

Analise das emissões do biodiesel em motores diesel utilizando o Smoke Meter.

Marcelle Fernandes Santos¹; Marcelo Lima Alves²

¹ Inmetro, Curso Técnico em Metrologia, Duque de Caxias, Brasil, mfernandes-petrobras@inmetro.gov.br

² Inmetro, Divisão de Química, Laboratório de Motores de Combustão, malves@inmetro.gov.br

RESUMO

O setor de transporte é dado como o maior consumidor de combustíveis fósseis. E esses tipos de combustíveis são considerados uma ameaça ao ar atmosférico, principalmente o óleo diesel, que é bastante utilizado no território brasileiro no transporte de carga e passageiros devido ao seu baixo custo. No entanto, sua utilização pode ser fatal tanto para o ser humano como para o meio ambiente. Segundo a Organização mundial de Saúde, as emissões veiculares são uma das principais causadoras do câncer de pulmão, ganhando até mesmo do uso do cigarro. Sem contar as inúmeras doenças respiratórias motivadas pela inalação do ar poluído, por causa das emissões veiculares. Atualmente o biodiesel, vem sendo considerado uma inovação de combustível, capaz de reduzir os níveis de emissão de poluentes gasosos. Portanto, nesse trabalho foram realizados ensaios para determinar as emissões gasosas quando utilizado diferentes misturas de diesel e biodiesel, com 7%, 20% e 50% de biodiesel adicionado ao diesel, além do biodiesel puro (100%), para avaliar as emissões produzidas pelo motor dispomos de um dispositivo colocado no tubo de escapamento do motor, conhecido como Smoke Meter, que mede através do método de papel de filtro, a concentração de fuligem dos gases de escape de motores a diesel, apresentando o resultado em três parâmetros complementares, o FSN (Filter Smoke Number), o teor de fuligem e o nível de poluição. A medição desses parâmetros mostra que a principal solução para diminuir os impactos causados pelo uso de combustíveis mineral é a utilização de misturas de biodiesel com diesel, ou até mesmo do biodiesel puro.

Óleo diesel; biocombustível; biodiesel; poluição do ar; Smoke Meter;

1. INTRODUÇÃO

Existe uma necessidade de avaliar as emissões veiculares, devido aos malefícios causados pela mesma, tanto para o meio ambiente quanto para o ser humano. Principalmente as emissões dos veículos com motores diesel, já que a combustão do óleo diesel dentro do motor não é completa, o que gera gases e resíduos particulados que saem do escapamento dos veículos e atingem o ar atmosférico prejudicando, assim, a população.

Atualmente, a poluição atmosférica representa um dos maiores problemas das grandes metrópoles e, a forma mais evidente de poluição encontrada hoje nos centros urbanos do nosso país, é decorrente das emissões veiculares.

Segundo pesquisas, a inalação dessas emissões veiculares é uma das maiores causadoras de doenças respiratórias. Com o crescimento e desenvolvimento dessas

regiões, esses números só tendem a aumentar cada vez mais.

Portanto, a principal medida para reduzir tais emissões são normas ambientais, cada vez mais rigorosas, que devem ser obedecidas sem prejudicar o desempenho do motor como visto em [VICENTINI, 2015].

A poluição atmosférica traz prejuízos não somente à saúde e à qualidade de vida das pessoas, mas também, acarretam maiores gastos do Estado, decorrentes do aumento do número de atendimentos e internações hospitalares, além do uso de medicamentos, custos esses, que poderiam ser evitados com a melhoria da qualidade do ar dos centros urbanos. E é por isso que ao longo dos anos se intensificou ainda mais a necessidade e o interesse de expandir pesquisas na área de combustíveis alternativos, limpos e eficientes.

Seguindo esse raciocínio o biodiesel é o principal tema de diversos trabalhos que buscam não só avaliar o desempenho desse combustível no motor diesel como também as reduções das emissões.

O biodiesel é considerado um combustível renovável. E, por ser produzido a partir da biomassa, vem sendo a principal alternativa capaz de atender à frota movida atualmente com óleo diesel.

A utilização do biodiesel atualmente ajuda a suprir a escassez dos combustíveis derivados do petróleo e reduzir os níveis de emissão de poluentes gasosos, sem que seja necessário fazer modificações nos motores.

Por ser completamente miscível com o óleo diesel, pode ser usado puro ou misturado em qualquer proporção com o combustível fóssil, desde 2005.

Como mostra a maioria dos estudos, consultados por Xue [2011], assim como os de Perin [2014], Santos [2014] e Reis [2013] onde as emissões de poluentes com a utilização de biodiesel (em qualquer proporção) foram reduzidas, em comparação com o diesel.

Buscando o incentivo da utilização e consequências benéficas em 2008 à autorização para a adição de 4% de biodiesel em todo o diesel (antes B3) comercializado no país, resultou numa economia de 1.350.000 m³ de óleo diesel suficientes para suprir, por exemplo, três vezes o consumo anual da frota de táxi das capitais do Brasil, se equipados com motores diesel.

Portanto em uma análise de projeção sobre o percentual em volume de biodiesel no óleo diesel mostra que o B3 passou para B4, em 2008. Já em 2010 com o aumento da adição de biodiesel para 5% se tornou B5, que logo mudou para B6 (com 6%) em 2014, e para 7% em 2015, e a previsão é que esse

percentual aumente ainda mais, chegando em 2019 com até 10% de biodiesel no diesel, ou seja, B10.

1.1 Objetivo

Após análises ficou evidente a necessidade de se conduzir esse estudo técnico, com objetivo de dar suporte ao desenvolvimento e ao incentivo da utilização de biodiesel. Tornando-se fundamental o conhecimento das características do funcionamento dos motores de combustão interna com o novo combustível ou sua mistura com diesel, as quais podem ser conhecidas através de ensaios de emissão. Portanto o objetivo do presente trabalho é determinar as emissões geradas pela utilização de biodiesel, comparando com o óleo diesel, apresentando o resultado em três parâmetros complementares, o FSN (Filter Smoke Number), o teor de fuligem e o nível de poluição.

1.2 Método de pesquisa

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram realizados ensaios no motor de combustão interno de ciclo diesel, localizado no Laboratório de motores e combustíveis (LAMOC) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) de modo a analisar suas emissões gasosas quando substituído o combustível diesel pelo

biodiesel e possíveis misturas, utilizando o Smoke Meter.

2. METODOLOGIA

2.1 Motor

O motor, (figura 1) logo abaixo, utilizado foi um modelo IVECO/F4CE0484A, possuindo a configuração mais utilizada atualmente, segundo Varela [2010], com um número de 4 cilindros, do ciclo diesel 4 tempos, com potência e torque máximos, igual a 97 kW e 500 Nm, e uma rotação máxima de 2650 rpm e mínima de 850 rpm respectivamente, e com um sistema de combustão de injeção indireta, destinado a industrial agrícola.



Figura 1: Motor utilizado

2.2 Dinamômetro

O dinamômetro, (figura 2) mostrado em seguida do texto, utilizado é denominado misto, de corrente alternada, ou dinamômetro ativo-passivo, como é mais comumente

chamado. Por ser extremamente sensível, o que diminui as incertezas do ensaio.



Figura 2: Dinamômetro AVL

Dinamômetro do tipo bancada, para teste de motores até 220kW, com número de série, igual a 130408, localizado na sala dinamométrica do Laboratório de Motores e Combustíveis (Lamoc) do INMETRO.

2.3 Smoke Meter

Já o Smoke Meter (figura 3) ilustrado a seguir é um instrumento medidor que utiliza o método de papel de filtro para medir a concentração de fuligem dos gases de escape de motores a diesel, proveniente da queima imperfeita do combustível.



Figura 3: Smoke Meter utilizado

A medição acontece quando ao sair pela válvula de escape uma amostra desses resíduos, oriundos dessa combustão imperfeita, é colhida pelo equipamento, que em seu interior passa por um filtro de papel, e o quanto de fumaça fica retido nesse filtro é quantificado por um microprocessador, dando o resultado em parâmetros, como o teor de fuligem, o nível de poluição e o nível de fumaça medido no filtro (FSN).

O teor de fuligem é dado em $[mg/m^3]$, e definido como base na resolução do CONAMA N° 18, de 6 de maio de 1986, onde explícita que fuligem, são partículas, provenientes da combustão incompleta, presentes no gás de escape de motores do ciclo diesel, que saem do escape dos veículos. Já o nível de poluição é a concentração de contaminantes provenientes da combustão, expresso em [%]. Por fim, o nível de fumaça medido no filtro [FSN] (do inglês, Filter Smoke Number), considerado

um parâmetro criado pela fabricante do Smoke Meter (AVL) com a finalidade de expressar e quantificar de diferentes maneiras as emissões do motor. Com sua escala de quantificação, de 0 a 10 FSN, onde se entende que, 0 seja o nível mínimo ou ausência de fumaça, e 10 seja o nível máximo com excesso de fumaça.

Esses três parâmetros são interligados e comparados para o amplo entendimento com relação à combustão do motor, e suas emissões. .

As medições do Smoke Meter são realizadas por intermédio do software específico, onde existem diferentes configurações de medição.

2.4 Combustíveis

Para os ensaios os combustíveis utilizados foram o óleo diesel comercial (B7), ou seja, com 7% de biodiesel, biodiesel puro (B100) e misturas parciais de diesel com biodiesel, o que chamaremos de blends, o B20 e B50 com 20% e 50% de biodiesel misturado ao diesel, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como executamos três curvas para cada tipo de combustível estudado, ou seja, foram feitas 12 curvas de desempenho do motor, com 15 pontos determinados, de 2400 rpm (máxima rotação para a curva) até 1000 rpm (mínima rotação para a curva), como pode ser

visto no (Gráfico 1 - Teor de fuligem médio). Com a aquisição dos dados referentes aos combustíveis, foi necessária a realização de cálculos matemáticos e estatísticos, para analisarmos qual valor representava melhor a concentração dos dados obtidos, por isso foi feita a média aritmética de cada combustível utilizado. E para um melhor entendimento foram construídos gráficos comparativos, que são apresentados nos item a seguir.

3.1 Teor de fuligem

O teor de fuligem apresentado pelo motor durante a realização dos ensaios, esta ilustrado no gráfico 1 abaixo:

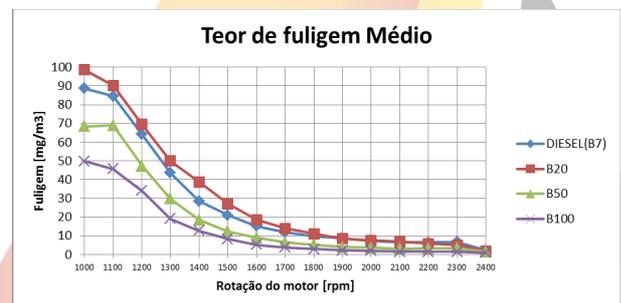


Gráfico 1: Teor de fuligem médio

De acordo com o gráfico 1, percebemos que o teor de fuligem decai conforme aumenta a rotação do motor, o que é esperado já que em elevadas rotações, o motor possui uma melhor combustão. É viável ressaltar que o blend B20, tem um valor de fuligem maior do que diesel (B7), como pode ser observado na rotação mínima (1000RPM), aonde a diferença entre esses dois combustíveis, chega a ser de 10%. Tamanha diferença não é

esperada, já que essa mistura é composta por 20% de biocombustível enquanto o diesel possui apenas 7%, ou seja, uma maior porcentagem de combustível vegetal deveria diminuir os resultados do blend B20.

Seguindo esse raciocínio, o blend B50 e o biodiesel puro (B100), apresentam baixos valores de fuligem.

Comparando o biodiesel puro (B100) com os resultados obtidos com o blend B20, o combustível vegetal chega a ser quase 50% inferior aos resultados obtidos pela mistura,

Já comprando o diesel (B7), com o biodiesel puro (B100), uma diferença de quase 40% é encontrada.

3.2 Nível de poluição

O nível de poluição, encontrado esta expresso em forma de gráfico, como se pode visualizar a seguir, no gráfico 2.

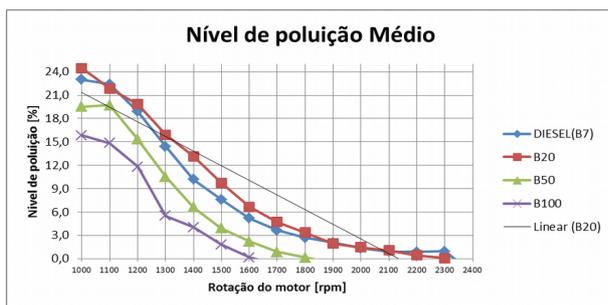


Gráfico 2: Nível de poluição médio

O surgimento de nível de poluição negativo chega a ser notado no ponto aonde o motor foi submetido à máxima rotação (2400RPM), porém para os blends B50 e

B100, esses valores negativos foram observados em outros pontos além da máxima rotação. Observando o ponto aonde a rotação é igual a 1800 RPM, a diferença entre o biodiesel puro (B100) e o diesel (B7), chega a ser igual a 5%. (ver gráfico 2)

Já comparando o blend B20, com o diesel (B7), notasse que seus valores apresentam poucas diferenças, como na rotação de 1100 RPM aonde a diferença chega a ser de aproximadamente 1%.

Em geral, percebe-se que quanto menor a rotação, maior é o nível de poluição apresentado pelo motor, o que deixa evidente que em baixas rotações, acentua uma queima não perfeita do combustível no motor.

3.3 Nível de fumaça medido no filtro (FSN)

Assim como outros dois parametros analisados no ensaio, o nível de fumaça medido no filtro (FSN), também está apresentado na forma de gráfico para melhor visualização. (ver gráfico 3)

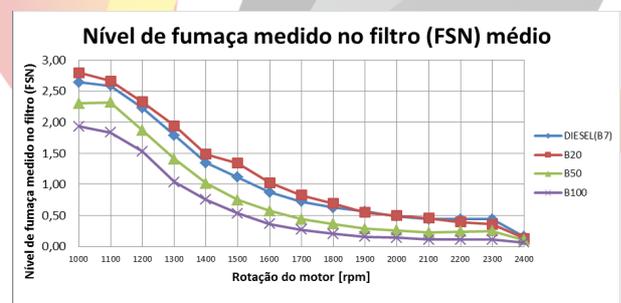


Gráfico 3: Nível de fumaça medido no filtro (FSN) médio

O nível de fumaça medido no filtro (FSN), reforça a ideia sobre o comportamento do biodiesel (B100) ser inferior aos demais combustíveis testados, como pode ser notado no gráfico 3, o biodiesel puro (B100), apresenta um diferença de 0,5% do blend B50 e de 1% para o blend B20 e para o diesel (B7), analisando a rotação 1300RPM.

O FSN também decai em função da rotação, quanto maior a rotação menor o nível de fumaça medido no filtro, o que significa que ao trabalhar mais rápido, o combustível é quase todo utilizado na queima do processo de combustão, diminuindo assim os resíduos.

4. CONCLUSÃO

Uma metodologia destinada à avaliação das emissões quando utilizado a adição de biodiesel ao óleo diesel e o biodiesel puro foi apresentada. Utilizaram-se, sob tal propósito, parâmetros de medição para análise das emissões com o intuito de desenvolver pesquisas sobre os motores de ciclo diesel.-

Desta forma, a influência do uso dos diferentes blends e do biodiesel puro, em motores diesel pôde ser avaliada, ao juntar os resultados dos três parâmetros analisados o FSN (Filter Smoke Number), o teor de fuligem e o nível de poluição.

Enfim, também evidenciou que o biodiesel (B100) é sim um forte substituto do óleo diesel, por alterar as emissões de forma

favorável, chegando a apresentar valores nulos, portanto o biodiesel (B100) é atualmente a alternativa mais verde e mais limpa para a substituição do óleo diesel, se tornando, portanto uma forte solução para diminuir os impactos ambientais causados pelo uso desse combustível mineral.

5. AGRADECIMENTOS

Como autora deste trabalho expresse meus agradecimentos ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e à Petrobrás pelo apoio à pesquisa realizada, através de seu Programa Petrobras de Desenvolvimento de Recursos Humanos (PFRH) e pela iniciativa do Curso Técnico em Metrologia.

6. REFERÊNCIAS

PERIN, G. F. *Desempenho e emissões de motor agrícola ciclo diesel utilizando diferentes combustíveis*. 2014. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola. Santa Maria- RS.

REIS, E. F. dos.; CUNHA, J. P. B.; MATEUS, D. L.; DELMONDS, J.G.; COUTO, R. F. *Desempenho e emissões de um motor-gerador ciclo diesel sob diferentes concentrações de biodiesel de soja*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.5, p.565–571, 2013.

SANTOS, A. P. *Desempenho de trator agrícola em operação de preparo do solo utilizando diesel e proporções de biodiesel de babaçu*. 2014. Tese de doutorado,



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Universidade Estadual Paulista– UNESP.
Jaboticabal - SP

VARELLA, C. A. A.; SANTOS, G. de S.;
Noções básicas de motores diesel. 1ª Edição –
Julho 2010. Seropédica – RJ,

VICENTINI, Pedro Caffaro. *Influencia dos
combustíveis automotivos no material
particulado atmosférico de São Paulo e Rio
de Janeiro.* Blucher Engineering Proceedings,
v. 2, n. 1, Setembro de 2015.

XUE, J. ***Effect of biodiesel on engine
performances and emissions.*** Renewable and
Sustainable Energy Reviews. v. 15, p. 1098–
1116 China, 2011.



[www.conepetro.com](http://www.conepetro.com.br)
.br

(83) 3322.3222
contato@conepetro.com.br