

OPACIDADE DA FUMAÇA DE TRATOR AGRÍCOLA EM FUNÇÃO DO BODIESEL E DA PROPORÇÃO NO DIESEL

Antonio Alves Pinto¹, Afonso Lopes², Felipe Thomaz da Camara³, Leomar Paulo de Lima⁴

¹ Mestrando em agronomia, Universidade Estadual Paulista, antonioalvesunesp@gmail.com

² Prof. Titular da Universidade Estadual Paulista, afonso.lopes@unesp.br

³ Prof. Dr. da Universidade Federal do Cariri, felipe.camara@ufca.edu.br

⁴ Prof. Dr. Do Instituto federal do Triângulo mineiro, leomar@iftm.edu.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 – On-line

RESUMO: Objetivou-se avaliar a opacidade da fumaça de um trator agrícola em função do tipo de biodiesel e da proporção de biodiesel no diesel. O trabalho foi conduzido em área do Laboratório de Biocombustíveis e Ensaio de Máquinas Agrícolas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, esquema fatorial 8 x 7, com três repetições, totalizando 168 observações. As combinações dos fatores foram oito tipos de biodiesel e sete proporções de mistura de biodiesel no diesel. O trator utilizado foi da marca Valtra, modelo BM100, 4X2 com tração dianteira auxiliar, 74 kW (100 cv) a 2.300 rpm no motor. A opacidade diferiu estatisticamente no tipo de biodiesel, sendo o menor valor com o uso de biodiesel etílico de soja ($0,97 \text{ m}^{-1}$). O aumento da proporção de biodiesel no diesel reduziu a opacidade, com B100 obtendo menor valor ($0,76 \text{ m}^{-1}$). A opacidade da fumaça varia conforme o tipo de biodiesel utilizado, com o biodiesel de soja tendo menor opacidade. A adição de biodiesel no diesel reduz 49% da opacidade da fumaça entre B₀ e B₁₀₀.

PALAVRAS-CHAVE: biocombustível, ensaio de trator, material particulado

AGRICULTURAL TRACTOR SMOKE OPACITY IN FUNCTION OF BODIESEL AND PROPORTION IN DIESEL

ABSTRACT: The objective was to evaluate the smoke opacity of an agricultural tractor according to the type of biodiesel and the proportion of biodiesel in the diesel. The work was carried out in the area of the Biofuels and Agricultural Machinery Testing Laboratory. The experimental design used was a completely randomized, factorial scheme 8 x 7, with three replications, totaling 168 observations. The combinations of the factors were eight types of biodiesel and seven proportions of biodiesel mixture in diesel. The tractor used was the Valtra brand, model BM100, 4X2 with auxiliary front-wheel drive, 74 kW (100 hp) at 2,300 rpm on the engine. Opacity differed statistically in the type of biodiesel, with the lowest value (0.97 m^{-1}) with the use of ethyl and soy biodiesel. The increase in the proportion of biodiesel in diesel reduced opacity, with B100 obtaining a lower value (0.76 m^{-1}). Smoke opacity varies depending on the type of biodiesel used, with soy biodiesel having less opacity. The addition of biodiesel to diesel reduces 49% of the smoke opacity between B₀ and B₁₀₀.

KEYWORDS: biofuel, tractor assay, particulate matter.

INTRODUÇÃO

Biodiesel é o nome dado à mistura monoalquil de ésteres derivados de cadeias longas de ácidos graxos, podendo ser produzido com gordura animal e/ou vegetal, por meio da reação de transesterificação com álcool (metanol ou etanol), catalisada por base (LIMA et al., 2013).

O biodiesel destaca-se como alternativa para substituir o diesel mineral, por apresentar características físico-químicas similares, reduzir a emissão de poluentes e ser utilizado em motores sem alteração mecânica (GUIMARÃES et al., 2018). Em estudo para avaliar as emissões de poluentes de um motor-gerador ciclo diesel com variação nas concentrações de biodiesel de soja, Reis et al. (2013) observaram que acima de 65% de biodiesel no diesel ocorre redução na emissão de gases poluentes e emissão de enxofre.

A busca para reduzir a emissão de poluentes do diesel com a adição de biodiesel, causa alterações no combustível, o que implica na necessidade de se avaliar o comportamento destes combustíveis. Com base no apresentado, objetivou-se avaliar a opacidade da fumaça de um trator agrícola em função do tipo de biodiesel e da proporção de biodiesel no diesel.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Biocombustível e Ensaio de Máquinas-BIOEM, da Universidade Estadual Paulista, Câmpus Jaboticabal-SP. A localização geográfica da área de realização dos ensaios é definida pelas coordenadas 21°15' latitude sul e 48°18' longitude oeste, sendo a altitude média de 570 m.

Os biodieseis utilizados foram produzidos no Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas, (LADETEL), da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo. O óleo diesel utilizado foi o S50, com 50 mg kg⁻¹ enxofre total, regulamentado no mercado nacional pelo PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores) e classificado conforme a resolução ANP n. 50/2013 (ANP,2013), adquirido na rede comercial da cidade de Jaboticabal – SP.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, esquema fatorial 8 x 7, com três repetições, totalizando 168 observações. As combinações dos fatores foram oito tipos de biodiesel (Amendoim etílico, Girassol etílico, Girassol metílico, Soja etílico, óleo residual do McDonald's metílico, óleo residual do RU etílico, óleo residual do RU metílico e uma mistura de óleo residual do RU metílico + óleo residual do McDonald's metílico) e sete proporções de mistura de biodiesel no diesel (B₀, B₅, B₁₅, B₂₅, B₅₀, B₇₅ e B₁₀₀, em que o número subscrito indica a % de biodiesel no diesel).

O trator utilizado no experimento foi da marca Valtra, modelo BM100, 4X2 com tração dianteira auxiliar, 74 kW (100 cv) a 2.300 rpm no motor, equipado com pneus 14.9-24 no eixo dianteiro e 23.1-26 no eixo traseiro, sendo tal trator instrumentado para a realização do teste, segundo Lopes et al (2003).

Para medir a opacidade da fumaça proveniente da queima dos combustíveis no motor do trator foi utilizado opacímetro de absorção de luz com fluxo parcial, da marca Tecnomotor, modelo TM 133, compatível com as normas NBR 13037, Inmetro e CEE 72/306. O opacímetro estava ligado ao controlador serial da marca Tecnomotor, modelo TM 616, que recebeu os sinais do sensor e os converteu em unidade de medida. Tal equipamento serve para exportar os dados convertidos para computadores por meio de conexão serial, cuja interface é o *software* denominado IGOR, que gerencia os ensaios realizados de acordo com o método da aceleração livre, regime em que o motor é submetido ao máximo débito de combustível, sendo a potência desenvolvida absorvida somente pela inércia dos componentes mecânicos do motor (embreagem, árvore-piloto da caixa de mudanças), uma vez que o veículo está estacionado. As medições de opacidade são feitas em K, coeficiente de absorção

de luz, e tem como unidade m^{-1} (TECNOMOTOR, 2012). Ao término de cada determinação, realizou-se a drenagem completa do sistema de alimentação, evitando contaminação do ensaio seguinte. Além disso, depois de trocado o combustível, o motor ficou em funcionamento por dez minutos antes do início de cada teste.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo ao teste de comparação de médias de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que não ocorreu interação entre os fatores tipo de biodiesel e proporção de biodiesel no diesel, permitindo a avaliação separadamente de cada fator (Tabela 1).

TABELA 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a opacidade da fumaça (OPACIDADE).

FATORES	Valores de F
	Opacidade (m^{-1})
TIPO DE BIODIESEL (TB)	26,5**
PROPORÇÃO (P)	697,5**
BXP	0,81 ^{NS}
CV%	2,42
BIODIESEL	Teste de médias
Amendoim etílico	1,23 a
Girassol etílico	1,15 abc
Girassol metílico	1,17 abc
Soja etílico	0,97 e
McDonald's metílico	1,16 abc
RU etílico	1,15 abc
RU metílico	1,10 cd
RU metílico + McDonald's metílico	1,12 cd
PROPORÇÃO	
B ₀	1,50 a
B ₅	1,43 b
B ₁₅	1,33 c
B ₂₅	0,97 d
B ₅₀	0,89 e
B ₇₅	0,83 f
B ₁₀₀	0,76 g

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo ($P < 0,01$); NS: não significativo; CV.: coeficiente de variação.

No fator tipo de biodiesel ocorreu significância ($P < 0,01$), sendo o maior valor de opacidade quando utilizado o biodiesel etílico de amendoim ($1,23 m^{-1}$) e o menor com o uso de biodiesel etílico de soja ($0,97 m^{-1}$), redução de 21% na opacidade da fumaça entre o maior e menor valor significativo. Tais resultados corrobora com Lima et al. (2013), que observaram diferença na opacidade do biodiesel de mamona e dendê.

Na proporção de biodiesel no diesel ocorreu diferença estatística a 1% de probabilidade, evidenciando-se a redução da opacidade com o aumento da proporção de biodiesel, destacando-se redução média de 49% entre B₀ e B₁₀₀. Lima et al. (2013) e Simon et al. (2018)

também observaram redução na opacidade da fumaça de 36,04% e 24,5%, respectivamente, quando comparado os tratamentos somente com diesel ou biodiesel como combustível.

A redução da opacidade da fumaça a medida que aumenta a proporção de biodiesel etílico de soja ao diesel, deve-se a ausência de enxofre no biocombustível (CARVALHO FILHO et al., 2013), tendo em vista que o enxofre compartilha o oxigênio na fase tardia da combustão com o carbono oriundo da queima parcial, resultando em aumento do material particulado (TABILE et al., 2009).

CONCLUSÕES

A opacidade da fumaça varia conforme o tipo de biodiesel utilizado, com o biodiesel de soja tendo a menor opacidade.

A adição de biodiesel no diesel reduz 49 % da opacidade da fumaça entre B₀ e B₁₀₀.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 50/2013**. 2013. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/dezembro/ranp%206%20%202011.xml> Acesso em: 8 março. 2020.

CARVALHO FILHO, C. A.; CORTEZ, J. W.; SANTOS, V. M. L.; ARCOVERDE, S. N. S.; NAGAHAMA, H. J. Ensaio de um trator agrícola em função da marcha e proporção de biodiesel. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n.3, p.135-142, 2013.

GUIMARÃES, C. C.; SANTOS, V. M. L.; CORTEZ, J. W.; SANTOS, L. D. G. Redução da emissão de material particulado em função da inserção de misturas do biodiesel de soja e mamona ao diesel. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro v.23 n.2, p. 355-362, 2018.

LIMA, L. P.; LOPES, A.; OLIVEIRA, M. C. J.; NEVES, M. C. T.; IAMAGUTI, P. S. Biodiesel em trator agrícola: comportamento operacional em função do tipo e proporções de mistura no diesel de petróleo. **Engenharia na agricultura**, viçosa v.21 n.5, p. 447-455, 2013.

LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. Desempenho de um protótipo para medição de combustível em tratores. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v.5, n.1. p.24-31, 2003.

REIS, E.F.; CUNHA, J.P.B.; MATEUS, D.L.S.; DELMOND, J.G.; COUTO, R.F. (2013) Desempenho e emissões de um motor-gerador ciclo diesel sob diferentes concentrações de biodiesel de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 565-571. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500015>.

SIMON, C. P.; VITÓRIA, E. L.; LACERDA, E. G.; FREITAS, I. L. J. Operating performance of a tractor working with different ratios of castor bean and jatropha biodiesel. **Engenharia na Agricultura**, viçosa v.26, n.1, p. 35-42, 2018.

TABILE, A. R.; AFONSO LOPES, A.; DABDOUB, M. J.; CAMARA, F. T.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. Biodiesel de mamona no diesel interior e metropolitano em trator agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.412-423, 2009.