

PARÂMETROS TÉCNICOS DOS MOTORES DE TRATORES DO MERCADO BRASILEIRO: AVALIAÇÃO PRELIMINAR

RENAN BERNARDY¹; FELIPE DE BORTOLI GOMES²; MÔNICA REGINA GONZATTI BALESTRA³; ÂNGELO VIEIRA DOS REIS⁴; MAURO FERNANDO FERREIRA⁵

¹UFPeI - Universidade Federal de Pelotas. E-mail: renanbernardy@yahoo.com.br

²UFPeI - Universidade Federal de Pelotas. E-mail: felipebortoligomes@hotmail.com

³UFPeI - Universidade Federal de Pelotas. E-mail: monicabalestra@gmail.com

⁴UFPeI - Universidade Federal de Pelotas. E-mail: areis@ufpel.tche.br – Bolsista CNPq

⁵UFPeI - Universidade Federal de Pelotas. E-mail: maurof@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Um fator importante na propriedade rural é o controle das despesas, entre elas, destaca-se o consumo de combustíveis e lubrificantes, que segundo Silveira 2009 apud Siemens & Bowers (1999), representam entre 16 e 45% dos custos totais das máquinas agrícolas, dependendo do tipo de combustível e do número de horas trabalhadas.

A matriz energética do setor agropecuário compõe-se principalmente do consumo de óleo diesel que em 2012 atingiu 57% do total (BEN 2013). O motor diesel é fonte de potência de tratores e colhedoras na agricultura. Esse fato, por si só, já justifica o estudo dos motores agrícolas, pois assim, pelo entendimento de seu funcionamento e através de sua correta operação, pode-se esperar uma racionalização do uso de energia na agricultura (REIS *et al.*, 2005).

Verifica-se em Reis *et al.* (2005) que, para uma mesma cilindrada, a potência de um motor diesel pode ser aumentada através da adoção de razões de compressão maiores, superalimentação de ar, pós-resfriamento entre outros. No entanto, esses procedimentos requerem a adoção de tecnologias mais complexas.

A evolução técnica dos motores diesel tem sido continua, em trabalho realizado por Biondi *et al.* (1996) foi utilizada a potência máxima, a relação entre potência máxima e cilindrada (potência específica), a rotação de potência máxima, o rendimento térmico na rotação de potência máxima, a pressão efetiva média na rotação de potência máxima e a relação entre deslocamento do êmbolo e o seu diâmetro como parâmetros de avaliação da evolução técnica dos motores de tratores e colhedoras do mercado italiano entres os anos de 1960 e 1989. Não foram encontrados indicadores do desenvolvimento técnico dos motores dos tratores comercializados no país.

Assim, o objetivo desse trabalho foi o de pesquisar os parâmetros dimensionais e de desempenho dos motores de tratores comercializados no Brasil, buscando identificar o nível tecnológico dos modelos.

2. METODOLOGIA

A busca dos dados foi realizada no primeiro semestre de 2013 através de folhetos técnicos dos modelos encontrados nas páginas de internet das fabricantes de tratores e por meio de suas concessionárias autorizadas. As marcas pesquisadas foram: Agrale, Case, John Deere, Massey Ferguson, New Holland, Valtra e Yanmar. As variáveis pesquisadas foram: marca, modelo, potência máxima (kW), cilindrada (dm³), rotação de potência máxima (rpm), deslocamento do êmbolo (mm) e o seu diâmetro (mm). A potência específica (kW.dm⁻³), que é a relação

entre a potência máxima e a cilindrada do motor foi calculada a partir dos dados. As informações foram tabuladas em uma planilha eletrônica para fins de análise estatística (média, desvio padrão, intervalo de confiança da média ao nível de 95% de probabilidade e coeficiente de variação), análise de regressão e análise de frequência da potência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 143 modelos de tratores a venda no mercado brasileiro. A figura 1 representa a análise de regressão da potência específica em relação potência máxima (F da análise variância significativo) e a figura 2 mostra a relação entre a potência máxima e a cilindrada (idem). Nota-se que quanto maior for a potência específica, maior será a potência máxima. Como a primeira é um indicativo no nível tecnológico do motor, pode-se inferir que os motores de maior potência são mais sofisticados. Os resultados da figura 2 mostram que a potência máxima é diretamente proporcional à cilindrada, confirmando Reis *et al.* (2005).

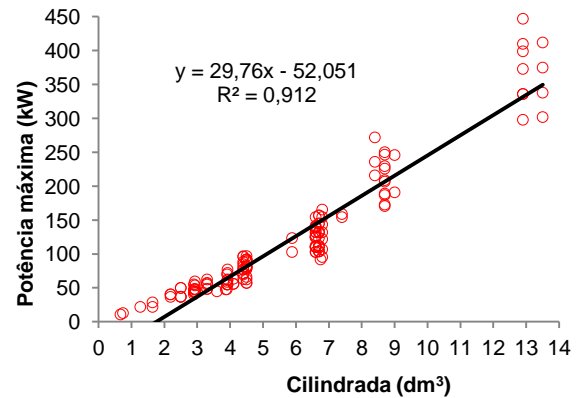
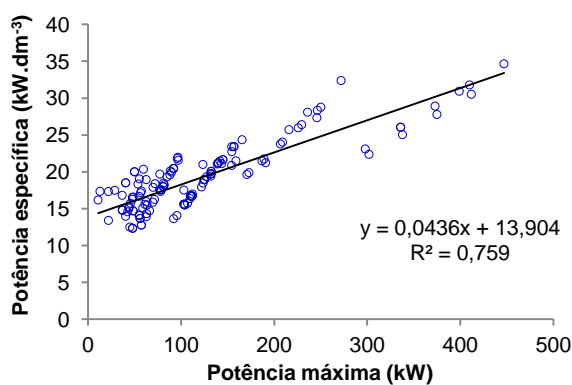


Figura 1. Relação entre potência específica e potência máxima.

Figura 2. Relação entre potência máxima e cilindrada.

A figura 3 mostra o comparativo entre potência específica e potência máxima conforme as classes de potência e as análises de regressão significativas.

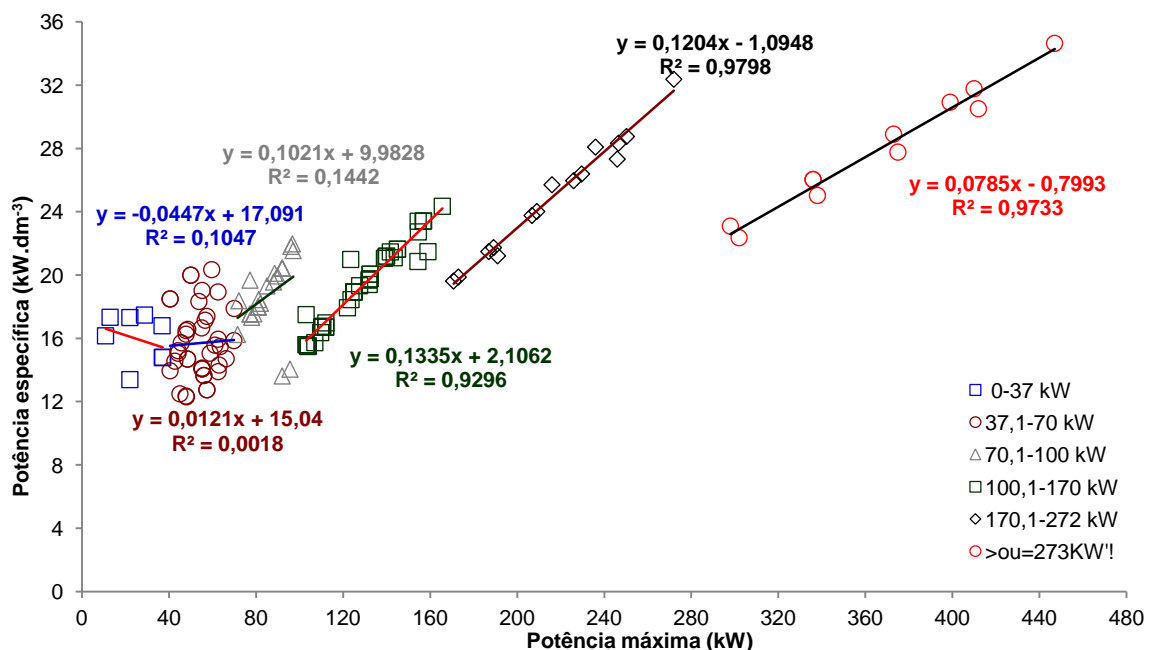


Figura 3. Relação entre potência específica e potência máxima.

Nota-se, pela figura 3, que para as classes de potência até 100 kW o coeficiente de determinação (R^2) da regressão é baixo, não havendo ajuste de curva. Para esses motores a potência específica não é um fator a determinar a potência máxima obtida. Isto talvez ocorra por não haver tanta tecnologia empregada na construção desses tratores. Já para as classes de potência a partir de 100 kW, o R^2 é sempre maior que 0,92 para o ajuste linear, mostrando dessa forma, que em potências maiores, tem-se um investimento maior na tecnologia e desempenho dos motores dessas máquinas.

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2013) classifica os tratores de classe I com potência de até 36,0 kW, classe II de 36,1 a 72,9 kW, classe III de 73 a 146,5 kW e classe IV com potência superior a 146,6 kW. No entanto, verificou-se nos dados da figura 1 que havia um agrupamento de valores coerentes (ver análise de regressão da figura 3) com classes de potência intermediárias àquelas empregadas pela ANFAVEA (2013). Essas classes de potência são: classe I com potência até 37,0 kW, classe II de 37,1 a 70,0 kW, classe III de 70,1 a 100 kW, classe IV de 100,1 a 170,0 kW, classe V de 170,1 a 272,0 kW e classe VI com potência superior a 272,1 kW. As médias de potência específica para ambas as classificações juntamente com os intervalos de confiança encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Médias da relação entre potência específica e potência máxima em cada classe com os respectivos intervalos de confiança.

	Faixa de potência (kW)	Tratores na classe (%)	Média potência máxima* (kW)	Média potência específica ($\text{kW}\cdot\text{dm}^{-3}$)	IC (intervalo de confiança)
ANFAVEA	0,0 – 36,0	3,5	19,3	16,3	1,5
	36,1 – 72,9	32,9	53,1	15,7	0,6
	73,0 – 146,5	40,6	108,6	18,6	0,5
	$\geq 146,6$	23,0	253,8	25,5	1,3
Proposto	0,0 – 37,0	6,0	27,1	15,9	1,0
	37,1 – 70,0	28,5	53,8	15,7	0,7
	70,1 – 100,0	17,5	84,7	18,7	0,9
	100,1 – 170,0	30,0	127,9	19,2	0,8
	170,1 – 272,0	10,4	216,6	25,0	1,9
	$\geq 272,1$	7,6	366,0	27,9	2,3

*referente aos tratores estudados

Conforme tabela 1, pela classificação da ANFAVEA existem quatro faixas de potência, já pela classificação proposta, pode-se ter seis faixas de potência, sendo que as médias da potência específica das três primeiras faixas de potência proposta são parecidas com as da ANFAVEA, havendo uma diferença nos intervalos de confiança entre os métodos. Considerando a classificação proposta a potência específica média dos tratores vendidos no Brasil variam numa ampla faixa entre 15,7 e 27,9 $\text{kW}\cdot\text{dm}^{-3}$. O uso de três faixas de potência para os tratores acima de 100 kW permitiu identificar tratores com potências específicas distintas e mais altas do que aquelas observadas utilizando-se a classificação da ANFAVEA. Vê-se, portanto, que para essas faixas mais altas de potência também há distinção entre as tecnologias empregadas no projeto dos motores.

As faixas de potência que reúnem a maior quantidade de tratores em cada classificação são de 73,1 a 146,5 kW para ANFAVEA, com 40,6% dos tratores e

100,1 a 170,0 kW para a classificação proposta, a qual reúne 30,0% dos tratores pesquisados. Nota-se que, portanto uma concentração de modelos de tratores em faixas de potência mais elevadas.

4. CONCLUSÕES

Para tratores até 100 kW, a potência específica não é um fator determinante, para a classificação das faixas de potência, sendo que para tratores com potências maiores que 100 kW, pode-se utilizar a potência específica para determinar as faixas de potência, como também a cilindrada pode ser um fator decisivo para essas classificações.

A maior quantidade de tratores ofertados no mercado nacional se encontra na faixa de potência de 73,1 a 170,0 kW considerando ambas classificações empregadas nesse estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/index.html>>. Acesso em: 18 setembro de 2013.

BEN 2013 (Balanço Energético Nacional 2013): Ano base 2012 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 288 p, 2013.

BIONDI, P; MARAZITI, F; MONARCA, D. Technical Trends of Tractors and Combines (1960 – 1989) Based on Italian Type-approval Data. **J. agric. Engng Res**, v. 65, p 1 – 14, 1996.

REIS, Â. V. dos; MACHADO, A. L. T.; TILLMANN, C. A. da C.; MORAES, M. L. B. de. **Motores, tratores, combustíveis e lubrificantes**. 2. ed. Pelotas: Editora e Gráfica da Universidade Federal de Pelotas, 2005. v. 1. 307p

SILVEIRA, G. M. da; SIERRA, J G. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.418–424, 2010.