

DESEMPENHO DE MOTORES AGRÍCOLAS UTILIZANDO DINAMÔMETRO MÓVEL

MARCELO S. DE FARIAS¹, JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER², JAVIER S. ESTRADA³,
FABRÍCIO A. RODRIGUES⁴, JUAN PAULO BARBIERI⁵

¹ Eng^o Agrônomo, Msc Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Bolsista CAPES, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS. Fone: (55) 91047258. Endereço eletrônico: silveira_farias@hotmail.com

² Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Depto Engenharia Rural, CCR/UFSM, Santa Maria - RS.

³ Eng^o Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, PPGEA, CCR/UFSM, Santa Maria – RS.

⁴ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, PPGEA, CCR/UFSM, Santa Maria – RS.

⁵ Aluno do Curso de Agronomia, CCR/UFSM, Santa Maria – RS.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O trator é a máquina agrícola mais utilizada na maioria das operações mecanizadas em uma propriedade rural. O motor é a parte mais complexa desta máquina, e por isso requer um estudo mais detalhado e atenções especiais. As características de desempenho de um motor Diesel são obtidas através de ensaios dinamométricos, que possibilitam o rápido diagnóstico do seu funcionamento, bem como a identificação de suas características básicas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi comparar dois motores agrícolas de diferentes marcas comerciais, porém de mesma potência bruta do motor, quanto aos valores de torque, potência efetiva e nível de ruído emitido. Para tanto foi utilizado um dinamômetro móvel de correntes de Foucault, da marca EGGERS, modelo PT 301 MES. Foram ensaiados seis motores de seis tratores agrícolas diferentes, porém de mesmo modelo, MF 4275, sendo que, três tratores estavam equipados com motor Perkins e os outros três com motor MWM *International*. Como conclusão, verificou-se que o motor Perkins obteve melhor desempenho de torque e potência efetiva quando comparado com o motor MWM *International*. Quanto ao nível de ruído emitido, o motor Perkins apresentou os menores valores, diferindo significativamente do motor MWM *International*.

PALAVRAS-CHAVE: trator agrícola, dinamometria, desempenho

PERFORMANCE OF AGRICULTURAL ENGINES USING A MOBILE DYNAMOMETER

ABSTRACT: The tractor is the most used agricultural machine in most mechanized operations in a rural property. The engine is the most complex part of this machine, and therefore requires a more detailed study and special attention. The performance characteristics of a diesel engine are obtained by dynamometer tests, which provide quick diagnosis of your operation as well as the identification of its basic characteristics. Therefore, the aim of this work was to compare two agricultural engines of brands, but the same gross power, about the values of torque, effective power and noise level. For such a mobile dynamometer of Foucault currents, EGGERS brand, model PT 301 MES was used. Were tested six engines of six different tractors, but the same model, MF 4275, and that three tractors were equipped with Perkins engine and the other three with MWM *International*. As the conclusion, was verified that the performance of the Perkins engine was better of torque and effective power compared to MWM *International* engine. As for the noise level issued, the Perkins engine had the lowest values, differing significantly from MWM *International* engine.

KEYWORDS: agricultural tractor, dynamometry, performance

INTRODUÇÃO: O trator agrícola constitui hoje o alicerce da agricultura moderna, pois sem ele o sistema de produção não atenderia os atuais patamares de produção. Segundo Bilski (2013), o trator agrícola de rodas é comumente, o veículo mais utilizado nas propriedades rurais (há cerca de mais de 29 milhões de tratores no mundo), e também, uma das fontes mais importantes de ruído na agricultura. O motor é a parte mais complexa de um trator agrícola, e por isso requer um estudo mais detalhado e atenções especiais. De acordo com Ortiz-Cañavate (2012), parece provável que o motor alternativo Diesel seja, por muito tempo, o motor utilizado em tratores. Sobral (2010), afirma que, sob uma realidade distinta em relação a décadas passadas, um dos principais interesses dos consumidores se refere à aquisição de máquinas adequadamente ajustadas à sua realidade, para que o mesmo tenha a plena certeza das especificações técnicas destes tratores, que serão a base do dimensionamento de boa parte das atividades de mecanização nas propriedades rurais. Para avaliação de desempenho, os motores de combustão interna devem ser submetidos a ensaios de plena carga, diretamente por meio do volante do motor ou pela tomada de potência (TDP), no caso de tratores agrícolas (FIORESE, 2012). Para isso, o dinamômetro é o item mais importante num banco de provas de motores, e é utilizado para adquirir dados de potência, torque e consumo específico de combustível de um motor (STONE, 1999). Considerando que os tratores agrícolas constituem hoje o alicerce da agricultura moderna, a necessidade de se conhecer a real situação do desempenho dos seus motores e a utilização da imagem do trator estar bastante associada à potência bruta do motor, este trabalho teve como objetivo comparar dois motores agrícolas de diferentes marcas comerciais e de mesma potência bruta do motor, quanto aos valores de torque, potência efetiva e nível de ruído emitido.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados foram coletados por meio de ensaios dinamométricos conduzidos nas dependências da Itaimbé Máquinas Agrícolas, concessionária Massey Ferguson da região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Os ensaios dinamométricos foram realizados seguindo a norma NBR ISO 1585 (2006), que apresenta correspondência com a norma ABNT/NBR ISO 5484 (1985). Para a realização de tais ensaios foi utilizado um dinamômetro móvel de correntes parasitas, marca EGGERS, modelo PT 301 MES, com capacidade de frenagem de 750 cv (551 kW) e 5.800 N.m, o que possibilita o ensaio de motores agrícolas de elevada potência. Este equipamento possui um ponto de ligação com o motor a ser ensaiado. Essa ligação foi estabelecida através do dinamômetro acoplado à tomada de potência (TDP) do trator via árvore com junta cardânica. Previamente ao acoplamento, foi verificada a relação de transmissão, isto é, rotação do motor para fornecer a rotação padrão de 540 rpm na TDP através de um tacômetro foto/contato digital marca Minipa, modelo MDT-2238A. Nesse dinamômetro as informações de rotação e torque são medidas por meio de sensores e são transferidas por meio de cabo ou transmissão *Bluetooth* a um computador portátil, no qual por intermédio do *software* EGGERS *Power Control* V3.2 realiza o recebimento, tratamento e visualização dos dados. Além desses, a variável potência efetiva é obtida indiretamente através dos dados coletados pelos sensores. As determinações do nível de ruído foram baseadas no método descrito pela norma ISO 5131 (1982), utilizando um medidor de pressão sonora marca Bruel&Kjaer, modelo 2240. Foram ensaiados os motores de seis tratores agrícolas novos, da marca Massey Ferguson, modelo MF 4275, sendo três motores da marca Perkins e três da marca MWM *International*. O motor dos tratores foi posto em rotação máxima e, posteriormente, o dinamômetro foi programado por meio do *software* em sua função automática de aquisição de dados, de forma a adquirir uma média de resultados para cada diminuição de 50 rpm do motor. Deste modo, foram coletadas as variáveis torque, potência efetiva e nível de ruído em função da rotação do motor. Como os ensaios foram realizados por meio da TDP dos tratores agrícolas e, considerando-se que de acordo com Márquez (2012) existe perda de potência que se produzem na transmissão, que para um trator agrícola podem variar entre 4 e 12%, em função da complexidade da transmissão e de sua relação com a TDP, acrescentou-se no presente trabalho 6% aos valores de torque e potência efetiva. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por dois fatores: marcas comerciais e níveis de rotação do motor, com três repetições, caracterizando um arranjo experimental 2x8x3. Para o fator marcas comerciais foram utilizados dois motores, Perkins e MWM *International* e para o segundo fator, foram utilizados oito níveis de rotação do motor (1250, 1400, 1550, 1700, 1850, 2000, 2150 e 2300 rpm) dentre os quais todos apresentam carga significativa no motor. Após a aquisição dos dados, estes foram tabulados e submetidos à análise estatística com o auxílio do *software* SISVAR versão 5.3 de Ferreira (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores máximos de torque e potência efetiva alcançados pelos motores Perkins e MWM *International* foram 294 N.m e 53 kW; e 280 N.m e 51 kW, respectivamente. Como não houve interação entre os fatores (Marca x Rotação), realizou-se uma comparação entre as duas marcas de motores avaliadas por meio do teste de Tukey e uma regressão para o fator níveis de rotação do motor para as variáveis torque, potência efetiva e nível de ruído. O teste de Tukey para as variáveis torque, potência efetiva e nível de ruído em relação às marcas de motores (Tabela 1) mostrou que os valores das médias de torque e nível de ruído, para as duas marcas avaliadas diferem estatisticamente entre si. A partir disso, permite-se afirmar que com relação a estes parâmetros, o motor Perkins foi superior significativamente ao motor MWM *International*. O motor Perkins gera uma potência efetiva maior, porém esse valor não é o suficiente para causar uma diferença em relação ao motor MWM *International*.

TABELA 1. Teste de Tukey para as variáveis torque, potência efetiva e nível de ruído dos motores avaliados.

<i>Tratamentos</i>	<i>Médias torque (N.m)</i>	<i>Médias potência (kW)</i>	<i>Médias ruído (dB)</i>
Perkins	245,89 a*	44,71 a*	93,74 b*
MWM <i>International</i>	230,12 b	42,34 a	94,56 a

*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na figura 1A encontram-se as curvas características de torque e potência efetiva para cada motor avaliado. Estas foram traçadas a partir da média dos valores de torque do motor para cada rotação dos seis tratores, sendo três com motor Perkins e os outros três equipados com motor MWM *International*.

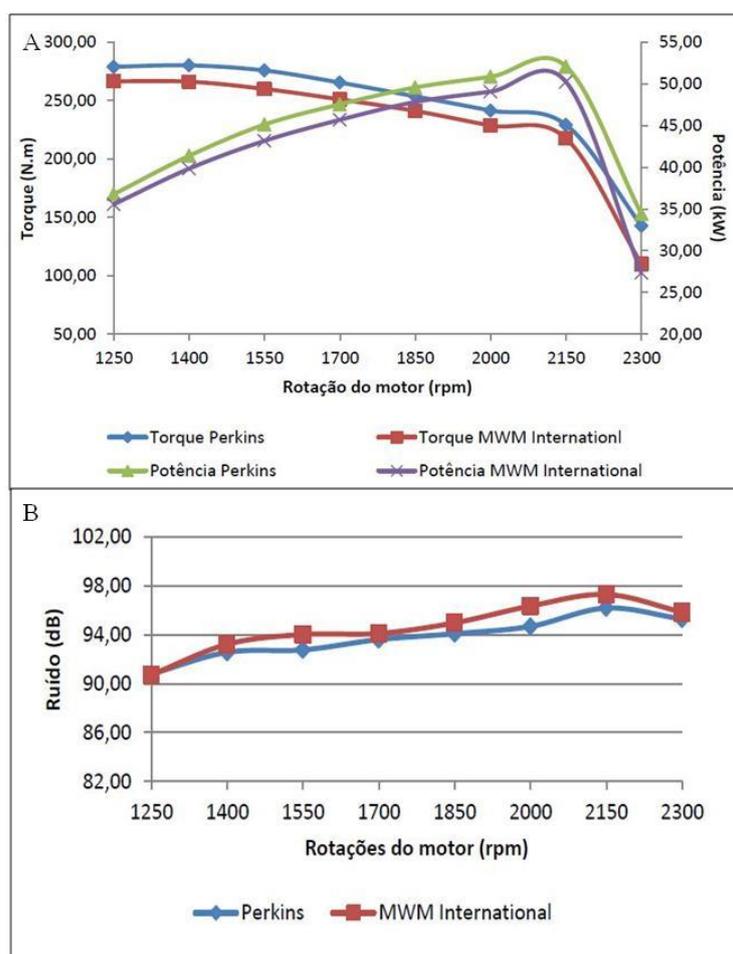


FIGURA 1. Curvas de torque e potência efetiva (A); e nível de ruído emitido (B) em função da rotação do motor das duas marcas de motores agrícolas avaliadas.

Ao observar as curvas de torque e potência efetiva para os motores avaliados, percebe-se elevada similaridade entre as duas, porém com a superioridade do motor Perkins em relação ao motor MWM *International* em todas as rotações do motor. Ao observar as curvas do nível de ruído emitido pelos dois motores avaliados (figura 1B), percebe-se uma similaridade muito grande entre as duas curvas. Percebe-se ainda, que o pico máximo de ruído emitido por ambos os motores ocorre próximo a rotação de potência máxima, isto é, ao redor de 2150 rpm do motor. Avaliando o nível de ruído emitido por um trator agrícola sem cabine, em condições estática e dinâmica, Alves et al. (2011) observaram que o aumento da rotação do motor do trator promove um incremento linear no nível de ruído, sendo que, a partir de 1000 rpm, há necessidade do uso de proteção auricular. Pode-se afirmar que para ambos os motores avaliados mesmo para os valores médios de mínimo ruído emitido pelos motores a baixas rotações, ultrapassam o limite máximo de exposição (85 dB) estabelecido pela NR 15, tendo como referência uma jornada de trabalho de oito horas (BRASIL, 2011).

CONCLUSÕES: O motor Perkins foi o que obteve melhor desempenho de torque e potência efetiva quando comparado com o motor MWM *International*, e emitiu os menores níveis de ruído.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. D. S.; COSTA, F. R. L.; CORTEZ, J. W.; DANTAS, A.C.; NAGAHAMA, H. J. Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p.110-119, 2011.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 5484**. Motores Alternativos de Combustão Interna de Ignição por Compressão (Diesel) ou Ignição por Centelha (Otto) de Velocidade Angular Variável – Ensaio. Rio de Janeiro, fev. 1985. 8p.
- BILSKI, B. Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators. **Applied Ergonomics**, v.44, p.210-214, 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Atividades e operações insalubres: NR-15**. 2011. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15>> (atualizada 2011) II.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008. Disponível em: <<http://www.fadminas.org.br/symposium>>.
- FIGLIARELLI, D. A.; DALLMEYER, A. U.; ROMANO, L. N.; SCHLOSSER, J. F.; MACHADO, P. R. M. Desempenho de um motor de trator agrícola em bancada dinamométrica com biodiesel de óleo de frango e misturas binárias com óleo diesel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.4, p.660-666, 2012.
- International Standard Organization – ISO. **ISO 5131**: Acoustics – tractors and machinery for agriculture and forestry – measurement of noise at the operator’s position. St Joseph, 1982. 8p.
- MÁRQUEZ, L. **Tractores Agrícolas: Tecnología y Utilización**. Espanha: B&H Grupo Editorial, 2012. 844p.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Tractores: Técnica y seguridad**. Espanha: Mundi-prensa, 2012. 223p.
- SOBRAL, G. R. **A evolução da indústria de tratores no Brasil: Estrutura de mercado e competitividade no período de 1994-2008**. 2010. 61p. Monografia (Curso de Ciências Econômicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- STONE, R. **Introduction to Internal Combustion Engines**. 6ª Ed. United States of America: SAE, 1999. 574p.