



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MISTURAS DIESEL COM DIFERENTES TEORES DE BIODIESEL DE OGR

¹ Arx Henrique Pedreira Reis Bastos (SENAI CIMATEC) – arxreis@gmail.com; ² Keize Katiane dos Santos Amparo (SENAI CIMATEC) - keize.amparo@hotmail.com; ³ Egídio Teixeira de Almeida Guerreiro (SENAI CIMATEC) - egidio.guerreiro@gmail.com; ⁴ Maurício Lerina Bonifati (SENAI CIMATEC) - mauricio.bonifati@fieb.org.br; ⁵ Eliete Costa Alves (SENAI CIMATEC) – eliete.alves@fieb.org.br; ⁶ Guilherme Cunha Martins (SENAI CIMATEC) - quicm159@gmail.com; ⁷ Lílian Lefol Nani Guarieiro (INCT - UFBA) – lilian.guarieiro@fieb.org.br; ⁸ Caio Henrique Alves Maciel (NEXA RESOURCES) - caio.maciel.cm1@nexaresources.com; ⁹ Rodrigo Alberto Moreira Gomes (NEXA RESOURCES) - rodrigo.gomes@nexaresources.com; ¹⁰ Alex Brasil – (BCHEM) - brasil@bchem.com.br.

Resumo: Este estudo apresenta os resultados de avaliação de desempenho de um motor ciclo diesel utilizando misturas combustíveis de diesel e biodiesel de óleos e gorduras residuais contendo os percentuais de biodiesel: 8, 20, 30, 40 e 50%. A avaliação de desempenho foi realizado a carga de 100% e em oito condições de operação (1000, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700 e 1750rpm). Os resultados indicam que ao se aumentar o teor de biodiesel na mistura os valores de torque diminuem e os valores para potência permanecem próximos e com pouca variação. O aumento do teor de biodiesel nas misturas acarretou em um maior consumo específico de combustível.

Palavras-Chaves: Diesel; Biodiesel; Desempenho; Consumo.

EVALUATION OF PERFORMANCE DIESEL MIXTURES WITH DIFFERENT CONTENT OF OGR BIODIESEL

Abstract: *This study presents the results of performance evaluation of a diesel cycle engine using diesel fuel blends and biodiesel oils and residual fats. For a better performance evaluation, the experiment was carried out at 100% load and in eight operating conditions (1000, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700 and 1750rpm). The results indicate that when increasing the biodiesel content in the mixture the values of torque decrease and the values for power remain close and with minimum variation. The increased biodiesel content in the blends led to a higher specific fuel consumption.*

Keywords: Diesel; Biodiesel; Performance; Consumption.



1. INTRODUÇÃO

Com o advento dos motores de combustão, o consumo de combustíveis derivados do petróleo aumentou significativamente, levando a escassez das reservas de petróleo e maiores emissões de gases nocivos à saúde [1]. Biocombustíveis estão sendo avaliados para serem utilizados em motores de combustão interna ciclo diesel, podendo promover desenvolvimento econômico, social e redução nas emissões de gases poluentes.

Na maioria dos países, o biodiesel é utilizado em misturas combustíveis de diesel e biodiesel, isso ocorre devido a maior viscosidade e menor poder calorífico do biodiesel. Se fosse utilizado puro, seriam necessárias algumas modificações no motor para que se pudesse alcançar a maior eficiência de combustão [2].

Em alguns estudos acerca do efeito da utilização de biodiesel no desempenho de motores de combustão interna, constataram que as misturas combustíveis de diesel/biodiesel elevam o consumo específico de combustível [2-4]. Isto ocorre em função do menor poder calorífico do biodiesel quando comparado ao diesel convencional.

Assim, para se avaliar o desempenho das misturas combustíveis são realizados testes em dinamômetros de bancada. Ao se realizar testes em dinamômetros, é possível obter maior confiabilidade nos resultados adquiridos e maior controle de todos os parâmetros de teste.

Perin [5] em seu estudo identificou que ao se utilizar misturas combustíveis de diesel e biodiesel de óleos e gorduras residuais (gordura bovina e suína), as misturas não apresentavam perda de desempenho em comparação com a utilização do diesel comercial. Anand [6] avaliou o desempenho de misturas combustíveis de diesel e biodiesel, e constatou que ao se utilizar biodiesel não houve perda de desempenho, entretanto houve maior consumo específico de combustível. Ozsezen [7] concluiu em seu estudo que ao se utilizar biodiesel o torque máximo foi menor que o diesel convencional, além disto evidenciou o que o consumo de combustível para os combustíveis analisados foi maior que o diesel.

Assim, é evidenciado pelos estudos que a utilização de biodiesel de óleos e gorduras residuais está sendo amplamente adotado e são necessários novos estudos para se comprovar o comportamento destas novas misturas combustíveis em condições de operação e motores diferentes. Deste modo, o objetivo deste artigo foi avaliar o desempenho de um motor diesel utilizando misturas combustíveis de diesel e biodiesel de OGR.

2. METODOLOGIA

A fim de realizar a avaliação de desempenho de motor diesel, utilizando cinco misturas combustíveis de diesel/biodiesel de OGR, foram produzidas as misturas com diesel comercializado nos meses de fevereiro/março de 2018 (Diesel com 8% de biodiesel). As misturas combustíveis presentes na avaliação de desempenho possuem 20, 30, 40 e 50% de biodiesel. Foi empregado um aditivo em todas as misturas combustíveis na proporção de 1 para 1000 litros de combustível (TECCOM). O aditivo possui homogêinizadores, solubilizadores, tensoativos,



repositor de lubrificidade e estabilizantes, que promovem melhor eficiência de combustão do motor. Na literatura podem ser encontrados diferentes tipos de aditivos que são utilizados para melhorar as propriedades físico-químicas do diesel e misturas diesel e biodiesel, bem como melhorar consumo específico e reduzir as emissões [8-11]. Estes aditivos podem ser obtidos a partir de compostos orgânicos e inorgânicos, e pode ser modificado com metais.

O biodiesel utilizado foi produzido de óleos e gorduras residuais, e o diesel obtido comercialmente. A Tabela 1 apresenta as misturas preparadas para o estudo.

Tabela 1. Diesel Comercial e Misturas Combustíveis preparadas utilizadas no ensaio.

Sigla mistura	Teor de Diesel (%)	Teor de biodiesel (%)	Teor de Aditivo (%)
B08	92	08	0,001
B20	80	20	0,001
B30	70	30	0,001
B40	60	40	0,001
B50	50	50	0,001

2.1 Avaliação de Desempenho do Motor com Misturas Combustíveis

A avaliação de desempenho das misturas combustíveis foi realizada utilizando um motor ciclo diesel acoplado a um dinamômetro de corrente de Foucault (AVL DP 240). As principais especificações do fabricante estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Especificações do motor Diesel e do Dinamômetro

Motor		Dinamômetro	
Modelo	MS 3.9T	Categoria	Dinamômetro passivo
Número de Cilindros	4, em linha	Medição de torque	Célula de carga
Cilindrada (cm ³)	3870	Potência (kW)	20 – 500
Taxa de Compressão	15:1	Torque (Nm)	25 – 2,000
Arrefecimento	Líquido	Velocidade (rpm)	8,000 – 17,000
Injeção de Combustível	Direta		
Rotação Máxima (rpm)	1800		
Ciclo	Turbo alimentado		

Para cada mistura combustível foram estabelecidas 8 (oito) rotações (1000, 1200,1300,1400,1500,1600,1700 e 1750 rpm) com carga de 100%. Para cada rotação foram coletados dados de variação de massa de combustível (consumo) e torque. Os dados foram obtidos por meio do *software* de aquisição de dados do dinamômetro, o AVL PUMA Open. Não ocorreu nenhuma alteração nos parâmetros do motor, entre os combustíveis, para fim comparativo. O consumo específico de combustível medido no freio dinamométrico (em inglês: *Brake Specific Fuel Consumption* - BSFC), foi calculado para cada mistura de combustível, em cada rotação, e ele representa a razão com que o motor converte a massa de combustível em trabalho mecânico. É dado através da equação 1:

$$BSFC = \frac{m_f}{\dot{W}} \quad (1)$$



$$m_f = \text{Massa de combustível consumido}; \dot{W} = \text{Média da potência};$$

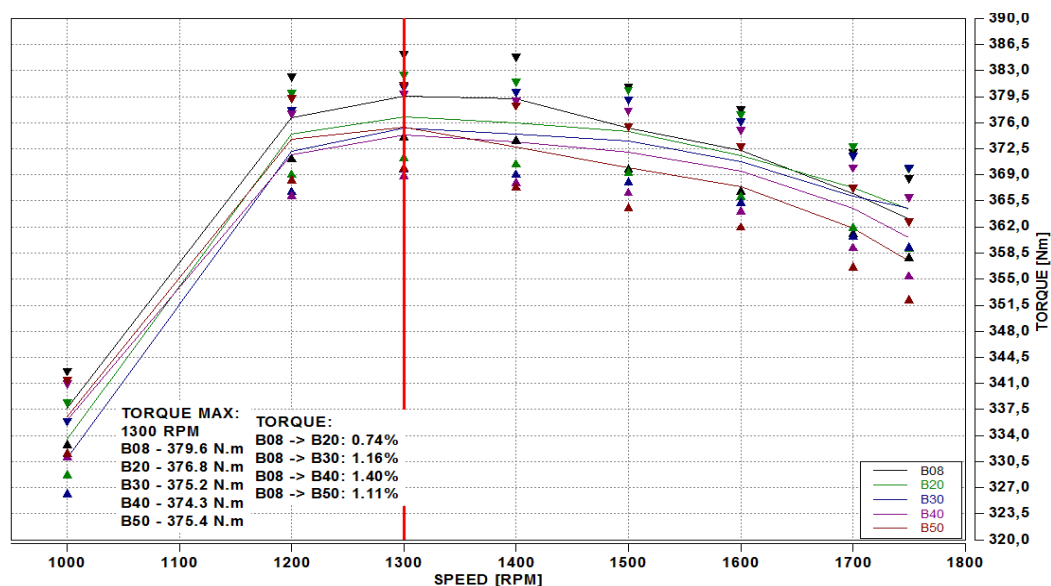
Os testes no motor seguiram procedimentos padrões para todas as misturas, sendo o motor aquecido até 80 °C, posteriormente fixado as diferentes condições de teste (mudança de rotação e cargas, coletando a média de 30 segundos e coletando ponto a ponto de 2 minutos das variáveis). Ensaio baseado na norma NBR ISO 1585 - Veículos rodoviários - Código de ensaio de motores - Potência líquida efetiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação de Desempenho com Misturas Combustíveis

Todas as misturas combustíveis obtiveram torque máximo na rotação de 1300 rpm, sendo que o B08 apresentou um maior valor de torque dentre os combustíveis. Os valores de torque foram reduzidos ao aumentar o teor biodiesel na mistura, porém, a redução do torque foi muito pequena estando dentro da margem de erro do teste (3,18%), e por esse motivo podem ser considerados estatisticamente iguais. Em relação ao B08, o B20 teve uma redução de 0,74%, o B30 reduziu 1,16%, o B40 1,40% de redução e o B50 obteve 1,11% de redução de torque na rotação de 1300 rpm (Fig. 1). Os valores de torque e potência obtidos para o B20 são ligeiramente diferentes do B08. Resultado que corrobora com os estudos de Al-Mashhadani [12]. A razão para maior torque produzido pelo B08 pode ser devido à menor densidade e viscosidade em comparação com outras proporções de mistura de biodiesel, o que corrobora com os resultados encontrados por Ghazali [13].

Figura 1 – Torque para Misturas Combustíveis

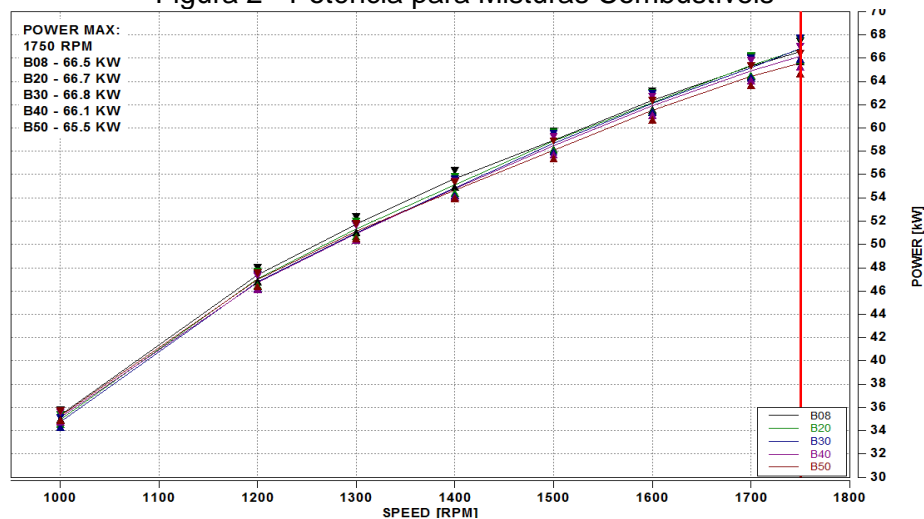


Os valores de potência máxima obtidos para todas as misturas combustíveis, em 1750 rpm, apresentaram-se próximos. Isso demonstra que não houve variação



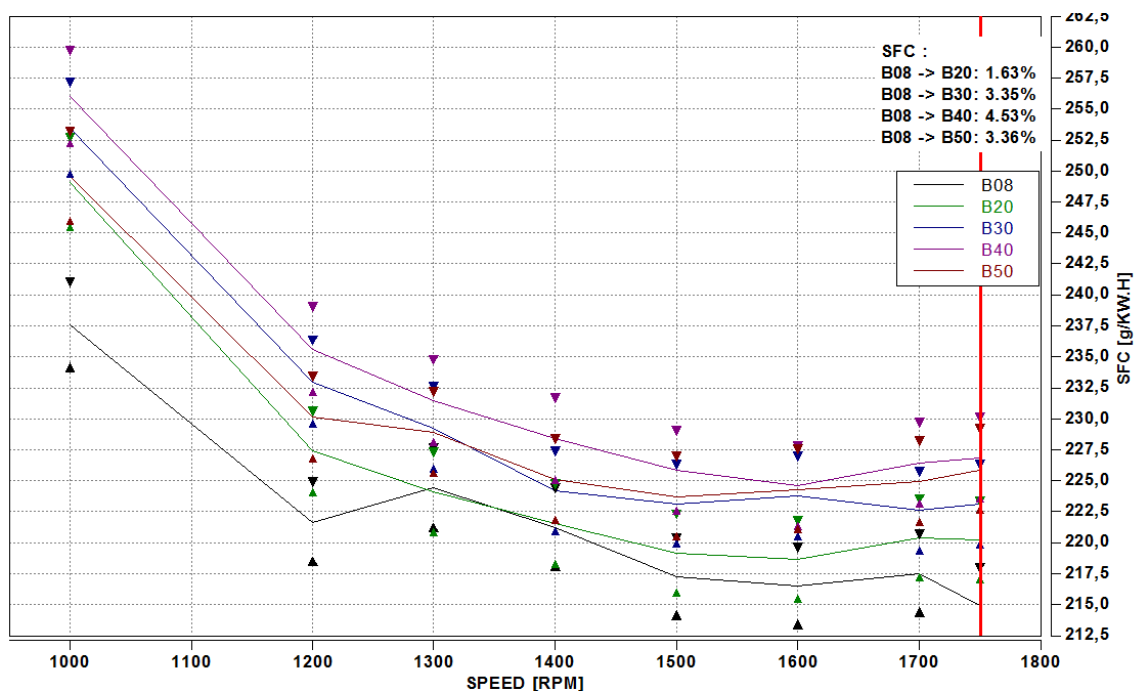
significativa na potência do motor com o uso das diferentes misturas combustíveis (Fig. 2).

Figura 2 - Potência para Misturas Combustíveis



O consumo específico (BSFC) das misturas combustíveis é um indicador da eficiência de combustão, pois reflete a quantidade de combustível que é convertida em uma potência específica. O BSFC para misturas combustíveis (B08, B20, B30, B40, B50) por rotação do motor a plena carga é apresentado na Figura 3. Os menores valores de BSFC para todas as misturas combustíveis foram obtidos na rotação de 1750 rpm, que é o ponto de maior potência do motor.

Figura 3 - BSFC para Misturas Combustíveis



O maior BSFC foi obtido com o B40, dentre as outras misturas, em relação ao B08. Este aumento do BSFC pode ser atribuído ao maior teor de oxigênio das



misturas e da maior densidade que o biodiesel tem. Isso se deve ao fato de que o maior percentual de volume de biodiesel na mistura de combustível resulta em mais combustível sendo injetado no cilindro para atingir o mesmo desempenho que motor teria se usasse misturas com um maior percentual de Diesel. Os resultados apontaram que o BSFC com o uso do B50 foi menor do que o com o uso de B40, mesmo que em pequenas proporções. Grande parte dos pesquisadores relataram que o aumento do teor de biodiesel em misturas com o Diesel proporciona diminuição de torque e potência do motor e aumento do BSFC [14-17]. Embora a oxigenação, proveniente de um maior teor de biodiesel em mistura com o Diesel, aumentar a eficiência do consumo do combustível, este reduz ligeiramente a potência do motor devido ao poder calorífico ser menor do que o combustível base B08 [18].

Ainda que haja diminuição de alguns parâmetros de desempenho do motor, nenhuma pesquisa apontou mudanças severas de comportamento e degradação do mesmo, evidenciando que o uso de altos teores de biodiesel em misturas com Diesel não traz desvantagens significativas, podendo ser alterado o percentual de biodiesel no combustível.

4. CONCLUSÃO

Uma análise comparativa entre os combustíveis foi realizada em um banco dinamométrico para verificação do desempenho do motor utilizando diferentes misturas combustíveis de diesel e biodiesel de OGR. Os resultados para o B20, B30, B40 e B50 demonstraram pouca diferença em relação ao B08 em relação a variação do torque, evidenciando que a substituição do Diesel comercial por algum desses combustíveis não traria nenhuma diferença operacional no veículo em um cenário real. Foi demonstrado também que com o aumento do teor de biodiesel na mistura obteve-se um maior BSFC, ou seja, foi consumido mais combustível para as misturas de maior teor de biodiesel para conseguir manter a mesma potência que o B08.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ Tesfa, Belachew, et al. "Combustion and performance characteristics of CI (compression ignition) engine running with biodiesel." *Energy* 51 (2013): 101-115.
- ² Bari, Saiful. "Performance, combustion and emission tests of a metro-bus running on biodiesel-ULSD blended (B20) fuel." *Applied Energy* 124 (2014): 35-43.
- ³ Ozsezen, Ahmet Necati, et al. "Performance and combustion characteristics of a DI diesel engine fueled with waste palm oil and canola oil methyl esters." *Fuel* 88.4 (2009): 629-636.
- ⁴ Ozsezen, Ahmet Necati, and Mustafa Canakci. "Determination of performance and combustion characteristics of a diesel engine fueled with canola and waste palm oil methyl esters." *Energy Conversion and Management* 52.1 (2011): 108-116.



- ⁵ Perin, Gismael Francisco, et al. "Emissões de motor agrícola com o uso de diferentes tipos de diesel e concentrações de biodiesel na mistura combustível." *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50.12 (2015): 1168-1176.
- ⁶ Anand, K., R. P. Sharma, and Pramod S. Mehta. "Experimental investigations on combustion, performance and emissions characteristics of neat karanja biodiesel and its methanol blend in a diesel engine." *Biomass and bioenergy* 35.1 (2011): 533-541.
- ⁷ Ozsezen, Ahmet Necati, et al. "Performance and combustion characteristics of a DI diesel engine fueled with waste palm oil and canola oil methyl esters." *Fuel* 88.4 (2009): 629-636.
- ⁸ SHAAFI, T. et al. Effect of dispersion of various nanoadditives on the performance and emission characteristics of a CI engine fuelled with diesel, biodiesel and blends—A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 563-573, 2015..
- ⁹ RASHEDUL, H. K. et al. The effect of additives on properties, performance and emission of biodiesel fuelled compression ignition engine. **Energy Conversion and Management**, v. 88, p. 348-364, 2014.
- ¹⁰ SHAAFI, T.; VELRAJ, R. Influence of alumina nanoparticles, ethanol and isopropanol blend as additive with diesel–soybean biodiesel blend fuel: Combustion, engine performance and emissions. **Renewable Energy**, v. 80, p. 655-663, 2015.
- ¹¹ MIRZAJANZADEH, Mehrdad et al. A novel soluble nano-catalysts in diesel–biodiesel fuel blends to improve diesel engines performance and reduce exhaust emissions. **Fuel**, v. 139, p. 374-382, 2015.
- ¹² AL-MASHHADANI, Husam; FERNANDO, Sandun. Properties, performance, and applications of biofuel blends: a review. **AIMS ENERGY**, v. 5, n. 4, p. 735-767, 2017.
- ¹³ GHAZALI, Wan Nor Maawa Wan et al. Effects of biodiesel from different feedstocks on engine performance and emissions: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 51, p. 585-602, 2015.
- ¹⁴ GARCÍA-MARTÍN, Juan Francisco et al. Biodiesel production from waste cooking oil in an oscillatory flow reactor. Performance as a fuel on a TDI diesel engine. **Renewable Energy**, 2018
- ¹⁵ EMIROĞLU, A. Osman; KESKIN, Ahmet; ŞEN, Mehmet. Experimental investigation of the effects of turkey rendering fat biodiesel on combustion, performance and exhaust emissions of a diesel engine. **Fuel**, v. 216, p. 266-273, 2018.
- ¹⁶ ÖZENER, Orkun et al. Effects of soybean biodiesel on a DI diesel engine performance, emission and combustion characteristics. **Fuel**, v. 115, p. 875-883, 2014.
- ¹⁷ AGARWAL, Avinash Kumar; DHAR, Atul. Experimental investigations of performance, emission and combustion characteristics of Karanja oil blends fuelled DICl engine. **Renewable energy**, v. 52, p. 283-291, 2013.
- ¹⁸ KUMAR, M. Vijay; BABU, A. Veeresh; KUMAR, P. Ravi. The impacts on combustion, performance and emissions of biodiesel by using additives in direct injection diesel engine. **Alexandria Engineering Journal**, 2017.