

MODELAGEM DA PATINAGEM E COEFICIENTE DE TRAÇÃO EM PISTA DE CONCRETO DE UM TRATOR AGRÍCOLA COM PNEUS RADIAIS E DIAGONAIS

BEETHOVEN GABRIEL XAVIER ALVES¹, FRANCISCO RAMOS DE MELO²,
GUILIANO RANGEL ALVES¹, ELTON FIALHO DOS REIS⁴

¹Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis – GO, Fone: (0xx62) 99216-3462, thovin@hotmail.com,

²Prof. Doutor do curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis – GO,

³Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor. Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis – GO, fialhoreis@ueg.br.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Avaliar desempenho de tratores agrícolas submetidos a diferentes cargas à barra de tração e tipos de pneus tem sido alvo de recentes pesquisas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a patinagem e o coeficiente de tração de um trator em pista de concreto asfáltico. Montou-se um experimento utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida, compostos por dois tipos de pneus (radiais e diagonais), e as subparcelas por seis diferentes forças impostas à barra de tração (1,4; 3,4; 10,4; 15,2; 20,7 e 23,8 kN), com três repetições. Para isso foi desenvolvido um carro dinamométrico e instrumentado com célula de carga, sensor magnético, capazes de monitorar a força na barra de tração, o número de voltas dos rodados do trator. As demais variáveis foram calculadas a partir dos dados coletados. Os tipos de pneus avaliados não apresentaram diferenças de desempenho no coeficiente de tração, já o incremento das cargas impostas à barra de tração apresentou maiores valores de coeficiente de tração, apresentando maior valor na maior carga. Os pneus radiais proporcionaram menores valores de patinagens dos rodados comparados aos diagonais. O incremento na carga aplicada à barra de tração implicou em maiores valores de patinagens para os diferentes pneus avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Carro dinamométrico, Coeficiente de tração.

MODELING OF SKATING AND COEFFICIENT OF TRACTION IN CONCRETE TRACK OF AN AGRICULTURAL TRACTOR WITH RADIAL AND DIAGONAL TIRES

ABSTRACT: Evaluating the performance of agricultural tractors subjected to different loads to the drawbar and tire types has been the subject of recent research. The objective of this work was to evaluate the skating and the traction coefficient of a tractor in an asphalt concrete track. An experiment was carried out using a completely randomized design, subdivided, composed of two types of tires (radial and diagonal), and the subplots by six different forces imposed on the traction bar (1,4, 3,4,10, 4, 15.2, 20.7 and 23.8 kN), with three replicates. For this, a dynamometric and instrumented car was developed with load cell, magnetic sensor, able to monitor the force in the drawbar, the number of turns of the tractor turns. The other variables were calculated from the data collected. The tire types evaluated did not show differences in performance in the traction coefficient, since the increase of loads imposed on the traction rod had higher values of traction coefficient, presenting higher value in the higher load. The radial tires provided lower values of wheel slip compared to diagonals. The increase in load applied to the drawbar implied higher values of skids for the different tires evaluated.

KEYWORDS: Arduino; Dynamometer; Traction coefficient

INTRODUÇÃO: O desempenho do trator quando submetido à tração pela barra é influenciado por parâmetros de pneu, condição do solo, tipo de implemento e configuração do trator. As características de tração de um pneu dependem da geometria e do tipo (radial, diagonal). Pesquisas mostram que 20 a 55% da energia disponível do trator é consumida na interface solo-pneu (KUMAR et al., 2013). O coeficiente de tração foi definido por Barger et al. (1963) como a relação entre a força na barra de tração e a carga dinâmica atuante sobre os eixos de tração. Representando quanto de peso do trator transforma-se em força na barra de tração, sendo também uma medida da eficiência do sistema rodado-solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado em uma pista de concreto asfáltico de dimensões de 140 m de comprimento e 5 m de largura, utilizando efetivamente 100 m, com o restante sendo utilizado para aceleração e desaceleração. Para a aplicação da força na barra de tração do trator ensaiado foi utilizado um carro dinamométrico, capaz de impor à barra de tração forças constantes durante o ensaio e instrumentado para fazer o monitoramento e a aquisição das variáveis de forma automática. O experimento foi realizado utilizando o delineamento estatístico inteiramente casualizado, no esquema de parcela subdividida, composto por doze tratamentos com três repetições por tratamento, totalizando trinta e seis unidades experimentais. As parcelas foram compostas por dois tipos de pneus (radiais e diagonais), e as subparcelas foram constituídas por seis diferentes forças a qual o trator foi submetido (1,401; 3,431; 10,370; 15,218; 20,727 e 23,845 kN). Para a modelagem do desempenho do trator foram determinados o coeficiente de tração e a patinagem nas rodas motrizes. Avaliou-se um trator agrícola, com tração dianteira auxiliar desligada, motor ciclo diesel, turboalimentado com intercooler, sistema de injeção com bomba rotativa, quatro cilindros, cilindrada total de 4485 cm³, potência nominal de 82,4 kW (112 cv). Nas rodas motrizes foram utilizados pneus radiais 18.4 R34 e pneus diagonais 18.4 34, ambos pneus novos. A distância entre eixos do trator foi de 2,668 m. O peso estático do eixo traseiro do trator quando equipado com pneus radiais foi de 34,790 kN, e 36,162 kN quando com diagonais. A altura da barra de tração do trator foi de 0,465 m.

O coeficiente de tração foi determinado pela relação entre forças médias de tração em kN (Fm) e a carga dinâmica sobre os eixos de tração em kN (Wd), conforme Equação 1, adaptada de Kumar et al. (2013):

$$Ct = Fm/Wd \times 100 \quad (1)$$

A carga dinâmica (Wd), segundo Barger et al. (1963), é calculada de acordo com a Equação 2, sendo definida como o somatório da transferência de peso em kN (TP) com a força de reação do solo ao eixo traseiro em kN (W).

$$Wd = W + TP \quad (2)$$

Já a transferência de peso (TP), foi determinada pela Equação 3 segundo Barger et al. (1963), como sendo a parte da força na barra de tração em kN(Fm) multiplicado pela relação entre altura da barra de tração em metros (h) e a distância entre eixos em metros (a).

$$TP = Fm \times h/a \quad (3)$$

A patinagem das rodas motrizes do trator foi determinada comparando-se o número de voltas com o trator sem carga com o número de voltas do trator com carga (GOMES et al., 2016), durante o percurso de 100 m da pista de ensaio. As variáveis obtidas foram submetidas à análise de regressão, à análise de variância pelo teste de F e, quando houve diferença significativa entre os tratamentos, suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Em todos os procedimentos estatísticos descritos foi utilizado o programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 o coeficiente de tração para pista de concreto

foi ajustado em função das forças na barra de tração por um modelo linear. Não houve diferença significativa para o coeficiente de tração entre os níveis da parcela, os tipos de pneus, nem entre a interação dos fatores. Então o modelo foi construído por meio da média do coeficiente de tração em cada nível da subparcela, ou seja, a cada incremento de força de tração. O máximo de coeficiente de tração, apresentado na Figura 1, para os dois tipos de pneus em pista de concreto foi de 61%, corroborando com o valor considerado como coeficiente de tração médio para pista de concreto, apresentado por Barger et al. (1963).

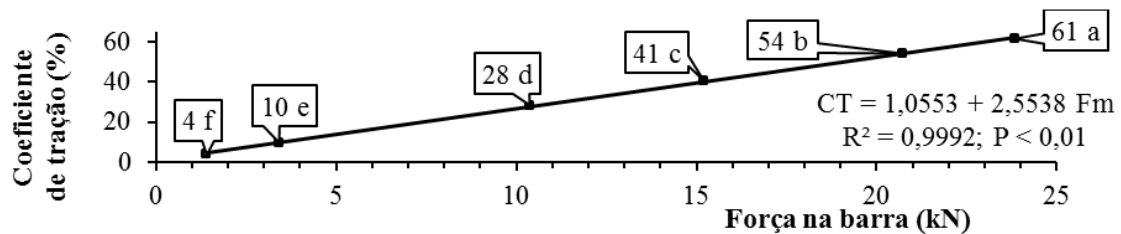


FIGURA 1. Modelo de regressão linear do coeficiente de tração (CT), para as diferentes forças médias impostas à barra de tração (Fm). As médias do coeficiente de tração seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$).

A patinação ajustou-se em função da força média de tração seguindo um modelo linear (Figura 2), corroborando com modelos propostos por Barger et al. (1963). Modelagem semelhante também foi efetuada por Gomes et al. (2016), que ajustaram a patinação seguindo um modelo linear, avaliando o desempenho de um trator enquanto variou-se a vazão de ar de admissão do motor e as forças impostas à barra de tração.

Os índices de patinação apresentados na Figura 2 não ultrapassaram 10%, índices acima de 16%, em pista de concreto, provocariam desgastes proibitivos (BARGER et al., 1963). Os valores máximos apresentados na Figura 2 estão em concordância com normas de ensaios de potência à barra de tração em pista de concreto, que estima valores máximos de patinação dos rodados motrizes em 15% (OECD, 2016). Ainda na Figura 2, é possível observar que o trator quando equipado com pneus diagonais patinou mais em detrimento a quando equipado com pneus radiais, atestando novamente que o desempenho com pneus radiais é superior, corroborando com Barbosa et al. (2005).

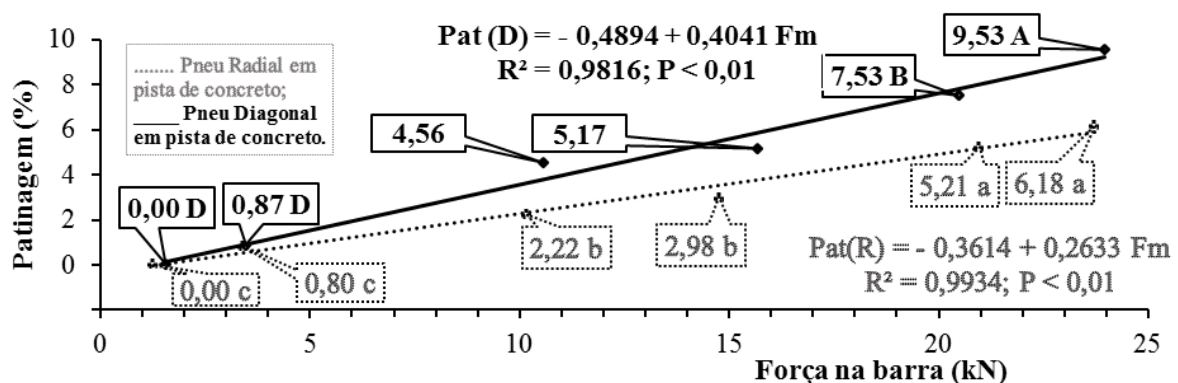


FIGURA 2. Modelo de regressão linear da patinação das rodas motrizes (Pat) nos tipos de pneus trabalhados, para as diferentes forças médias impostas à barra de tração (Fm). As médias de patinação, seguidas das mesmas letras minúsculas para o pneu radial e maiúsculas para o pneu diagonal, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$).

Na Figura3 observa-se que em pista de concreto o pneu diagonal patina mais que o pneu radial. Fato que influencia na velocidade de deslocamento do conjunto, imediatamente na capacidade operacional do conjunto e consequentemente no desempenho operacional do trator

(MIALHE, 1996). Com isso, associando-se à maior velocidade de deslocamento que o trator com pneu radial dispõe, o pneu radial é a escolha adequada em pista de concreto, corroborando com Ribas et al. (2014), que apresentou que as características construtivas do pneu radial permitiram maiores vantagens de tração em detrimento ao pneu diagonal.

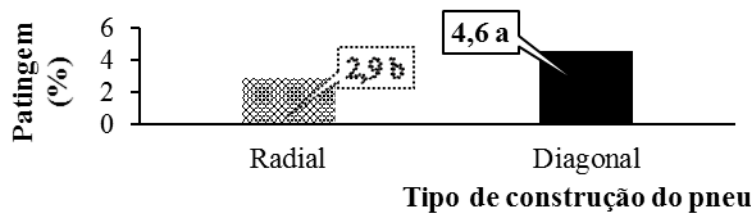


FIGURA 3. Valores médios da patinagem dos rodados (%) para os diferentes tipos de pneus, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$).

CONCLUSÕES: Os tipos de pneus avaliados não apresentaram diferenças de desempenho para o coeficiente de tração, já o incremento das cargas impostas à barra de tração apresentou maiores valores de coeficiente de tração, apresentando maior valor na maior carga. Os pneus radiais proporcionaram menores valores de patinagens dos rodados comparados aos diagonais. O incremento na carga aplicada à barra de tração implicou em maiores valores de patinagens para os dois tipos de pneus avaliados.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. A.; VIEIRA, L. B.; DIAS, G. P.; DIAS JUNIOR, M. S. Desempenho operacional de um trator agrícola equipado alternadamente com pneus radiais e diagonais. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.474-480, 2005.
- BARGER, E. L.; LILJEDAHN, J. B.; CARLETON, W. M.; McKIBBEN, E. G. **Tratores e seus motores**. São Paulo: Edgard Blücher, 1963. 398 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- GOMES, F. S.; REIS, E. F.; COUTO, R. F.; HOLTZ, V. Desempenho de um trator agrícola sob diferentes cargas e vazões de ar admitidas pelo motor. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 111-119, 2016.
- KUMAR, S. P.; PANDEY, K. P.; KUMAR, R.; SINGH, M. Development of hydraulic normal loading device for single wheel test rig. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v. 8, n. 48, p. 6259-6264, 2013.
- MIALHE, L. G. Ensaio & certificação de tratores. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.
- OECD - The Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. **OECD - CODE 2**. Paris, 2016. 101 p.
- RIBAS, R. L.; SCHLOSSER, J. F.; FRANTZ, U. G.; FARIAS, M. S. de; RODRIGUES, F. A. Exposição humana à vibrações de corpo inteiro em um trator agrícola com pneus radiais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.9, p.1589-1595, 2014.