



ENSAIO DE UM TRATOR AGRÍCOLA EM FUNÇÃO DA MARCHA E PROPORÇÃO DE BODIESEL¹

Cezar Augusto De Carvalho Filho², Jorge Wilson Cortez³, Vivianni Marques Leite Dos Santos⁴, Sálvio Napoleão Soares Arcoverde⁵ & Hideo De Jesus Nagahama⁶

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho, ruído e a opacidade da fumaça de um trator agrícola em função das marchas e das proporções de biodiesel. O trabalho foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da UNIVASF em Petrolina – PE. O ensaio foi dividido em duas partes, a condição estática e dinâmica. Na condição estática foram analisados opacidade e o ruído no posto do operador e no escapamento, com três proporções de biodiesel. Na condição dinâmica foi analisada a largura de trabalho da grade, profundidade de trabalho da grade e capacidades de campo em esquema fatorial com dois fatores, sendo três proporções de biodiesel (B5, B10 e B25) e quatro marchas do trator: M1L (1ª reduzida), M2L (2ª reduzida), M3L (3ª reduzida) e M1H (1ª simples). Os resultados evidenciaram que com o aumento da proporção de biodiesel na mistura, houve aumento do nível de ruído, redução da opacidade da fumaça e da capacidade de campo do conjunto trator-grade.

PALAVRAS-CHAVE: óleo de soja, nível de ruído, opacidade.

PERFORMANCE OF THE AGRICULTURAL TRACTOR IN FUNCTION OF THE GEAR AND BIODIESEL PROPORTIONS

ABSTRACT: The objective this work was to evaluate the one tractor's performance based in the blended of biodiesel and marches. This work was made in the Agrarian Science Center at UNIVASF in Petrolina – PE. Static condition had been used in design completely randomized evaluating three proportions of biodiesel with five repetitions, it has been analyzing: opacity and level of motor sound in the worker post and near to the exhaust. For the dynamical condition have been used design completely randomized in two factors, have been evaluated three proportions of biodiesel (B5, B10 e B25) and four tractor marches: M1L, M2L, M3L e M1H. It had been analyzed: breadth work in the harrow, depth work in the harrow and field capacity. Results evidenced that power levels sound have been showed an increase in the blended. Opacity level decreased with proportions increase, biodiesel blend decrease in the field capacitation.

KEYWORDS: soy oil, noise level, opacity.

¹ Parte do trabalho de conclusão de curso do primeiro autor em Engenharia Agrícola e Ambiental.

² Graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco. Av. Antonio Carlos Magalhães, 510, Santo Antônio, CEP: 48902-300, Juazeiro – BA. cezinha_sou@yahoo.com.br

³ Professor adjunto da UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados Itahum, km 12, 79804-970. Dourados - MS. jorgecortez@ufgd.edu.br Bolsista de Produtividade do CNPq.

⁴ Profa. Adjunta da UNIVASF, Juazeiro, BA. vivianni.santos@univasf.edu.br

⁵ Aluno de pós-graduação em Engenharia Agrícola na UNIVASF – Juazeiro, BA. salviounivasf@hotmail.com

⁶ Eng. Agrônomo da UNIVASF, Mestre em Engenharia Agrícola. hideo.nagahama@univasf.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Comparado aos combustíveis oriundos do petróleo, a utilização de óleo vegetal poder ser para a produção de biodiesel ou diretamente no motor (MARONHAS et al. 2010). Dentre as vantagens do uso do biodiesel, pode-se citar a redução de 40% de fuligem nas emissões, além de contribuir para uma melhor lubrificação do motor (COSTA NETO et al., 2000). Assim, o biodiesel é uma fonte de energia renovável alternativa ao óleo diesel, tendo como fonte principal os óleos vegetais e gorduras animais (SILVA et al., 2012) e que a mistura B20 substituiu parcialmente o óleo diesel sem perdas significativas de desempenho do motor. Já Nietiedt et al. (2011) verificaram que o melhor desempenho do motor ocorreu para as misturas B5 e B10. Toledo et al. (2010) afirmaram que os custos das operações mecanizadas são atribuídas ao consumo de combustível e que está relacionado com a capacidade operacional da máquina.

Reis et al. (2013) afirmam que com maiores concentrações de biodiesel no diesel (>B65) reduz consideravelmente a emissão da maioria dos gases poluentes e se tem quase anulada a emissão de enxofre. Tabile et al. (2009) avaliaram a opacidade da fumaça (material particulado) do motor de um trator agrícola, operando com diesel metropolitano (tendo quantidade de enxofre total máxima de 500 mg kg⁻¹), e interior (tendo quantidade de enxofre total máxima de 2.000 mg kg⁻¹) misturados ao biodiesel de mamona, em sete proporções (B0; B5; B15; B25; B50; B75 e B100). Os resultados mostraram que o tipo de diesel influenciou na opacidade da fumaça, sendo o diesel metropolitano de melhor qualidade; observou-se, também, que à medida que a proporção de biodiesel aumentou, reduziu a opacidade da fumaça com o acréscimo até B75.

Nagahama et al. (2012) afirmam que com o passar do tempo o ruído pode causar ao operador problemas auditivos. Na operação de um trator o ruído é um risco que o operador está exposto, sendo comprovado que os ruídos encontram-se acima dos limites estabelecidos pela norma brasileira (NR-15 e NBR-10.152) (TOSIN et al., 2009).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho, ruído e opacidade da fumaça de um trator agrícola em função das marchas e das proporções de biodiesel.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF em Petrolina – PE, que se localiza a latitude de 09°23' sul, longitude de 40°30' oeste e altitude de 376 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região apresenta-se como tropical semiárido, tipo BshW, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.

O solo foi classificado como ARGISSOLO AMARELO segundo EMBRAPA (2006), que apresentou na camada de 0-0,2 m de profundidade 85,9% de areia, 8,5% de silte e 5,6% de argila. A área utilizada para o experimento encontrava-se em repouso com vegetação espontânea.

Como fonte de potência foi utilizado trator da marca Valtra, modelo 785 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), com 55,2 kW (75 cv) de potência nominal do motor fabricado em 2004, com 3.100 horas de uso. O trator estava equipado com pneus dianteiros 12.4-24 R1 e traseiros 18.4 – 30 R1 em bom estado de conservação. Durante os ensaios a rotação de trabalho do motor foi de 2.040 rpm que indica 540 rpm na tomada de potência (TDP), condição de trabalho para os equipamentos acoplados a TDP. As marchas do trator apresentam as seguintes velocidades teóricas de: M1L – 3,1 km h⁻¹ (1ª marcha reduzida), M2L – 5,1 km h⁻¹ (2ª marcha reduzida), M3L – 10,7 km h⁻¹ (3ª marcha reduzida) e M1H 8,0 km h⁻¹ (1ª marcha simples).

Foi utilizada a grade média off-set da marca Marchesan TATU, modelo ATCR, fabricada em 2005, com 7 discos recortados em cada seção, com diâmetro de 0,61 m (24”) e distância entre discos de 0,23 m, profundidade de trabalho de 0,10 a 0,18 m de acordo com o catálogo, massa de 1459 kg, e largura de trabalho de 1,50 m.

Os níveis de ruído (ruído) foram determinados por meio do decibelímetro digital da Marca Homis modelo 913 (H004-353) com três faixas de medição (baixa de 30-70 dB; 60-100 dB e 90-130 dB), com Padrão IEC 61672, tipo 1 (classes 1 e 2), com protetor de vento.

Para determinação da opacidade da fumaça (material particulado) utilizou-se um opacímetro de fluxo parcial, sendo as medições em K – coeficiente de absorção de luz e têm como unidade metro a menos um; utilizou-se também o controlador serial para a comunicação dos equipamentos de inspeção veicular por meio de uma porta serial ao microcomputador, e software de inspeção veicular, denominado de IGOR® (TECNOMOTOR, 2013).

O biodiesel foi produzido no Laboratório de Processos Químicos da UNIVASF pelo processamento do óleo de soja refinado (comercial) na rota metálica, utilizando catalisador básico. Para obtenção do biodiesel foi utilizado óleo de soja, metanol 99,8 P.A., hidróxido de sódio (NaOH) e silicato de magnésio hidratado em uma miniusina com capacidade de produção até 15 litros por batelada. Para obter as proporções de misturas (B5, B10, B25) foi utilizado diesel obtido nos postos da região, auxiliado por provetas de 1 L, funil e recipientes de 20 L para cada mistura, para auxiliar no transporte até o local do ensaio e dois recipientes de 20 L para material de descarte.

Delineamentos

Na condição estática foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) avaliando as três proporções de biodiesel (B5, B10 e B25) com cinco repetições, cada repetição foi obtida de sete amostragens. Os dados coletados foram opacidade e nível de ruído no posto do operador e próximo ao escapamento.

Na condição dinâmica foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial com dois fatores, sendo: proporção de biodiesel e quatro marchas de trabalho. Utilizaram-se três proporções de biodiesel (B5; B10 e B25) e quatro marchas do trator que apresentavam velocidades teóricas de: M1L (3,1 km h⁻¹), M2L (5,1 km h⁻¹), M3L (10,7 km h⁻¹) e M1H (8,0 km h⁻¹), com cinco repetições. Os dados coletados foram: largura de trabalho da grade, profundidade de trabalho da grade e tempo de deslocamento na parcela. Cada parcela experimental ocupou área de 30 m² (15 x 2 m) e, entre parcelas, no sentido longitudinal, foi reservado um espaço de 10 m, destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização do conjunto.

Avaliações

Para a determinação do ruído, as avaliações basearam-se no método descrito na NBR-9999 (ABNT, 1987). Segundo esta norma, na posição e momento do ensaio de medição do nível de ruído, a temperatura ambiente deve estar entre -5 e 30°C e a velocidade do vento devem ser inferior a 5,0 m s⁻¹. No dia do experimento a velocidade do vento e a temperatura foram observados na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias/UNIVASF, sendo de, 27,0 °C e 5,3 m s⁻¹, respectivamente. Utilizou-se o protetor de vento pois a velocidade estava acima do limite estabelecido pela norma ABNT. Para realizar as medições, colocou-se o medidor de ruído próximo ao ouvido do operador, entre 0,79 m acima, 0,15 m à frente e 0,20 m lateralmente em relação ao ponto de referência do assento. Para a condição estática os ruídos foram medidos na rotação de marcha lenta (800 rpm) e máxima (2500 rpm) nas diferentes proporções de biodiesel avaliadas, com intervalo de cinco segundos entre cada medição. Na condição dinâmica os ruídos foram medidos em função das marchas e das proporções de biodiesel.

Para coletar os dados de ruído no escapamento foi utilizada a metodologia adaptada da NBR 9714 (ABNT, 2000), que se refere à medição de ruído nas proximidades do escapamento, e define o posicionamento do microfone. Tomou-se as medidas de ruídos em dB(A) na condição estática para as rotações do motor marcha lenta (800 rpm) e máxima (2500 rpm).

O ensaio de material particulado ou opacidade chamado de “Ensaio de Aceleração Livre” conforme a norma

NBR-13037/1993 (ABNT, 1993) e foi realizado segundo as proporções de biodiesel do experimento, com um opacímetro de absorção de luz com fluxo parcial. A medição da opacidade do gás de escapamento foi realizada somente com uma parte do fluxo de gás, por meio de um tubo de captação e uma sonda, montado no cano de escape do trator. Ao término de cada ensaio, foi realizada a drenagem completa do sistema de alimentação, evitando, o contato do combustível do ensaio seguinte. Para assegurar o consumo da nova mistura de combustível, o motor ficou em funcionamento em torno de quinze minutos antes do início de cada ensaio.

A velocidade teórica (V_t) do trator em cada marcha foi obtida no manual de operação. Para medição da velocidade efetiva coletou-se o tempo de percurso do conjunto trator-grade em cada parcela e em todas as repetições, sendo calculada pela divisão entre distância e tempo. A variação da velocidade foi calculada pela diferença entre a teórica e a efetiva

A largura e profundidade teórica da grade foram obtidas no manual de operação que indica 1,50 m e até 0,18 m, respectivamente. A largura e profundidade efetiva foram obtidas a campo com o auxílio de trena.

Para o cálculo da capacidade de campo teórica (CCT) e efetiva (CCE) utilizou-se os valores de largura e velocidade. Para a CCT utilizou-se os dados dos manuais de operação da grade e do trator. Para a CCE utilizou-se os valores reais coletados a campo.

Foi realizada a análise de variância para todas as avaliações. Para os fatores quantitativos realizou-se análise de regressão, quando os fatores ou interações foram significativos pelo teste de F a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condição estática: ruído e opacidade

A análise de variância para o nível de ruído médio (Tabela 1) indica que os valores de ruídos encontrados na rotação de marcha lenta, tanto no posto do operador como no do escapamento diferiram entre si apenas na proporção B5, sendo maior no primeiro, com diferença de 2,52%. O ruído nas demais proporções para rotação em marcha lenta foram estatisticamente iguais.

Tabela 1: Ruído médio (dB (A)) em função das proporções de biodiesel

Fatores	Posto do operador		Escapamento	
	Ruído em rotação de marcha lenta (dB (A))	Ruído em rotação máxima (dB (A))	Ruído em rotação de marcha lenta (dB (A))	Ruído em rotação máxima (dB (A))
Proporção (P)				
B5	83,3 b	99,1 a	81,2 c	100,5 a
B10	83,6 c	99,1 b	83,8 c	99,9 a
B25	84,4 c	99,0 b	84,3 c	100,4 a
TESTE DE F				
P	19,3**	0,1 ^{ns}	84,41**	0,27 ^{ns}
CV	0,3	0,3	0,5	1,2

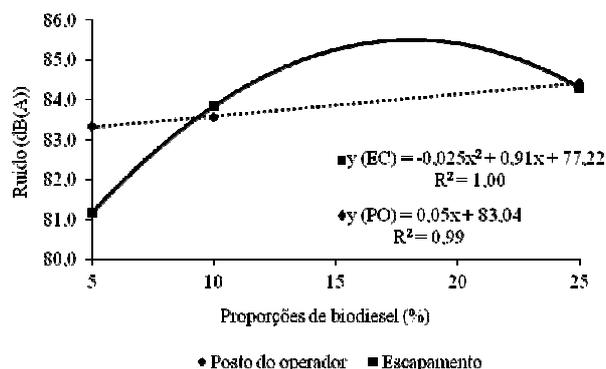
Médias seguidas de mesma letra minúscula na LINHA não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV.: coeficiente de variação (%).

Verifica-se que o ruído em rotação máxima no escapamento foi maior nas proporções de biodiesel B10 (0,8%) e B25 (1,39%) do que no posto do operador, porém não houve diferença significativa na proporção B5 em relação ao ruído obtido no posto do operador (Tabela 1). Conforme a NR-15 (MTE, 2012a) os níveis de ruídos estão acima dos limites permitidos pela legislação para exposição diária de oito horas que é de 85 dB (A) sem proteção auricular no posto do operador e próximo ao escapamento em rotação máxima. Os níveis médios de ruídos apresentados no posto operador, 100,5 dB(A) - rotação máxima – B5, permite exposição de aproximadamente de 1 hora. Para se ter a exposição de oito horas de trabalho com os níveis apresentados deve utilizar de protetores auriculares, que podem ser circum-auricular, de inserção ou semi-auricular.

Os ruídos em rotação de marcha lenta no posto do operador e no escapamento foram significativos para a proporção de biodiesel para a análise de regressão. As proporções de biodiesel no posto do operador e no escapamento apresentaram significância para a regressão de primeiro e segundo grau (Figura 1), respectivamente.

Verifica-se na regressão do posto do operador que há ocorrência de acréscimo nos valores do ruído na medida em que se aumenta a proporção de biodiesel, variando de 83,3 a 84,4 dB(A), ou seja 1,30%. O menor ruído em ambos os casos foi da proporção B5, diferentemente do esperado, pois o biodiesel apresenta poder lubrificante, como citado por Fiorese et al., (2012) em que a redução do atrito das partes móveis e estáticas do motor, ocorre devido à ação de lubrificação que o biodiesel detém, quando comparado com óleo diesel B5. No entanto, Prabhakar e Annamalai (2011) encontraram maiores valores de ruído nas misturas de biodiesel do que no diesel, resultado similar ao deste experimento. No escapamento o ruído aumentou com o acréscimo de biodiesel no diesel, mas foi menos acentuado de B10

para B25. A diferença entre B5 e B25 para a posição do escapamento foi de 3,68%.

**Figura 1:** Nível de ruído com o motor na rotação de marcha lenta no posto do operador e no escapamento.

A análise de regressão para opacidade da fumaça (Figura 2) apresentou o modelo de primeiro grau como significativo, sendo este modelo com o maior coeficiente de determinação (R²). A regressão para opacidade da fumaça indica que quando a proporção de biodiesel aumenta, o nível de material particulado emitido pelo trator agrícola diminui o que demonstra o menor valor de opacidade para a proporção B25, e maior para o B5.

A diferença entre B5 e B10 foi de 5,88%, e de B5 e B25 foi de 17,65% para a opacidade. A diferença entre B10 e B25 foi de 12,50% para a opacidade. Assim, com o uso do biodiesel no diesel até B25 foi possível reduzir a emissão de material particulado em 17,65%. Como o biodiesel não apresenta enxofre na sua constituição ocorre diminuição da produção de material particulado e segundo Sahoo et al. (2009) a redução ocorre também pelo conteúdo de oxigênio no biodiesel.

Delalibera et al. (2012) observaram aumento da emissão de material particulado quando utilizou a mistura de óleo vegetal e diesel. Prabhakar e Annamalai (2011) ao avaliarem cinco tipos de biodiesel em diferentes proporções observaram maiores valores de opacidade no biodiesel do que no diesel, segundo os autores devido à maior viscosidade que leva a uma combustão incompleta. Os resultados obtidos para opacidade da fumaça, se comparados com a norma do CONAMA n° 251 de 1999 (CONAMA, 2013), indica que o trator estaria aprovado caso fosse aplicado o teste de emissão, pois os valores são menores do que 2,5 m⁻¹, o que confirma o biodiesel como um diminuidor da poluição ambiental (COSTA NETO et al., 2000).

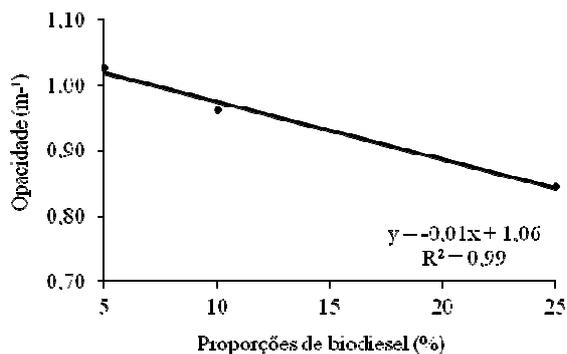


Figura 2: Opacidade da fumaça (m⁻¹) em função das proporções de biodiesel

Condição dinâmica: profundidade, velocidade, variação da velocidade e capacidade de campo

Verifica-se que não houve diferenças significativas na interação dos fatores proporção de biodiesel e marchas para profundidade de trabalho, velocidade de deslocamento e variação da velocidade (Tabela 2). Desta forma, os resultados permitem concluir que os fatores marchas e proporções de biodiesel são independentes. Ao contrário Pequeno et al. (2012) verificaram para o desempenho do conjunto trator-grade que o aumento da velocidade ocasionou diminuição da profundidade de trabalho, pelo efeito de flutuação.

Ocorreu significância pela análise de variância para o fator proporção de biodiesel nos parâmetros profundidade, velocidade efetiva e variação da velocidade (Tabela 2). Na análise de regressão destes parâmetros apenas a profundidade foi significativa para as proporções (Figura 3). O fator marchas foi significativo na análise de variância e regressão para a velocidade efetiva e a variação da velocidade (Figura 4).

Tabela 1: Profundidade de trabalho, velocidade de deslocamento e variação da velocidade em função das proporções de biodiesel e as marchas utilizadas

Fatores	Profundidade (cm)	Velocidade efetiva (km h ⁻¹)	Varição da velocidade (km h ⁻¹)
Proporção (P)			
B5	15,35 b	6,13 a	0,75 b
B10	20,67 a	5,15 b	1,57 a
B25	16,27 b	4,93 c	1,79 a
Marchas (M)			
M1L	17,83 a	2,77 d	0,51 c
M2L	17,57 a	4,27 c	0,84 c
M3L	16,60 a	8,01 a	2,69 a
M1H	17,73 a	6,58 b	1,44 b
TESTE DE F			
P	25,97**	25,17**	19,08**
M	0,77 ^{ns}	255,69**	44,65**
P x M	0,97 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,68 ^{ns}
CV	14,32	10,47	40,47

^{ns}: não significativo (P>0,05); **: significativo (P≤0,01). CV.: coeficiente de variação (%).

Verifica-se que a profundidade de trabalho em função das proporções de biodiesel apresentou significância para a equação de segundo grau (Figura 3). Consequentemente, os maiores coeficientes de determinação foram nestes níveis. A profundidade de trabalho em função da proporção do biodiesel aumentou até a proporção de B10 e diminuiu para B25. Sendo que o aumento foi de 25,74% entre B5 e B10, e de 21,29% entre B10 e B25, e de 5,65% entre B5 e B25. O aumento da profundidade de trabalho está relacionado com a diminuição da velocidade, que foi de 15,99% de B5 para B10, pois o aumento de velocidade ocasiona o efeito de flutuação diminuindo a profundidade de trabalho.

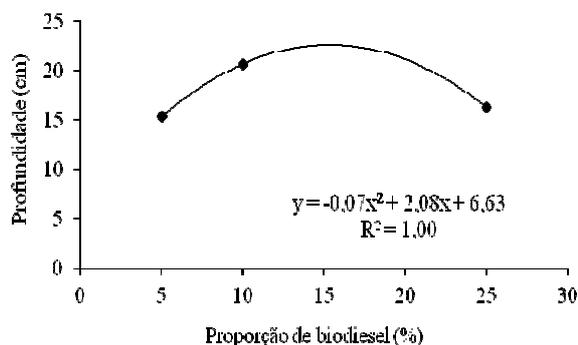
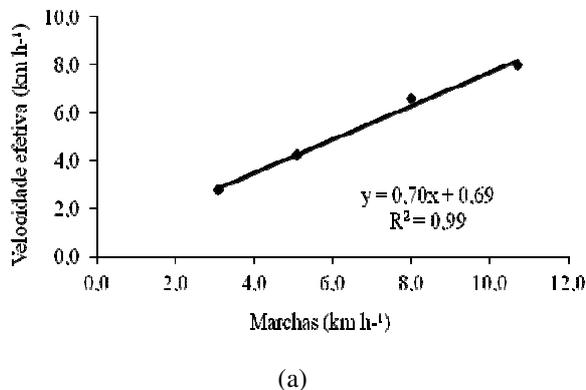
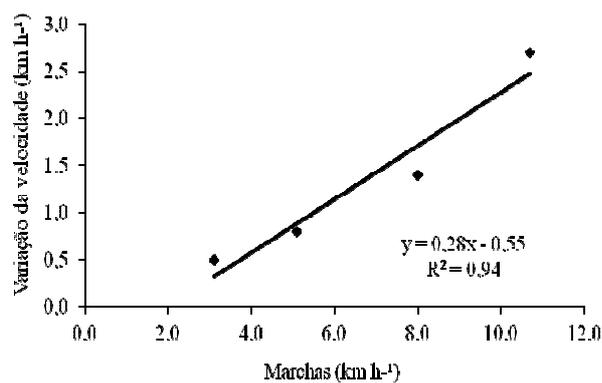


Figura 3: Profundidade de trabalho em função das proporções de biodiesel.

A velocidade efetiva e a variação da velocidade apresentaram significância à equação de primeiro grau no fator marchas (Figura 4a e 4b). Com a mudança de marchas houve aumento da velocidade de deslocamento, e em relação à velocidade teórica apresentada no catálogo, às variações foram de 15,54%, 16,44%, 25,14% e 17,95% para M1L, M2L, M3L e M1H, respectivamente. Com o aumento da velocidade de deslocamento, a variação da velocidade foi maior.





(b)

Figura 4: Velocidade de deslocamento (a) e variação da velocidade (b) em função das marchas.

A análise de variância da capacidade de campo teórica (CCT) e efetiva (CCE) em função dos fatores proporções de biodiesel e marchas utilizadas não apresentou significância na interação (Tabela 3), ou seja, os fatores são independentes. Para o fator proporção de biodiesel, apenas a CCE foi significativa enquanto que para o fator marchas todas as capacidades de campo apresentaram significância, sendo a marcha que apresentou a maior velocidade teve o maior incremento na capacidade de campo.

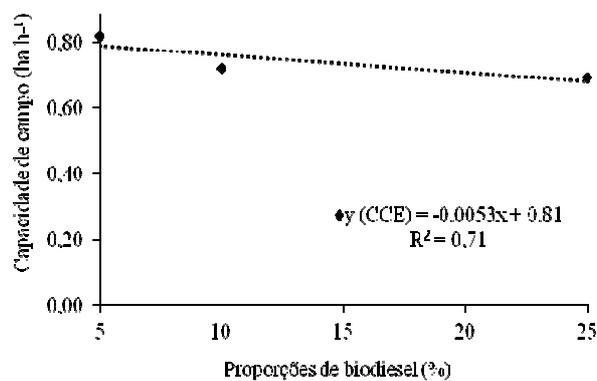
Tabela 2: Capacidade de campo teórica (CCT) e efetiva (CCE) em função das proporções de biodiesel e as marchas utilizadas

Fatores	CCT (ha h ⁻¹)	CCE (ha h ⁻¹)
Proporção (P)		
B5	1,01 a	0,85 a
B10	1,01 a	0,72 b
B25	1,01 a	0,69 b
Marchas (M)		
M1L	0,46 d	0,39 d
M2L	0,77 c	0,59 c
M3L	1,61 a	1,12 a
M1H	1,20 b	0,92 b
TESTE DE F		
P	1,07 ^{ns}	25,36**
M	56319,66**	260,08**
P x M	0,24 ^{ns}	0,96 ^{ns}
CV	0,80	10,42

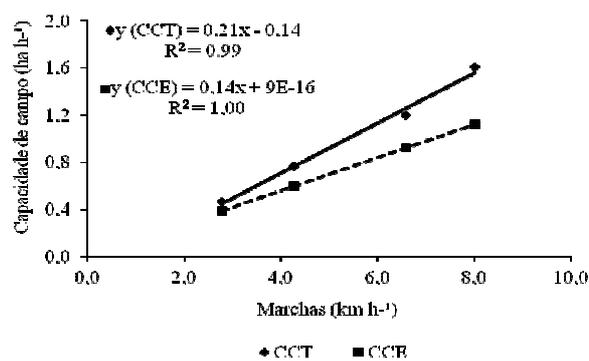
^{ns}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$). CV.: coeficiente de variação (%).

O aumento das proporções de biodiesel influenciou no decréscimo da capacidade de campo (Figura 5a), isso ocorre porque o incremento de biodiesel à mistura reduz

o poder calorífico do combustível, diminuindo assim a capacidade de campo, como também diminuiu a velocidade efetiva (Tabela 3). Confirmado por Grotta et al. (2008) em que o incremento de biodiesel à mistura reduz o poder calorífico do combustível o que implica na queda do desempenho do motor. Ao contrário Soranso et al. (2008) não encontraram diferença significativa para a capacidade operacional com o incremento de biodiesel no diesel.



(a)



(b)

Figura 5: Capacidade de campo teórica (CCT) e efetiva (CCE) em função das proporções de biodiesel (a) e das marchas (b).

Na análise de regressão linear da capacidade de campo efetiva e teórica em função das marchas (Figura 5b), o aumento da velocidade influenciou na capacidade de campo. Na capacidade de campo, de maneira geral, ocorreu aumento de 34,82% com a mudança de marcha e consequente aumento da velocidade. Pequeno et al. (2012) verificaram resultados semelhantes, em que o incremento da velocidade de deslocamento do conjunto trator-grade aumentou a capacidade de campo.

4 CONCLUSÃO

Os níveis de ruído aumentaram com a adição de biodiesel no diesel e estão acima dos limites

estabelecidos pela norma brasileira para oito horas de trabalho.

Ocorreu diminuição dos valores de opacidade da fumaça com o aumento da proporção de biodiesel.

As mudanças de marchas do trator ocasionaram aumento da capacidade de campo, enquanto que a adição de biodiesel no diesel acarretou diminuição.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9999: Medição do nível de potência sonora, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas.** Rio de Janeiro, 1987. 21p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-13037 - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da Opacidade - Método de Ensaio.** Rio de Janeiro: 1993. 4p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-9714 - Veículo rodoviário automotor – Ruído emitido na condição parado.** Rio de Janeiro: 2000. 6p.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 251, de 7 de janeiro de 1999. **Dispõe sobre os critérios, procedimentos e limites máximos de opacidade da emissão de escapamento dos veículos automotores do ciclo Diesel, em uso no Território Nacional, a serem utilizados em programas de I/M.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 7, de 12 de janeiro de 1999, Seção 1, página 97. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1999_251.pdf>. Acesso em: 17 maio 2013.
- COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v.23, n.4, p. 531-537, 2000.
- DELALIBERA, H. C.; CAMPOLINA, N.; WEIRICH NETO, P. H.; RALISCH, R. Performance of a diesel engine fueled with a preheated blend of soybean oil and petrodiesel. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.6, p.1058-1067, 2012.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 370p.
- FIGLIARESE, D. A.; DALLMEYER, A. U.; ROMANO, L. N.; SCHLOSSER, J. F.; MACHADO, P. R. M.. Desempenho de um motor de trator agrícola em bancada dinâmométrica com biodiesel de óleo de frango e misturas binárias com óleo diesel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.4, p.660-666, 2012.
- GROTTA, D.C.C.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; REIS, G.N.; CORTEZ, J.W. Biodiesel etílico de óleo residual de soja: desempenho de um trator agrícola na operação de gradagem. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v.30, n.1, p.135-138, 2008.
- MARONHAS, M. E. S.; FERNANDES, H. C.; SIQUEIRA, W. C.; FERNANDES, L. S. Utilização de misturas de óleo de soja reutilizado com óleo diesel em um motor estacionário. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.18, n.5, p. 390-397, 2010.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO - MTE. **Atividades e operações insalubres: NR-15.** Disponível: <http://www.mtb.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf> Acesso em: 14 dez 2012a.
- NAGAHAMA, H.J.; CORTEZ, J.W.; GRANJA, G.P.; GARRIDO, M.S.; CARVALHO, P.G.S. Níveis de potência sonora emitido por um trator agrícola de pneus em função da rotação, raio de afastamento, velocidade e tipo de pistas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.20, n.4, p.328-339, 2012.
- NIETIEDT, G. H.; SCHLOSSER, J. F.; RUSSINI, A.; FRANTZ, U. G.; RIBAS, R. L. Performance evaluation of a direct injection engine using different blends of soybean (Glycine max) methyl biodiesel. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.5, p.916-922, 2011.
- PEQUENO, I. D.; ARCOVERDE, S. N. S.; CORTES, J. W.; GARRIDO, M. S.; CARVALHO, P. G. S. Desempenho operacional de conjunto trator-grade em argissolo amarelo no semiárido nordestino. **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n.9. p. 83-92, 2012.
- PRABHAKAR, S.; ANNAMALAI, K. Comparison of sound, exhaust gas temperature and smoke opacity characteristics of methyl esters of vegetable oils blends. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 6, n.10, p.34-40, 2011.
- REIS, E. F. DOS; CUNHA, J. P. B.; MATEUS, D. L. S.; DELMOND, 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**, Campina Grande, v.17, n.5, p.565-571, 2013.
- SAHOO, P.K.; DAS, L.M.; BABU, M.K.G.; ARORA, P.; SINGH, V.P.; KUMAR, N.R.; VARYANI, T.S. Comparative evaluation of performance and emission characteristics of Jatropha, Karanja and Polanga based biodiesel as fuel in a tractor engine. **The Science and**

Technology of Fuel and Energy, v. 88, p.1698–1707, 2009.

SILVA, M. J. da; SOUZA, S. N. M.; SOUZA, A. A.; MARTINS, G.I.; SECCO, D. Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p. 320-326, 2012.

SORANSO, A.M.; GABRIEL FILHO, A.; LOPES, A.; SOUZA, E.G.; DABDOUB, M.J.; FURLANI, C.E.A.; CAMARA, F.T. Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado de óleo residual. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.553–559, 2008.

TABILE, R. A.; 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.

TECNOMOTOR - TECNOMOTOR ELETRÔNICA DO BRASIL LTDA. **Manuais de produtos**. Disponível em: <
<http://www.tecnomotor.com.br/novo/index.php/manuais-de-produtos>> Acesso em: 15 maio 2013.

TOLEDO, A. DE; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. DA; LOPES, A.; DABDOUB, M. J. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.459-467, 2010.

TOSIN, R. C.; LANÇAS, K. P.; ARAÚJO, J. A. Avaliação do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 24, n. 4, p. 108-118, 2009.