

## VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM PONTOS ESPECÍFICOS DO TRATOR AGRÍCOLA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DISTRIBUIÇÕES DE MASSAS ENTRE EIXOS

MAÍRA LASKOSKI<sup>1</sup>, THIAGO XAVIER DA SILVA<sup>2</sup>, LEONARDO LEONIDAS KMIECIK<sup>3</sup>, GUILHERME LUIZ PARIZE<sup>4</sup>, RENAN FABRÍCIO DOS SANTOS<sup>5</sup>, SAMIR PAULO JASPER<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências do Solo, UFPR/Curitiba-PR, maira.maylsk@gmail.com

<sup>2</sup>Discente em Agronomia, UFPR/Curitiba-PR, xavierthiagodasilva@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciências do Solo, UFPR/Curitiba-PR, leonardo.leonidas@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR, glparize@gmail.com

<sup>5</sup>Tecnólogo em Mecanização em Agricultura de Precisão, Mestrando em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR, (14)99688-3300, tecn.renan.santos@gmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, UFPR/Curitiba-PR, samir@ufpr.br

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** O trator agrícola é uma ferramenta universal nas diversas operações, contudo, seu comportamento diante diferentes solicitações relacionadas às cargas, superfície de trabalho e adequações podem inferir mudanças de comportamento ao motor sobre seus parâmetros de engenharia. Desta forma, o objetivo do trabalho foi analisar as variações de temperaturas em pontos específicos do trator agrícola. O experimento foi realizado seguindo um delineamento em faixas, do tipo fatorial duplo (3x3), em três distribuições de massa entre eixos dianteiro e traseiro (35/65, 40/60 e 45/55%) sob tração de uma carga constante (30 kN) a 8 km h<sup>-1</sup> sobre três tipos de superfícies (solo mobilizado, solo firme e pavimento de concreto). Os parâmetros analisados foram rotação do motor, temperatura de óleo do motor; temperatura de saída do escapamento; temperatura de entrada de combustível no motor; temperatura do ar de admissão. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, posteriormente análise de variância e 'teste t' - Student. Considerando a importância da adequação dos tratores em função das condições da superfície dos solos agrícolas, conclui-se que o desempenho do trator pode ser influenciado pela distribuição de massa entre eixos e pelas condições superficiais do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** engenharia, instrumentação eletrônica, lastragem.

## VARIATION OF TEMPERATURE IN SPECIFIC POINTS OF THE AGRICULTURAL TRACTOR IN THE FUNCTION OF DIFFERENT DISTRIBUTIONS OF WEIGHTS AMONG AXLES

**ABSTRACT:** The agricultural tractor is a universal tool in the various operations, however, its behavior in relation to different demands related to loads, work surface and adaptations can infer changes of the engine over its engineering parameters. In this way, the objective of the work was to analyze the temperature variations at specific points of the agricultural tractor. The experiment was carried out following a double factorial (3x3) design in three mass distributions between front and rear axles (35/65, 40/60 and 45/55%) under a constant load traction (30 kN) at 8 km h<sup>-1</sup> on three types of surfaces (mobilized soil, firm soil and concrete

pavement). The parameters analyzed were engine speed, engine oil temperature; exhaust outlet temperature; fuel inlet temperature in the engine; temperature of the intake air. The data were submitted to the normality test, later analysis of variance and 't test' - Student. Considering the importance of the adequacy of the tractors as a function of the surface conditions of the agricultural soils, it can be concluded that the performance of the tractor can be influenced by the mass distribution between axes and the surface conditions of the soil.

**KEYWORDS:** engineering, electronic instrumentation, ballasting.

**INTRODUÇÃO:** Com o avanço da agricultura, a mecanização ganha destaque com a necessidade de se melhorar o desempenho operacional e rendimento dos tratores e implementos agrícolas, pois se tornaram indispensáveis na implantação de uma lavoura (SOUZA, 2017). Existem diversos fatores que interferem no desempenho de tratores agrícolas, como o equilíbrio na distribuição de massas entre os eixos, diferentes solicitações de cargas na barra de tração e superfícies de trabalho que afetam diretamente nas relações de patinagem e consumo de combustível (Sichocki et al., 2013). Como consequência, ocorrem variações entre os parâmetros internos de engenharia do motor, como a temperatura do óleo do motor, temperatura da saída dos gases de escapamento, temperatura do ar de admissão, temperatura de entrada do combustível no sistema de alimentação, entre outros parâmetros. O objetivo do trabalho foi medir a variação das temperaturas em diversos pontos específicos do trator agrícola com três níveis diferentes de lastragens sob o exercício de solicitação constante de 30 kN na barra de tração sobre três diferentes condições de superfícies.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR). O delineamento utilizado foi fatorial duplo (3x3), sendo três distribuições de massas entre os eixos dianteiro e traseiro (35/65, 40/60 e 45/55%) e três superfícies (solo mobilizado, solo firme e pavimento de concreto), com cinco repetições, totalizando quarenta e cinco unidades experimentais. O solo firme (900 x 7,5 metros) foi obtido através de passagens sucessivas com o Trator Case IH, Magnum 340, encerrando quando os valores de resistências a penetração foram superiores a 2,0 Mpa (na camada 0 – 20 cm) nos 30 pontos medidos pelo penetrômetro eletrônico da marca Falker, modelo PLG 1020. O solo mobilizado (900 x 7,5 metros) foi obtido através de uma gradagem pesada (0 – 20 cm) e duas gradagens leve. O trator utilizado o New Holland T6050 Plus, potência nominal de 93 kW (126 cv), motor intercooler de 6 cilindros, injeção mecânica e transmissão Semi-Powershift Standard 16x16 Electrosift™, 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA) acionada. Os pneus utilizados foram radiais da Continental 380/85R28 na dianteiro e 460/85R38 no eixo traseiro, ambos com pressão de insuflagem de 68,94 kPa (10 psi), que proporcionou antecipação de 3,8%. A relação de massa/potência adotada foi 55 kg cv<sup>-1</sup> em todas as distribuições de massas entre eixos, o lastro hidráulico de 40% nos quatro pneus foi inalterado, e para atingir o objetivo das diferentes distribuições, foi variado o lastro sólido, utilizando quatro balanças de sapata CELMIG CM-1002 para aferir a distribuição.

TABELA 1. Especificações do lastro sólido e distribuições de massa entre eixos.

Massa estática nos eixos	Distribuição 1	Distribuição 2	Distribuição 3
<b>Dianteiro</b>	2.446 kg (35%)	2.794 kg (40%)	3.142 kg (45%)
<b>Traseiro</b>	4.617 kg (65%)	4.216 kg (60%)	3.823 kg (55%)
<b>TOTAL</b>	7.063 kg	7.010 kg	6.965 kg
<b>(kg cv<sup>-1</sup>)</b>	56,05 kg cv <sup>-1</sup>	55,63 kg cv <sup>-1</sup>	55,28 kg cv <sup>-1</sup>

A velocidade foi aferida pelo radar Vansco 740030<sup>a</sup>. O trator do teste foi conduzido numa velocidade de 8 km h<sup>-1</sup> (Marcha B6) a 1970 RPM no motor. Os ensaios se constituíram em realizar frenagens controladas na barra de tração, através da mudança de marchas do trator freio, Case IH, Magnum 340, no sistema de comboio conforme descrito por Mialhe (1996). A carga de frenagem foi 30 kN, conforme recomenda o Código 2 da *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD, 2012). Os termopares do tipo K foram posicionados para as coletas de temperatura do óleo do motor (TOM) pelo acesso da vareta ao cárter, temperatura dos gases de escapamento (TE) bocal de saída do escapamento, temperatura do ar de admissão (TAA) na entrada do filtro de ar, temperatura de entrada do combustível (TEC) posicionado próximo ao fluxômetro de entrada de combustível para o motor para corrigir a densidade e posteriores resultados da eficiência térmica e consumo de combustível específico. As aquisições dos dados foram realizadas a 1Hz. Os dados obtidos nos ensaios foram então submetidos a análise de variância ANOVA e posteriormente comparadas pelo “teste t – Student”, considerando os níveis de 1% e 5% de significância.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A TABELA 2 apresenta os resultados da Rotação do Motor (RM), Temperatura do Óleo do Motor (TOM), Temperatura do Escapamento (TE), Temperatura da Entrada do Combustível (TEC) e Temperatura do Ar de Admissão (TAA) para as diferentes distribuições de massas e superfícies.

TABELA 2. Síntese da análise de variância para as diferentes distribuições de massas, superfícies e temperaturas sob carga de 30 kN na barra de tração.

Fatores	RM (RPM)	TOM (°C)	TE (°C)	TEC (°C)	TAA (°C)
<b>Distribuições (%)</b>					
<b>35/65</b>	1.918A	112,32A	200,20A	34,62A	33,31B
<b>40/60</b>	1.907A	111,83A	192,94B	32,69B	34,35A
<b>45/55</b>	1.874B	108,02B	175,66C	31,04C	33,31B
<b>Superfícies</b>					
<b>Concreto</b>	1.951A	110,14A	196,71A	31,05C	29,20C
<b>Firme</b>	1.922B	109,10A	194,55B	32,84B	32,29B
<b>Mobilizado</b>	1.825C	112,93B	177,55C	34,46A	39,49A
<b>Teste F</b>					
<b>Distribuição</b>	9,62**	13,47**	68,09**	68,15**	12,51**
<b>Superfície</b>	79,47**	9,50**	47,21**	61,47**	976,48**
<b>Distr.xSuperfície</b>	16,00**	2,33 <sup>NS</sup>	39,08**	3,27*	40,77**
<b>CV</b>	1,52	2,01	2,79	2,29	1,74

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem, entre si, pelo “teste t”, a 5%. NS: Não significativo; \*: Significativo (5%) e \*\*: Significativo (1%). CV %: Coeficiente de variação.

De forma geral, as superfícies e as diferença de massas entre eixos influenciaram na RM, onde menores valores se deram em superfície mobilizada, provavelmente devida à baixa capacidade de tração e potência insuficiente para manter a velocidade pela condição da superfície, seguida do solo firme e pavimentação de concreto. Seguida uma análise individual dos parâmetros, a interação da TOM não foi significativa, sendo superior a 5% pelo ‘teste t – Student’. Mesmo não sendo significativo, observou-se aumento na TOM de forma inversa à RM, trazendo a perspectiva de que a menor vazão do óleo no interior causa maior troca de energia térmica sobre o volume menor e acumulação da temperatura sobre o fluido lubrificante devido seu menor fluxo. Conforme a TABELA 3 sugere, houve interação entre RM todos os demais parâmetros. Provavelmente a TE foi maior no solo mobilizado por conta

de maior esforço do motor para manter a rotação acima da reserva de torque, o que eleva o consumo de combustível específico e a temperatura na saída do escape. Segundo Kadhim e Idhas (2017), a temperatura de entrada do combustível tem um papel importante no consumo sobre o motor, temperatura dos gases de exaustão e intensidade de ruído, estabelecendo que quanto maior a refrigeração do combustível pelo radiador, sua densidade se eleva respondendo para um melhor desempenho do motor. O parâmetro de TEC se elevou nas rotações mais baixas, sugerindo que o arrefecimento do combustível foi menos eficiente. A possibilidade estudada sobre o parâmetro TAA ter apresentado maiores valores absolutos, pode estar relacionado tanto à maior RM como também decorrido à coleta dos dados serem realizadas em horários diferentes ao longo do dia e, como consequência, as temperaturas ambientes estariam mais elevadas ao decorrer do tempo e andamento dos ensaios.

TABELA 3. Interação entre os parâmetros: Rotação do Motor (RM); Temperatura do Escape (TE) de Temperatura de Entrada do Combustível (TEC) e Temperatura do Ar de Admissão (TAA)

RM (RPM)				TE (°C)		
Distribuição	Mobilizado	Firme	Concreto	Mobilizado	Firme	Concreto
35/65	1.865Ba	1.949Aa	1.940Aa	193,20Bb	188,78Ba	208,14Aa
40/60	1.781Bc	1.975Aa	1.962Aa	200,19Aab	176,19Bb	207,13Aa
45/55	1.828Bb	1.841Bb	1.952Aa	207,19Aa	161,86Bc	163,57Bb
TEC (°C)				TAA (°C)		
Distribuição	Mobilizado	Firme	Concreto	Mobilizado	Firme	Concreto
35/65	32,72Ac	30,29Bc	30,15Bb	30,03Ab	30,71Ac	26,84Bc
40/60	36,40Aa	34,81Ba	32,16Ca	30,59Cb	33,82Ab	32,45Bb
45/55	34,74Ab	32,98Bb	30,80Cb	39,31Ba	38,50Ba	40,63Aa

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem pelo "Teste T" a 5% de probabilidade.

**CONCLUSÕES:** O solo mobilizado apresentou os parâmetros de temperaturas mais elevados sugerindo maior esforço do motor com queda na rotação e menor eficiência e de periféricos que auxiliam no controle térmico do combustível.

#### REFERÊNCIAS:

- Caviglione, J. H.; Kiihl, L. R. B.; Caramori, P. H.; Oliveira, D. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000.
- Velmurugan, K., & Gowthamn, S. (2012). Effect of cetane improver additives on emissions. *International Journal of Modern Engineering Research*, 2(5), 3372-3375.
- KADHIM, N. S.; IDHAS, S. M.; *University of Baghdad Department of Agricultural Machines and Equipment*, Baghdad, IRAQ, C. OF A.; *Ministry of Agriculture IRAQ*, B. *The Effect of Diesel Fuel Temperature, Speed and Load on Some Performance Parameters of Tractor Engine.*, 2017.
- OECD - *Organization for Economic Co-Operation and Development*. OECD standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. 2012. 90p.
- SICHOCKI, D.; RUAS, R.A.A.; DEZORDI, L.R.; CAIXETA, L.F.; SILVA, B.M., Consumo energético e patinagem de um trator agrícola tracionando uma enxada rotativa e um arado de discos. *Engenharia na Agricultura*, v. 21, n.5, 2013.
- Souza, L. C. de. Relação massa/potência e pressão interna do pneu de um trator agrícola. Jaboticabal: UNESP, 2017. 34p. Dissertação de Mestrado.