

DESEMPENHO DE TRATOR COM TRÊS NÍVEIS E DOIS TIPOS DE LASTRAGEM

**RENAN FABRÍCIO DOS SANTOS¹, YASSER ALABI OIOLE², MAÍRA LASKOSKI³,
LEONARDO LEONIDAS KMIECIK⁴, LAURO STRAPASSON⁵, SAMIR PAULO
JASPER⁶**

¹Tecnólogo em Mecanização em Agricultura de Precisão, Mestrando em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR, (14)99688-3300, tecn.renan.santos@gmail.com

²Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências do Solo, UFPR/Curitiba-PR, yasseroiole_eng.florestal@hotmail.com

³Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências do Solo, UFPR/Curitiba-PR, maira.maylsk@gmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciências do Solo, UFPR/Curitiba-PR, leonardo.leonidas@gmail.com;

⁵Discente em Agronomia, UFPR/Curitiba-PR, laurostrapasson@gmail.com;

⁶Engenheiro 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 emprego de 75% no lastro hidráulico em pneus diagonais não é mais novidade nos meios acadêmicos e técnicos, como mais indicado para operações agrícolas de alto rendimento tratório. A ciência deve buscar alternativas de viabilizar a capacidade de tração mais racional em recursos, principalmente combustível. Neste contexto objetivou em determinar rendimento tratório e energético em cinco níveis de lastragem, sendo: 0% de lastro hidráulico; 40% de lastro hidráulico nos quatro pneus; 40% de lastro hidráulico substituído por equivalente metálico; 75% de lastro hidráulico nos quatro pneus, 75% de lastro hidráulico substituído por equivalente metálico, em experimento em faixas, com cinco repetições. O trator agrícola instrumentado foi conduzido a 7,5 km h⁻¹, tracionando 45kN, em comboio. Os parâmetros: patinagem, força, potência e rendimento na barra de tração, velocidade, rotação do motor, consumo horário e específico de combustível. Os dados foram submetidos ao teste de Friedman e as médias a comparações múltiplas. Com 75% de lastro hidráulico substituído por equivalente metálico o trator apresentou o menor rendimento tratório e menor consumo de combustível em relação ao 75% de lastro hidráulico.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência trativa, máquinas agrícolas, ensaio de tratores.

TRACTOR PERFORMANCE WITH THREE LEVELS AND TWO TYPES OF BALLASTING

ABSTRACT: The use of 75% in the hydraulic ballast in diagonal tires is no longer new in the academic and technical circles, as it is more indicated for agricultural operations of high traction yield. Science should seek alternatives to enable the most rational traction capacity in resources, especially fuel. In this context, the objective was to determine the traction and energy yield in five levels of ballasting, being: 0% of hydraulic ballast; 40% hydraulic ballast on the four tires; 40% of hydraulic ballast replaced by metallic equivalent; 75% of hydraulic ballast in the four tires, 75% of hydraulic ballast replaced by metallic equivalent, in an experiment in tracks, with five repetitions. The instrumented agricultural tractor was driven to 7.5 km h⁻¹, tractioning 45kN, by train. The parameters: skating, power, power and yield in the drawbar, speed, engine speed, hourly consumption and specific fuel. Data were submitted to the Friedman test and the means to multiple comparisons. With 75% of hydraulic ballast

replaced by metallic equivalent the tractor had the lowest tractor yield and lower fuel consumption compared to 75% of hydraulic ballast.

KEYWORDS: trative efficiency, agricultural machinery, tractors test.

INTRODUÇÃO: A adequação de tratores agrícolas tem como base a realização de ensaios em conjuntos mecanizados para melhor ajustar os parâmetros para a operação, dentre elas as relações entre peso e potência (FERREIRA, 2010). Com o peso e distribuição ideal, o trator adquire maior flexibilidade em operações agrícolas que demandam força de tração e, no caso da não adequação, ocorrerá diminuição do contato dos rodados com o solo, aumento de patinagem, *power hope*, consumo de combustível, perda de eficiência operacional, além de desgastes excessivo em componentes. Schlosser et al. (2005), estudou o desempenho operacional de um trator agrícola com quatro condições de lastragem e concluiu que com o aumento de lastros foi possível reduzir a patinagem com o aumento na eficiência operacional na operação de semeadura, obtendo boa relação peso/potência. A adequação do trator agrícola, através da adição de peso, que pode ser realizada com dois tipos de lastro, hidráulicos e/ou metálicos, resultando em melhorias em termos de rendimento operacional, aumento da força trativa, redução da patinagem, do consumo horário e específico de combustível (MONTEIRO et al., 2009a e MONTEIRO et al., 2009b). O lastro hidráulico (LH) consiste em adicionar água no interior do pneu até atingir a relação peso/potência ideal ou atingir o limite máximo de 75%, a fim de não enrijecer demasiadamente e causar o risco do rompimento de sua carcaça. Monteiro et al. (2011) avaliaram o desempenho de um trator com diferentes condições de lastragem hidráulica e concluíram que menores valores de patinagem e consumo específico de combustível e os maiores valores de potência na barra de tração foram obtidos para os lastros de 40% de água com o pneu radial e de 75% de água com o pneu diagonal. Objetivou-se neste trabalho comparar o desempenho operacional do mesmo trator em lastros equivalentes de lastragem metálica e hidráulica.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR), coordenadas geográficas 25°23'17.08"S e 49°7'29.11"O com altitude média de 920 m. O delineamento utilizado foi em faixas, fatorial simples, sendo cinco níveis de lastragem (TABELA 1): 0% de lastro hidráulico; 40% de lastro hidráulico nos quatros pneus; 40% de lastro hidráulico substituído por equivalente sólido (LS) metálico; 75% de lastro hidráulico nos quatros pneus, 75% de lastro hidráulico substituído por equivalente metálico, com cinco repetições, totalizando vinte e cinco unidades experimentais. Os lastros metálicos dianteiros (placas de 45 kg) foram adicionados no suporte frontal do trator e os traseiros (anéis de 65 kg) presos no suporte, localizado no disco da roda.

TABELA 1. Distribuição de lastragem entre os eixos Dianteiros (D) e Traseiros (T).

| Lastragem | Lastro sólido (kg) | | Lastro hidráulico (%) | | Massa total (kg) | | Massa total Σ (Kg) |
|-----------|--------------------|------|-----------------------|----|------------------|------|-----------------------|
| | D | T | D | T | D | T | |
| 0% | 630 | 650 | 0 | 0 | 2897 | 4471 | 7368 |
| 40% LH | 450 | 650 | 40 | 40 | 3508 | 5068 | 8576 |
| 40% LS | 540 | 910 | 0 | 0 | 3236 | 5350 | 8586 |
| 75% LH | 630 | 650 | 75 | 75 | 3965 | 5659 | 9624 |
| 75% LS | 990 | 1560 | 0 | 0 | 3969 | 5565 | 9534 |

*Balanças de sapata CELMIG CM-1002. A distribuição de lastragem próximo a 40% no eixo dianteiro e 60% no eixo traseiro.

A faixa pavimentada de concreto totalmente plano e sem imperfeições, seguiu normas da *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD, 2012). No ensaio foi

utilizado o trator da New Holland, modelo T7 205, potência nominal pela norma DIN 70030 de 125,2 kW (170 cv), motor 6 cilindros em linha com injeção eletrônica (Common Rail), turbo intercooler e sistema de transmissão Semi-PowerShift 18x6 Electrosift™, 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA) acionada, montado na dianteira com pneus diagonais Goodyear 18.4-26, pressão de insuflagem de 16 PSI, no eixo traseiro com pneus diagonais Goodyear 24.5-32 e com pressão de insuflagem de 14 PSI. A antecipação dos pneus entre os tratamentos variou de 2,60% a 3,20%, obtida de acordo com Schlosser et al. (2004). A rotação do motor estabelecida a 1970 RPM. O ensaio constitui-o em 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 45 kN, visando que a rotação do motor trabalhasse na reserva de torque. Os parâmetros avaliados foram: patinagem dos rodados dianteiro e traseiros, velocidade operacional, força, potência e rendimento na barra de tração, consumo horário e específico de combustível. A instrumentação utilizada, bem como a metodologia utilizada nos cálculos dos parâmetros citados está descrito por Jasper et al. (2016). Os dados foram submetidos análise de normalidade (Anderson-Darling), devido ao comportamento anormal, os parâmetros foram analisando pelo teste, não paramétrico, de Friedman (Ferreira, 20018) e as médias a comparações múltiplas de Holm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na TABELA 2 são apresentados os resultados da patinagem dos rodados (PAT), rotação do Motor (RM), consumo horário de combustível (CHC), força na barra de tração (FBT), velocidade operacional (VO), potência na barra de tração (PBT), rendimento na barra de tração (RBT) e consumo específico de combustível (CEC), para as diferentes Lastragens estudadas.

TABELA 2. Síntese da análise de variância para as diferentes lastragens analisadas.

| Lastragem | PAT (%) | RM (RPM) | CHC (L h ⁻¹) | FBT (kN) | VO (km h ⁻¹) | PBT (kW) | RBT (%) | CCE (g kW.h ⁻¹) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| 0% | 10,28 a | 1.855 a | 27,72 bc | 43,45 c | 7,32 a | 88,27 b | 65,94 b | 267 c |
| 40% LH | 8,31 c | 1.612 d | 29,75 ab | 38,95 d | 6,37 c | 68,98 c | 51,54 c | 367 a |
| 40% LS | 8,84 b | 1.346 e | 24,14 c | 37,42 e | 5,32 d | 55,27 d | 41,29 d | 371 a |
| 75% LH | 8,81 bc | 1.807 b | 31,26 a | 45,78 a | 7,29 ab | 92,72 a | 69,26 a | 287 b |
| 75% LS | 7,11 d | 1.746 c | 27,36 c | 44,87 b | 7,00 b | 87,22 b | 65,16 b | 267 c |
| Teste Friedman | | | | | | | | |
| Lastragem | 17,44 ^S | 18,56 ^S | 12,78 ^S | 18,56 ^S | 17,12 ^S | 19,04 ^S | 19,04 ^S | 17,12 ^S |
| CV (%) | | | | | | | | |
| Lastragem | 12,98 | 11,59 | 10,50 | 8,29 | 11,96 | 18,76 | 18,76 | 16,35 |

Teste Friedman (K Calculado): NS: não significativo (P>0,05); S: significativo (P<0,05);

Médias seguidas por letras distintas, diferem pelo “Teste Holm” (P<0,05);

CV: coeficiente de variação; K Tabelado = 8,78.

Ao analisar a TABELA 2, primeiramente, observa-se que para todos parâmetros avaliados, houve diferença estatística ($K_{\text{Calculado}} > K_{\text{Tabelado}}$) nos tratamentos analisados. Para PAT, os valores de todos os níveis de lastragem adequam-se ao limite estabelecido para ensaio de tração em superfície de concreto (OECD, 2012). O tratamento de 0% apresentando o maior valor e 75% LS o menor. Para os níveis de lastragem de 40% LH e 40% LS ocorreram as menores rotações do motor, no caso 40% LS abaixo do limite da reserva de torque, comprometendo o comportamento das demais variáveis analisadas. Para o tratamento de 75% LH os seguintes parâmetros: CHC; FBT; PBT; RBT e CCE apresentaram valores absolutos superiores, diferindo significativamente dos tratamentos 0% e 75% LS, além corroborar com os dados relatados por Monteiro et al. (2013). A Resolução Normativa N° 801 (ANEEL, 2017) salienta que o consumo de combustível específico do motor Ciclo Diesel na faixa de potência de 101 a 250 kW, para geração de energia elétrica, não deve ultrapassar a 349 g

kW.h⁻¹, levando esta informação como parâmetro de eficiência do consumo de combustível específico, os tratamentos 40% LH e 40% LS, não deveriam ser utilizados em operações agrícolas de alto rendimento tratorário. A VO operacional foi superior, significativamente, para os tratamentos 0% e 75% LH, ressaltasse que a velocidade está próxima à preconizada pela OECD (2012), em ensaio de pista de concreto. Enquanto ao índice de coeficiente de variação, o mesmo pode ser classificado como médio, pois na maioria dos parâmetros variou entre 10 a 20% (GOMES, 2000).

CONCLUSÕES: Para operações agrícolas de alto rendimento tratorário com pneus diagonais, recomenda-se lastragem com 75% hidráulica.

REFERÊNCIAS:

- ANEEL. **Resolução Normativa Nº 801**, de 19 de dezembro de 2017. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaResultado.cfm?attAnoAud=2017&attIdeAud=1174&attAnoFasAud=2017&id_area=13>. Acesso em: 02 jul. 2019.
- FERREIRA, M. F. **Adequação trator implemento**. Caderno didático. Departamento de engenharia arquitetura e ciências agrárias - Universidade de Santa Cruz do Sul, RS. p. 82. Mar. 2010.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada às ciências agrárias**. Viçosa, UFV. 588p. 2018.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. São Paulo: Nobel. 451p. 2000.
- JASPER, S. P.; et al., Desempenho do trator de 157 kW na condição manual e automático de gerenciamento de marchas. *Revista Scientia Agrária*, v.17, n.13, p.55-60, 2016.
- MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificação**. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. 722p.
- MONTEIRO, L. A. et al., Energetic efficiency of an agricultural tractor in function of tire inflation pressure. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n.4, p. 758-763, 2013.
- MONTEIRO, L. A. et al., Desempenho de um trator agrícola equipado com pneus radiais e diagonais com três níveis de lastros líquidos. *Engenharia Agrícola*, v. 31, n.3, p. 551-560, 2011.
- MONTEIRO, L. A.; LANÇAS, K. P.; GABRIEL FILHO, A. Desempenho de um trator agrícola em função do tipo construtivo do pneu e da lastragem líquida em três velocidades de deslocamento na pista com superfície firme. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 68-84, 2009a.
- MONTEIRO, L. A.; LANÇAS, K. P.; MASIERO, F. C. Conjuntos: Adição de lastro e quando colocar. *Panorama Rural*, Ribeirão Preto, SP, n. 125, p. 50-55, jul. 2009b.
- OCDE – Organization for Economic Cooperation and Development. Code 2: **OECD standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance**, 90p, 2012.
- SCHLOSSER, J. F.; et al., Análise comparativa do peso específico dos tratores agrícolas fabricados no Brasil e seus efeitos sobre a seleção e uso. *Revista Ciência Rural*, v. 35, p. 92-97, 2005.