>, o Smoke Meter está demonstrado na figura 2 abaixo.



Figura 2- Smoke Meter AVL 415S

O AVL 415S Smoke Meter possui três diferentes unidades de saída, são elas: o FSN (Filter Smoke Number), mg/m<sup>3</sup> (Teor de fuligem) e nível de poluição em %, possui resolução de 0,001 FSN e 0,01 mg/m<sup>3</sup> com limites de medição de 0 a 10 FSN, os limites de medição do teor de fuligem não são informados pelo fabricante.

Em artigos como o de Ogunkoya [1] que realiza um estudo semelhante, ele utiliza o Smoke Meter para realizar a medição de opacidade da fumaça, para isso ele utiliza os valores que chamamos aqui de nível de poluição.

### 2.2. Motor

O motor utilizado no estudo é de fabricação italiana, da empresa Fiat, destinada à aplicação industrial e agrícola. É fonte motriz de máquinas agrícolas em geral, principalmente em tratores e colhedoras, o motor está representado na figura 3.



Figura 3- Motor utilizado nas medições

O motor utilizado no estudo é um IVECO/F4CE0484A do ciclo Diesel 4 tempos, este motor em particular produz uma potência máxima nominal de 97 kW, e um torque de 500N.m, com rotações na casa de 2400 rpm.

### 2.3. Sistema de captação de dados

Para registro de todos os dados constantes no presente trabalho, foi utilizado um

software Puma AVL. Com ele, valores de temperatura e pressão dos sistemas de injeção, arrefecimento e exaustão são controlados e armazenados. Na seção parâmetros do motor, é ajustada a cilindrada, tipo de combustível e densidade. Na tela de operação, existe a possibilidade de executar curvas automáticas e manuais e no presente trabalho, todos os ensaios foram com curvas manuais, ou seja, controlados na mesa dinamométrica.

## 2.4. Dinamômetro

O dinamômetro utilizado nos ensaios é denominado misto, de corrente alternada, ou dinamômetro ativo-passivo, como é mais comumente chamado. Este tipo de dinamômetro é o mais indicado para pesquisas já que, além de extremamente sensível, pode acionar o motor sem ocorrência de combustão para estimar suas resistências passivas, na figura 4 está representado o dinamômetro utilizado nas medições.



Figura 4- Dinamômetro

## 3. Discussão dos resultados

### 3.1. Medição com óleo Diesel e biodiesel

As primeiras medições realizadas no motor ocorreram logo após uma calibração na célula de torque, portanto o equipamento estava com a sua precisão bem alta, assim as medições realizadas puderam ser bem precisas. Nas medições foi utilizada uma curva de 13 pontos com valores de rotação e pedal dispersos para simularem uma real utilização do motor, os valores das medições estão na figura 5 abaixo.

Pontos	GIRO	ACELERAÇÃO	NÍVEL DE POLUIÇÃO			NÍVEL DE POLUIÇÃO		
n°	Rpm	%	FSN	Fulgim	%	FSN	Fulgim	%
1	idle	0	0,4	5,2	0,1	0,3	3,6	-0,9
2	1350	100	1,8	43,8	14,5	1,0	17,9	6,4
3	1460	50	1,6	35,8	12,4	0,9	16,0	5,6
4	1460	75	1,5	33,3	11,7	0,9	15,9	5,6
5	1350	50	1,9	47,9	15,5	0,7	12,2	3,9
6	1350	75	2,0	50,8	16,1	0,7	12,8	3,9
7	1350	25	0,4	5,1	0,1	0,0	0,5	-3,1
8	1460	100	2,0	52,5	16,5	0,4	6,1	0,7
9	1460	25	0,2	4,1	-0,6	0,0	0,2	-3,4
10	1460	50	2,3	66,6	19,4	0,3	4,2	-0,5
11	1580	100	1,6	36,1	12,5	0,4	4,5	-0,1
12	1580	25	0,1	1,3	-2,5	0,0	0,3	-3,9
13	1580	75	1,6	36,9	12,7	0,2	0,4	-3,2
14	1580	50	1,4	30,2	10,7	0,1	0,2	-3,5

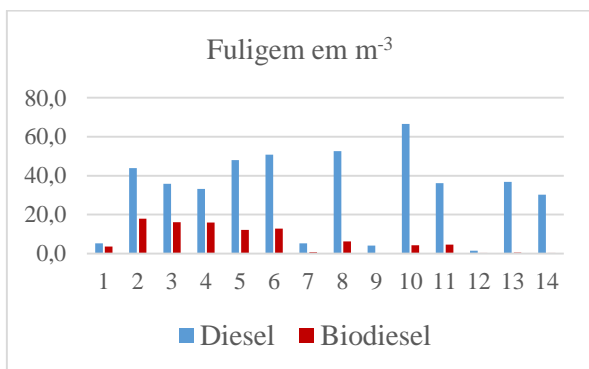
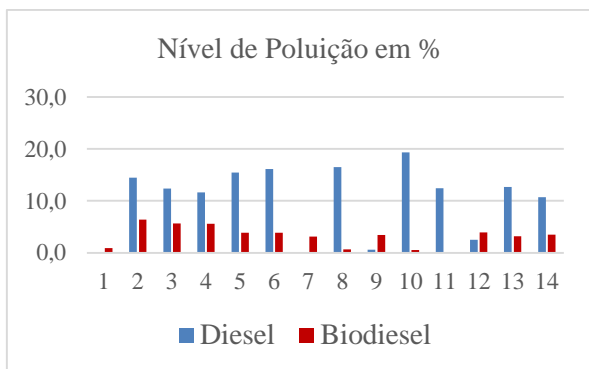
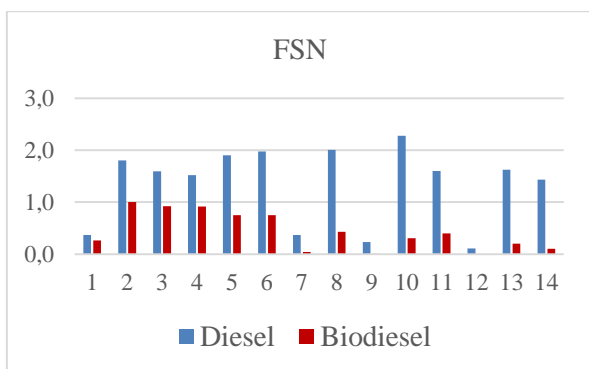
Figura 5- Tabela de medição do Smoke Meter (A primeira com medições de Diesel e a segunda Biodiesel).

Como se pode perceber na tabela acima, as medições de biodiesel possuem um valor de fuligem bem menor do que os valores de Diesel, isso se deve ao fato de que o biodiesel não é um combustível fóssil, por conta disso ele produz

menos fuligem do que o óleo Diesel.

### 3.2. Gráficos e Estatística

Com base nas medições realizadas acima (figura 5) forma construídos alguns gráficos comparativos para um melhor entendimento das medições, os gráficos estão representados abaixo.



Os gráficos mostram a gigantesca diferença entre o diesel e o biodiesel em relação as suas emissões de fuligem, com valores de fuligem quase nulos na curva de biodiesel em muitos pontos, porém a potencia e o torque produzidos com a combustão de biodiesel são muito menores do que os valores de potencia e torque produzidos com a combustão do óleo diesel, com isso fica bem claro que a eficiência energética do óleo diesel é maior do que o biodiesel.

Todas as medições realizadas com o óleo diesel possuem uma amplitude muito maior do que as medições do biodiesel, como o torque que chega a alcançar 600 N.m no diesel e apenas 298 N.m no biodiesel, assim o biodiesel possui nas medições uma média de potência, torque e fuligem bem mais baixa do que as medições do óleo diesel.

### 4. Conclusão

O trabalho apresenta curvas comparativas entre combustíveis diferentes, em que as concentrações e porcentagens das emissões foram diferentes em até 60%, no caso do nível de poluição para o biodiesel em frente ao diesel especificamente no ponto 10 a diferença é de quase 90%, assim pode ser concluído com este estudo a grande diferença das emissões do biodiesel quando comparadas ao óleo diesel.

### 5. Referências

- [1] OGUNKOYA D 2015 *FUEL* 140 PP 541-554;
- [2] SONG H 2014 *FUEL* 128 PP 281-287;
- [3] MACHADO H 2012 *REVISTA DE DIVULGAÇÃO DO PROJETO UNIVERSITÁRIO PETROBRÁS E FLUMIENSE* V2 N° 1 PP 49-53;
- [4] ARMAS O 2006 *FUEL* 85 PP 2427-2438