

DETERMINAÇÃO DA PATINAGEM DOS RODADOS DO TRATOR DE 92,67 KW ATRAVÉS DA INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA INSTALADA E EQUAÇÕES DA LITERATURA

YASSER ALABI OIOLE¹, LEONARDO LEONIDAS KMIECIK², THIAGO XAVIER DA SILVA³,
MARCOS CRISTIANO MACHIOSKI⁴, SAMIR PAULO JASPER⁵.

¹ Engenheiro Florestal, Mestrando em Agronomia, Depto de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), UFPR/Curitiba-PR, (17) 99744-4977, yasseroiole_eng.florestal@hotmail.com

² Graduando do curso de Agronomia, UFPR/Curitiba-PR, (41) 99987-9165, leonidas.km@gmail.com

³ Graduando do curso de Agronomia, UFPR/Curitiba-PR, (41) 99693-7933, xavierthiagodasilva@hotmail.com

⁴ Graduando do curso de Agronomia, UFPR/Curitiba-PR, (41) 99791-9268, marcos.cmachioski@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor Adjunto A, Depto de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), UFPR/Curitiba-PR, (41) 99287-7089, samir@ufpr.br

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: A patinagem dos rodados do trator agrícola é a denominação recebida pelo movimento relativo entre a superfície de contato do rodado com o solo, sendo determinante para que ocorra a tração e relacionada com o esforço necessário para movimentar os implementos. O objetivo foi determinar a patinagem dos rodados do trator utilizando instrumentação eletrônica instalada e equações da literatura, para que fossem comparados os resultados obtidos pelos dois métodos e posteriormente identificar qual o melhor. O experimento foi conduzido em delineamento com faixas, com oito tratamentos e cinco repetições através do método de comboio, composto por dois tratores conduzidos em pavimento de concreto. O trator teste deslocou-se à velocidade de 2,08 m.s⁻¹, e o segundo trator simulando carga de 26 kN (2.700 kg). Portanto, a patinagem foi determinada por meio das equações da literatura e por sensores instalados nos quatro rodados do trator que emitiam sinais para o sistema de aquisição de dados. Observou-se que houve diferença significativa entre os dois métodos de determinação de patinagem, pois, os métodos de ZOZ e do Tempo não consideram a carga tracionada pelo trator superestimando os valores. Portanto, o sistema de aquisição de dados e instrumentação eletrônica possibilitou uma coleta mais eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Tração, rodado, desempenho.

DETERMINATION OF THE SKIDING OF THE TRACTOR'S WHEELS OF 92.67 KW THROUGH INSTALLED ELECTRONIC INSTRUMENTATION AND LITERATURE EQUATIONS

ABSTRACT: Roller skidding of the agricultural tractor is the denomination received by the relative movement between the contact surface of the wheel with the ground, being determinant for the traction to occur and related to the effort required to move the implements. The aim was to determine the skating of the tractor wheels using installed electronic instrumentation and literature equations, so that the results obtained by the two methods were compared and later to identify the best one. The experiment was conducted in a trawl design, with eight treatments and five replications by the train method, composed of two tractors driven on concrete pavement. The test tractor moved at a speed of 2.08 m.s⁻¹, and the second tractor simulating 26 kN (2,700 kg) load. Therefore, skating was determined by means of the equations of the literature and by sensors installed in the four rounds of the tractor that sent signals to the data acquisition system. It was observed that there was a significant difference between the two methods of determination of skating, since the ZOZ and Tempo methods do not consider the load traction by the tractor overestimating the values. Therefore, the data acquisition and electronic instrumentation system made possible a more efficient collection.

KEYWORDS: haulage; wheel; performance.

INTRODUÇÃO: A patinação dos rodados do trator agrícola é a denominação recebida pelo movimento relativo entre a superfície de contato do rodado com o solo, e este movimento é determinante para que ocorra tração. (GAMERO et al., 1996). A patinação está relacionada com características do trator como o esforço de tração necessário para movimentar implementos, e a superfície de suporte, que está em contato com a banda de rodagem dos pneus. (Herzog et al., 2002). Portanto, para que seja realizada a mensuração dessa patinação podem ser utilizadas equações encontradas na literatura ou instrumentação eletrônica, o qual é necessário realizar ensaios de tração determinando condições semelhantes ao que acontece no campo e identificar qual condição é mais adequada pra o máximo desempenho (JASPER et al., 2016). A instrumentação eletrônica em tratores agrícolas envolve a instalação de sensores eletrônicos, que atrelados à mecânica, fornecem dados através de pulsos que possibilita avaliarmos o desempenho de tratores agrícolas em condições semelhantes às de campo, permitindo adequar o trator às condições de trabalho, a fim de se obter a máxima eficiência operacional (RUSSINI, 2009). Conhecer, avaliar e determinar a patinação dos rodados possibilita realizar adequações que conseqüentemente irá ocorrer uma menor perda de potência e aumentará assim a eficiência na produção agrícola, conservação do solo e menor consumo de combustível (MASIERO, 2010). O presente trabalho tem o objetivo de determinar a patinação dos rodados do trator de 93 kW (126 cv), utilizando-se de instrumentação eletrônica instalada e equações da literatura, para comparar os resultados obtidos pelos dois métodos e identificar o qual possibilita a mensuração da patinação de forma mais adequada, visando o máximo desempenho do trator agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Adequação de Tratores Agrícolas (LATA) e na Fazenda Experimental Canguiri (FEC) pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba. O trator instrumentado para o teste foi um T6050, da marca New Holland, com potência nominal de 93 kW (126 cv), e transmissão semi-powershift, 4x2 com tração dianteira (TDA) acionada, equipado com pneus dianteiros radiais (380/85R28) com insuflagem de 68 kPa (10 psi); e pneus traseiros radiais (460/85R38) com insuflagem de 68 kPa (10 psi), proporcionando uma antecipação de 3,8% e deslocamento de 2,0 m.s⁻¹ (7,56 km.h⁻¹). O motor do trator trabalhou com combustível óleo diesel S10. Foi estabelecida a condição de distribuição de peso entre eixos dianteiro e traseiro, baseado no fator de lastragem de 55 kg.cv⁻¹, com peso total desejável para o trator igual a 67,96 kN (6.930 kg). O trator foi conduzido em pavimento de concreto, segundo a Norma OECD (2008) código 2, com 1 % de declividade, no sentido do comprimento e niveladas na largura, com dimensões de 300 m de comprimento e 4 m de largura, totalizando 1.200 m² de área total (MIALHE, 1996). O ensaio foi realizado com delineamento inteiramente casualizado, composto por esquema experimental em faixas, com oito tratamentos e cinco repetições, sendo utilizados para as repetições o tempo de 20 s e 20 m de coleta de dados da instrumentação eletrônica instalada no trator teste. Os parâmetros analisados pela instrumentação eletrônica foi a força de tração com a utilização de uma célula de carga com capacidade de 100 kN, a velocidade de deslocamento do trator com um radar, a patinação das rodas motrizes com encoders de 360 pulsos instalados nos quatro rodados, rotação do motor com um encoder de 100 pulsos instalado na tomada de potência (TDP) e todos os dados foram transferidos para um sistema de aquisição de dados. A determinação da patinação, através da instrumentação eletrônica instalada no trator teste, usando-se dos pulsos gerados pelos encoders das rodas corrigidos para a distância de 20 metros e o tempo de 20 segundos, para cada repetição foi aplicado a seguinte equação para a mensuração da patinação. Modelo de equação:

$$P = \left(\frac{n1 - n0}{n0} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que,

P – patinação, em (%);

n1 = número de pulsos do encoders da roda com carga, em: (unidade);

n0 = número de pulsos do encoders da roda sem carga, em: (unidade).

Para os demais tratamentos foram utilizados as equações das metodologias descritas na Revisão de literatura. Os dados necessários para o cálculo das diferentes equações, foram obtidos através instrumentação eletrônica instalada no trator teste, considerando a mesma carga (27 kN), distribuição de peso de 67,96 kN com 65% no eixo traseiro e 35% no eixo dianteiro, rotação do motor constante de

1945 r.min⁻¹, rotação da TDP durante os ensaios de 530,15 r.min⁻¹, velocidade teórica calculada de 2,19 m.s⁻¹, velocidade durante os ensaios de 2,08 m.S⁻¹, fixando-se 20 giros do rodado motriz, distância fixada em 20 m e tempo de coleta de dados de 20 s.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A hipótese, de que os resultados da patinagem obtidos por meio da instrumentação eletrônica instalada no trator seriam semelhantes aos valores obtidos através das equações da literatura, foi confirmado pela análise de variância dos valores obtidos, pois houve diferença estatística significativa apenas para dois métodos (TABELA 1). A análise estatística demonstrou diferença significativa nos valores de patinagem obtidos pelo método da Instrumentação Eletrônica e os calculados pelo método de ZOZ e do Tempo. O método ZOZ considera apenas a velocidade de deslocamento do trator numa determinada distância, com o trator sem carga e tracionando carga para determinar a patinagem, e o método do Tempo determina a patinagem apenas em função do tempo para o trator deslocar-se em uma distância conhecida, sem tracionar carga e tracionando carga, desta forma estes dois métodos superestimaram os valores de patinagem, quando comparados com os valores de patinagem determinados pelo método da Instrumentação Eletrônica e as demais equações da literatura que consideram, também, número de giros da TDP, rotação do motor e número de giro dos rodados do trator. Isso demonstra que os resultados de patinagem obtidos por diferentes métodos de determinação não devem ser comparados. (CORRÊA et al. 1999).

TABELA 1 - SÍNTESE DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA E DO TESTE DE MÉDIAS PARA AS DIFERENTES METODOLOGIAS APLICADAS NO CÁLCULO DA PATINAGEM – P (%).

Metodologia (M)	Patinagem (%)
Valmet	3,50 A
Deustche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) - Alemanha	3,54 A
Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) - Argentina	3,59 A
Número Conhecido de Giros do Rodado	3,80 A
Instrumentação Eletrônica (IE)	3,96 A
Institute of Agriculture Machinery (IAM) – Japão	4,20 A
ZOZ	5,78 B
Tempo	5,92 B
TESTE F	
Metodologia	64,76 **
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO – CV (%)	7,87

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

Os dados apresentados (TABELA 1), para patinagem dos rodados, não diferiram pelo “teste t” a 5% de probabilidade para os métodos VALMET, Deustche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) - Alemanha, Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA) - Argentina, Número Conhecido de Giros do Rodado, Instrumentação Eletrônica (IE) e Institue of Agriculture Machinery (IAM) – Japão, com valores de patinagem entre 3,50 e 4,20%, com o trator conduzido em pista de concreto, tracionando carga de 27 kN, com velocidade constante de 2,08 m.s⁻¹ e com distância e tempo conhecidos. Nota-se, portanto, a eficiência da instrumentação eletrônica instalada na determinação da patinagem. Cordeiro (2000), Gabriel Filho et al. (2010) e Jasper et al. (2016) também observaram que a instrumentação eletrônica instalada é um método válido e adequado na determinação da patinagem dos rodados do trator agrícola. Os resultados da patinagem dos rodados do trator agrícola obtidos por todos os métodos de determinação, que foram objeto de estudo nesta pesquisa, estão de acordo com as normas da ASABE (1999), que sugere patinagem entre 4 e 8% em superfície de concreto. Semelhantemente, Machado et al. (2007), em pesquisa sobre a eficiência do Sistema eletrônico para aquisição de dados em máquinas agrícolas, obtiveram resultados que comprovaram a eficiência da instrumentação eletrônica instalada nos rodados do trator agrícola para determinação da patinagem, pois o sistema apresentou robustez, ser de fácil utilização e de rápida aquisição de dados, além da precisão para a obtenção de parâmetros de desempenho do trator agrícola, além da patinagem. Os

autores utilizaram o método da Instrumentação Eletrônica para a determinação da patinagem, e obtiveram resultados satisfatórios segundo ASABE (1999), para esse tipo de superfície, permitindo a correta determinação da patinagem dos rodados e comparação dos dados obtidos, viabilizando a conclusão de seus trabalhos. Masiero (2010), concluiu em suas pesquisas de Desempenho de tratores agrícolas em função do tipo de pneu e diferentes condições de superfície do solo, que a patinagem determinada através do método da Instrumentação Eletrônica apresentou valores de acordo com ASABE (1999), confirmando a eficiência do método para a adequada análise da patinagem de tratores agrícolas, em diferentes superfícies de suporte, com diferentes características do trator e do rodado e considerando as diferentes cargas tracionadas pelo trator. Neste contexto, Gabriel Filho et al. (2010), observaram que a determinação da patinagem, através do método da Instrumentação Eletrônica, é um método adequado, prático e válido para a comparação dos resultados obtidos entre diferentes superfícies de suporte, para os rodados dianteiros e traseiros, com o trator tracionando cargas distintas, demonstrando os diferentes comportamentos dos rodados, sua relação com a superfície de suporte e possibilitando a comparação entre diferentes cargas e análise e comparação dos resultados obtidos por este método.

CONCLUSÕES: Os resultados de patinagem obtidos por todos os métodos descritos são válidos e adequados, podendo ser utilizados de acordo com a necessidade e disposição dos equipamentos que tem disponível. As equações da literatura, ainda que antigas, são válidas e eficientes para a determinação da patinagem. O método ZOZ e do Tempo superestimam a patinagem dos rodados quando o mesmo está tracionando carga. A instrumentação eletrônica é o método mais preciso e válido na determinação da patinagem, pois os dados são coletados em tempo real, sendo o mais utilizado recentemente nas pesquisas para a determinação de patinagem.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. Agricultural Machinery Management. EP 496.2. In: ASABE Standards: **Standards engineering practices data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1999. p.366-372
- CORDEIRO, M. A. L. **Desempenho de um trator agrícola em função do pneu, da lastragem e da velocidade de deslocamento**. Botucatu: FCA/UNESP, 2000. 153p. Tese Doutorado.
- CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; YANA I, K.; LOPES, A. Técnicas de determinação da patinagem das rodas motrizes de tratores agrícolas. Campinas: UNICAMP-IAC, 1999. 20p. **Boletim técnico, 179**.
- GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J. B.; JESUINO P. R. Desempenho de um trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. v.14, n.3, p.333-339, 2010.
- GAMERO, C. A.; LANÇAS, K. P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB FEALQ, p.463-514, 1996.
- HERZOG, R. L. S., LEVIEN, R., BEUTLER, J. F., TREIN, C. R. Patinagem das rodas do trator em função da profundidade do sulcador e doses de resíduos sobre o solo na semeadura da soja. In: **Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola**, 31., 2002. Salvador. Anais...Salvador: UFB, 2002. CD-ROM.
- JASPER, S. P.; BUENO, L. S. R.; LASKOSKI, M.; LANGHINOTTI, C. W.; PARIZE, G. L. Desempenho do trator de 157KW na condição manual e automática de gerenciamento de marchas. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 3. p. 55-60, 2016.
- MACHADO, A. L. T.; TREIN, C. R.; DE BRITO, R. M. Sistema eletrônico para aquisição de dados em máquinas agrícolas. **BioEng**, Campinas. n. 1, p. 255-264, 2007.
- MASIERO, F. C. **Determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4X2 TDA)**, Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: FEALQ,1996. 722 p.
- RUSSINI, A. **Projeto, construção e teste de Instrumentação eletrônica para avaliação do desempenho de tratores agrícolas**. Santa Maria UFSM, 2009. 142p. Dissertação Mestrado.