
NOTA TÉCNICA:

CUSTOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA TRATORES EM FUNÇÃO DO TIPO DE TRACÇÃO E CATEGORIA DO SISTEMA HIDRÁULICO

Edson Lambrecht¹, Alcione Bernardi², Tiago Custódio³, Mauro Fernando Ferreira⁴, Ângelo Vieira dos Reis⁵

RESUMO

Estimulada por políticas acessíveis de crédito agrícola e busca de melhores condições de trabalho, a agricultura familiar brasileira vem passando por constantes transformações no que diz respeito à utilização de máquinas agrícolas. Nesse cenário, o trator agrícola esta cada vez mais presente, portanto, conhecer o custo de manutenção dessa importante fonte de potência é estratégico para a sustentabilidade econômica das unidades de produção familiares. Devido a esta realidade, objetivou-se com este trabalho determinar os custos relativos a manutenção devido a troca de filtros, lubrificantes e pneus de tratores agrícolas com potência no motor de até 72,9 kW, subdivididos em tipo de tração e categoria do sistema hidráulico. Para a realização deste trabalho foram coletados dados técnicos, preços dos lubrificantes e materiais de substituição periódica. As variáveis quantitativas e qualitativas foram: especificações técnicas - marca, modelo, potência máxima no motor, designação dos pneus, duração e quantidade trocada de filtros, lubrificantes e pneus. Foram analisados 94 modelos, 25 com tração nas duas rodas motrizes e 69 com tração dianteira auxiliar (TDA). Concluiu-se que menores custos médios de manutenção são obtidos em tratores 4x2 e categoria I no sistema hidráulico e maiores custos médios de manutenção são obtidos em tratores 4x2 TDA e categoria II no sistema hidráulico. Os coeficientes de variação encontrados foram altos entre os modelos estudados com custos mínimos e máximos de respectivamente R\$ 0,82 e R\$ 5,73 (R\$ h⁻¹).

Palavras-chave: Agricultura Familiar, Filtros, Lubrificantes, Máquinas Agrícolas, Pneus, Vida útil

ABSTRACT

COSTS OF PREVENTIVE MAINTENANCE FOR TRACTORS ACCORDING TO THE TRACTION TYPE AND HYDRAULIC SYSTEM CATEGORY

Stimulated by accessible agricultural credit policies and seeking better working conditions, Brazilian family farming has undergone constant transformations regarding agricultural machinery. In this scenario, the agricultural tractor is increasingly present, therefore understanding its maintenance costs is strategic to economic sustainability of family production units. Due to this reality, the objective of this paper is to compare the maintenance costs with regards to filter, lubricants and tires changing of agricultural tractors with engine power up to 72.9 kW, subdivided into type of traction and hydraulic system category. In order to perform this study technical data was collected along with lubricant prices and periodic replacement materials. Quantitative and qualitative variables were: technical specifications – brand, model, maximum engine power, tire designation, duration and changed quantity of filters, lubricants and tires. From the 94 analyzed models, 25 had traction on both drive wheels and 69 had auxiliary front wheel drive traction (TDA). The study concluded that lower average maintenance costs are obtained for 4x2 tractors with category I hydraulic system, while higher average maintenance costs are obtained in 4x2 TDA tractors with category II hydraulic system. The coefficients of variation found were high among the studied models with minimum and maximum costs of R\$ 0.82 and R\$ 5.73 (R\$ h⁻¹), respectively.

Keywords: Family Farming, Filters, Lubricants, Agricultural Machinery, Tires, Useful life

Recebido para publicação em 07/05/2014. Aprovado em 06/04/2015.

1 - Engenheiro Agrícola, Mestrando do PPGSPAF da UFPEL/Pelotas-RS, edsonlambrecht@gmail.com.

2 - Engenheiro Agrônomo, Mestrando do PPGSPAF da UFPEL/Pelotas-RS, bernardi.alcione@gmail.com.

3 - Engenheiro Agrícola, Mestrando do PPGSPAF da UFPEL/Pelotas-RS, tiagovegacustodio@gmail.com.

4 - Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto da UFPEL/Pelotas-RS, maurof@ufpel.edu.br.

5 - Engenheiro Agrícola, Professor Associado III d UFPEL/Pelotas-RS, areis@ufpel.edu.br

INTRODUÇÃO

Devido à indisponibilidade de mão de obra no campo, nova geração de agricultores em busca de competitividade produtiva e melhores condições de trabalho, a agricultura familiar brasileira vem passando por intensificação e modernização no que diz respeito à utilização de máquinas agrícolas. Segundo Alves *et al.* (2006), a mecanização agrícola aplicada à unidades de produção familiar é fundamental para melhor ocupação dos estabelecimentos e na melhoria da qualidade de vida dos agricultores. Os mesmos autores demonstram por meio de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1982), que propriedades rurais com até 10 ha possuem intensidade de mecanização de 0,34 kW ha⁻¹, enquanto em propriedades de 1.000 a 10.000 hectares é de 0,07 kW ha⁻¹.

Analisando a intensidade de mecanização na agricultura familiar, no município de Pelotas, localizado ao sul do Rio Grande do Sul, Andersson *et al.* (2009) observaram que em propriedades com áreas de cultivo entre 8 e 32 hectares, onde tratores agrícolas são utilizados como fonte de potência, que a intensidade de mecanização varia de 0,46 a 3,22 kW ha⁻¹, confirmando maior intensidade de mecanização na agricultura familiar, quando comparada a agricultura empresarial de grande porte.

Em algumas regiões brasileiras, como a Região Sul, o trator agrícola passa, cada vez mais, a fazer parte do cotidiano das unidades de produção familiar. Segundo Plein (2003), estudos em município caracterizado pela predominância da agricultura familiar no oeste catarinense revelam que a intensificação do uso de tratores ganhou mais força a partir de 1980, principalmente em modelos com potência entre 36,7 kW e 73,5 kW. No caso do município em estudo, esse possui um trator para cada 11 propriedades, significando um trator a cada 160 ha.

Ao mesmo tempo em que a intensificação da mecanização na agricultura familiar é uma

das estratégias para o aumento da produção, também existe preocupações com a aquisição de máquinas agrícolas adequadas. Uma das importantes características na indicação de tratores para agricultura familiar é ter baixo custo de manutenção, influenciando na redução do custo de operação, contribuindo para a sustentabilidade das unidades familiares (MACHADO *et al.*, 2010).

Os tratores de quatro rodas são classificados, quanto à tração em duas rodas motrizes (4x2) e em tratores com Tração Dianteira Auxiliar (4x2 TDA). Geralmente as propriedades familiares estão concentradas em áreas agrícolas marginalizadas à exploração agropecuária e com topografia de difícil trafegabilidade, levando os agricultores a optar por tratores com 4x2 TDA, melhorando a capacidade operacional (REIS *et al.*, 2005).

Atendendo a classificação dos tratores de 4 rodas, conforme determina a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2013), observa-se que na agricultura familiar predomina tratores da classe I, com potência de até 36,0 kW, e classe II, com potência de 36,1 a 72,9 kW.

A manutenção tem acompanhado o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade desde o século passado e no fim do século XIX, juntamente com a mecanização industrial, teve o surgimento da manutenção corretiva. Naquele período a manutenção ainda tinha uma importância secundária, sendo executada pelos próprios operadores. No decorrer das duas guerras mundiais, houve a necessidade de obter-se maior produtividade nas indústrias, para tanto, foi imprescindível criar equipes para desempenharem a manutenção das máquinas. Atualmente com o avanço tecnológico das máquinas, tanto a manutenção corretiva como a preventiva se tornaram tarefas essenciais para a correta operação das atividades mecanizadas (FONTES, 1997).

De acordo com Spohr (2008), a manutenção

de máquinas agrícolas é definida como sendo procedimentos que visam manter as máquinas nas condições ideais de funcionamento e aumentar a sua vida útil, através de lubrificação, ajustes, revisões e proteção contra os fatores que lhes causam danos, que estão presentes no ar, solo e plantas.

A manutenção preventiva baseia-se no controle do desgaste natural de algumas peças, adotam-se previamente uma programação de realização de medidas para prevenir que o trator apresente falhas de operação em função do mau funcionamento de algum componente.

Para que os tratores mantenham boas condições de operação e prolongada vida útil, devem receber manutenções recomendadas pelos fabricantes, para tanto, os operadores devem ter acesso ao manual do proprietário e as orientações de programação de manutenção proposto pelo fabricante.

O custo-hora é representado pela relação existente entre os custos totais e o número de horas trabalhadas. Além disso, constitui um meio de se analisar qual o erro, no cálculo do custo-hora previsto (MONTEIRO; MINOGA, 1969).

Tendo em vista que a intensidade de mecanização por unidade de área é maior na agricultura familiar, conhecer os custos de manutenção e reparação dos diferentes modelos de tratores agrícolas contribui de forma estratégica na tomada de decisão dos agricultores, podendo eles optar por investimentos economicamente e ecologicamente sustentáveis em médio e longo prazos.

Objetivou-se com este trabalho determinar os custos relativos à manutenção dos tratores disponíveis para a agricultura familiar devido a troca de filtros, lubrificantes e pneus com potência no motor de até 72,9 kW subdivididos em tipo de tração e categoria do sistema hidráulico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados das especificações técnicas e preços dos lubrificantes e materiais de substituição periódica foram coletados no segundo semestre do ano 2013 nas concessionárias e nas páginas eletrônicas dos fabricantes de tratores. O limite de potência tomado como referência foi de até 72,9 kW no motor das marcas Agrale, Farmer, Green Horse, John Deere, Massey Ferguson, New Holland, Tramontini, Valtra, Yanmar e Montana Globalfarm.

As variáveis quantitativas e qualitativas foram: Especificações técnicas - Marca, modelo, potência máxima no motor, designação dos pneus, duração e quantidade trocada de filtros (óleo, combustível, ar, óleo da transmissão e hidráulico), lubrificantes (cárter, transmissão e hidráulico, reduções finais do eixo traseiro e da TDA e graxas) e pneus (dianteiros e traseiros). Preços de materiais de substituição periódica - Filtros (óleo, combustível, ar, óleo da transmissão e hidráulico), lubrificantes (cárter, transmissão e hidráulico, redução final do eixo traseiro e da TDA e graxas) e pneus (dianteiros e traseiros). Os custos horários por item (R\$ h⁻¹) podem ser estimados utilizando-se a Eq. 1:

Utilizando a Eq. 1 calculou-se o custo horário de todos os itens de substituições periódicas, sendo o custo horário total o somatório destes parâmetros para cada modelo de trator. O método utilizado foi escolhido por se tratar de um critério simples, de fácil entendimento, recomendado nos manuais de operação/manutenção dos fabricantes e que se aproxima da realidade. Os pneus não se incluem nos itens de substituições periódicas, porém, também foram calculados de acordo com a Eq. 1.

$$\text{Custo horário por item} \left(\frac{\text{R\$}}{\text{h}} \right) = \frac{\text{Preço unitário} \left(\frac{\text{R\$}}{\text{Unidade ou litro}} \right) \times \text{Quant.trocada}_{(\text{Unidade ou litro})}}{\text{Duração}_{(\text{h})}} \quad (1)$$

O cálculo dos Custos horários total (R\$ h⁻¹) foi realizado utilizando-se a Eq. 2:

$$\text{Custo horário total} \left(\frac{\text{R\$}}{\text{h}} \right) = \sum \text{Custo horário variáveis} \left(\frac{\text{R\$}}{\text{h}} \right) \quad (2)$$

De acordo com as marcas estudadas e a potência máxima no motor estipulada, analisou-se 94 modelos, 25 com tração em duas rodas motrizes e 69 com tração dianteira auxiliar. Dividindo-se os dados de acordo com as categorias do sistema hidráulico de três pontos, conforme a ABNT (2011), avaliou-se 21 e 73 modelos de categoria I e II, respectivamente.

A análise estatística utilizada foi à descritiva, sintetizando as séries de valores, permitindo dessa forma que se tenha uma visão global da variação, organizando e descrevendo os dados por meio de tabelas, (distribuição de frequência) gráficos (diagramas e histogramas) e medidas de tendência central (média aritmética) e de variabilidade (máximos, mínimos, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação), assim como análise de regressão e correlação, testes F e Student (t), a 95% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Machado *et al.* (2010) a estimativa para os custos de manutenção para tratores de até 58,85 kW de potência no motor,

situam-se em torno de R\$ 0,45 (R\$ h⁻¹), relata que valores acima de R\$ 3,00 (R\$ h⁻¹) são impeditivos para a utilização da agrícola familiar. Segundo os resultados obtidos por Andersson *et al.* (2013), os custos de manutenção para tratores com potência no motor de até 60,0 kW foi entre R\$ 0,45 (R\$ h⁻¹) a R\$ 2,98 (R\$ h⁻¹), no entanto a média encontrada foi de R\$ 1,19 (R\$ h⁻¹) e 65% ficou entre a faixa de R\$ 0,45 (R\$ h⁻¹) a R\$ 1,09 (R\$ h⁻¹).

Francetto *et al.* (2011), analisando as informações técnicas disponibilizadas pelos fabricantes de tratores do mercado brasileiro, encontraram 141 modelos, o que indica que no presente trabalho avaliou-se os custos de aproximadamente 66,6% dos equipamentos atualmente disponíveis. Considerando os 94 modelos, sendo 25 modelos 4x2 e 69 modelos 4x2 TDA e 21 modelos categoria I e 73 modelos categoria II, obteve-se os resultados apresentados no Quadro 1.

Pimentel Gomes (1991) classifica a variabilidade como sendo baixa se o CV for inferior a 10%, media se estiver entre 10 e 20%, alta entre 20 e 30% e muito alta para CV acima de 30%, portanto, quanto menor o CV, maior a precisão. Em função do tipo de tração, o custo de manutenção do trator 4x2 TDA apresenta maior variabilidade (CV = 33,65%) em relação ao 4x2 (CV = 22,20%), assim, desta forma, esta última categoria tem maior homogeneidade no conjunto dos dados obtidos. Os modelos de tratores de categoria I apresentam a maior variabilidade

Quadro 1. Medida de tendência central e de variabilidade do custo de manutenção em função do tipo de tração e da categoria do sistema hidráulico de três pontos

Parâmetro	Tipo de tração		Categoria	
	4x2	4x2 TDA	I	II
Média (R\$ h ⁻¹)	2,34a*	2,61b	1,90a	2,72b
Máximo (R\$ h ⁻¹)	3,35	5,73	3,15	5,73
Mínimo (R\$ h ⁻¹)	1,13	0,82	0,82	1,55
Amplitude (R\$ h ⁻¹)	2,22	4,91	2,33	4,18
Desvio padrão (R\$ h ⁻¹)	0,52	0,88	0,73	0,73
Coeficiente de Variação - CV (%)	22,20	33,65	38,68	26,82

*: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste t, a 5% de significância.

(CV = 38,68%) em relação aos da categoria II (CV = 26,82%), embora estes apresentem os maiores valores de máximo, mínimo, amplitude e média comparada aos de categoria I, evidenciando que o tipo de tração 4x2 e categoria II são menos variáveis do que 4x2 TDA e categoria I.

Verificou-se que as variâncias dos dados referentes aos tipos de tração não podem ser consideradas iguais pelo teste F em nível 5% de significância. Então, aplicando-se o teste t para comparação das médias dos dois tipos de tração, presumindo variâncias diferentes, pode-se considerar diferentes as médias do custo de manutenção em nível 5% de significância. Assim, os tratores 4 x 2 TDA têm um custo de manutenção maior que aqueles sem tração dianteira auxiliar.

Já para os valores de manutenção de tratores para as categorias I e II, conclui-se que não há diferença (não significativo), com variâncias podendo ser considerada como iguais pelo teste F em nível 5% de significância. Então, aplicando-se o teste t para comparação das médias das duas categorias, presumindo variâncias equivalentes, pode-se considerar diferentes as médias do custo de manutenção em nível 5% de significância. Assim, os tratores de categoria II têm um custo de manutenção maior que aqueles modelos de tratores de categoria I.

Observa-se, desta forma que, para se obterem os menores custos horários com a manutenção dos tratores, necessita-se selecioná-los conforme o tipo de tração e categoria no sistema hidráulico de três pontos. Maiores investimentos com manutenções devem ser feitas com tratores 4x2 TDA e categoria II no sistema hidráulico de três pontos.

Considerando a análise da categoria I, vê-se que a linha de tendência mostra um crescimento no custo de manutenção conforme aumenta a potência no motor (Figura 1). Já na categoria II a linha de tendência mostra praticamente não ter variação no custo de manutenção em relação ao aumento da potência no motor (Figura 2). Observa-se, também, que para a categoria II existem pontos dispersos em relação à média, isto deve-se ao valor diferenciado de determinados modelos de pneus existentes no mercado nacional.

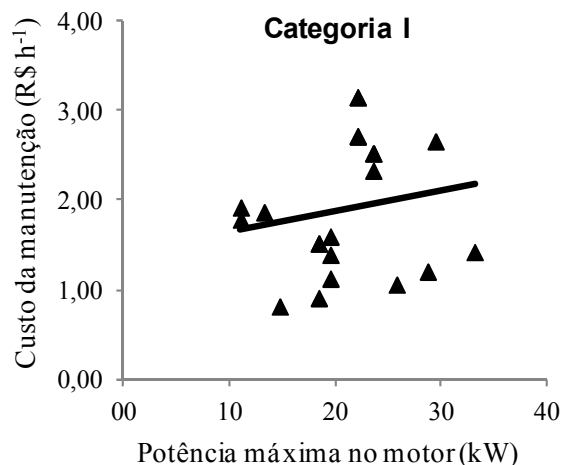


Figura 1. Custo de manutenção em função da potência máxima no motor para categoria I do sistema hidráulico de três pontos.

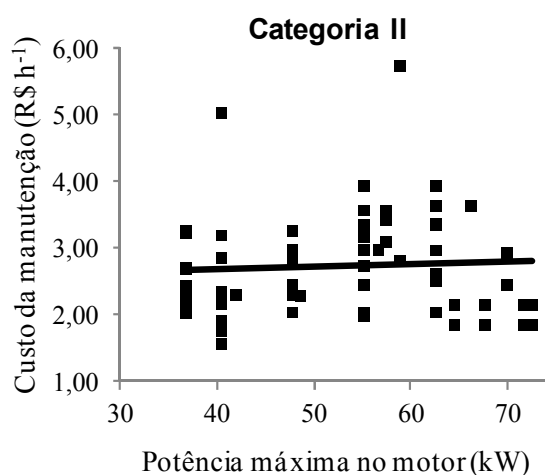


Figura 2. Custo de manutenção em função da potência máxima no motor para categoria II do sistema hidráulico de três pontos.

O comportamento geral do custo de manutenção em função da potência máxima no motor está mostrado na Figura 3. Segue a tendência de aumento linear dos valores, conforme aumenta a potência, influenciada pela categoria I. Observa-se que o valor baixo do coeficiente de determinação R^2 de 0,138 foi fortemente influenciado pela variabilidade dos valores do custo de manutenção da categoria II.

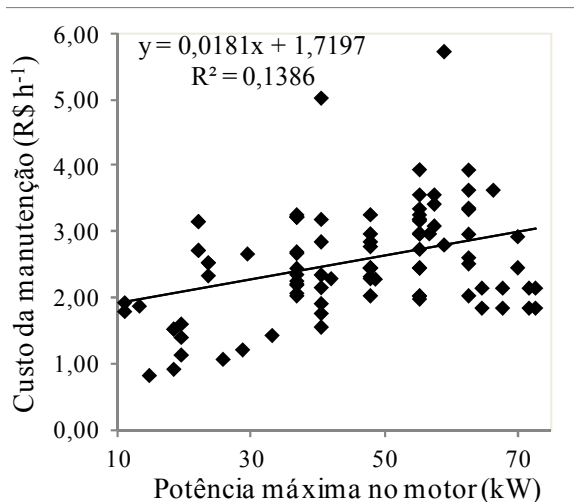


Figura 3. Custo de manutenção em função da potência máxima no motor.

Observa-se que os 16 modelos de tratores da categoria I possuem média de manutenção de R\$ 1,90 (R\$ h⁻¹) e os 73 da categoria II possuem média de R\$ 2,72 (R\$ h⁻¹), portanto a categoria II possui um custo de manutenção de 43,15% a mais, quando comparado com a categoria I. Isso vai de encontro ao pensamento do agricultor de que adquirir um trator de maior potência é o ideal.

A distribuição de custo de manutenção, número de tratores e percentual acumulado, de acordo com os limites das classes de valores do custo horário em relação à manutenção estão apresentados na Figura 4. Observa-se que a maioria dos valores de custo de manutenção dos tratores avaliados ficou entre R\$ 1,80 (R\$ h⁻¹) e R\$ 3,27 (R\$ h⁻¹), demonstrando que 73,4% dos modelos estão nesta faixa. Estes

valores concordam com os valores encontrados por Machado *et al.* (2010) e Andersson *et al.* (2013), apesar de terem valores superiores ao encontrado por eles, isto provavelmente se deve ao fato de terem estudado tratores com potência no motor de até 58,85 kW e 60 kW, respectivamente, enquanto neste trabalho estudaram-se tratores com potência no motor de até 72,9 kW. Isto pode ser confirmado na Figura 3, onde fica evidente acréscimo no custo de manutenção de acordo com o aumento na potência do motor, demonstrando normalidade no custo de manutenção.

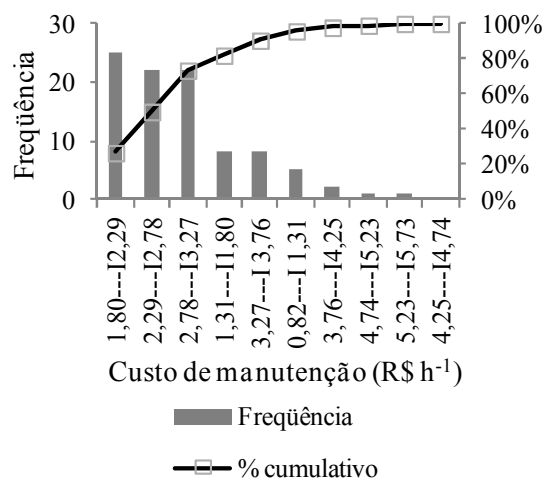


Figura 4. Histograma de distribuição de frequência pontual de acordo com as classes de custo horário de manutenção.

Os custos horários de manutenção dos tratores 4x2 e 4x2 TDA estão apresentados nas Figuras 5 e 6.

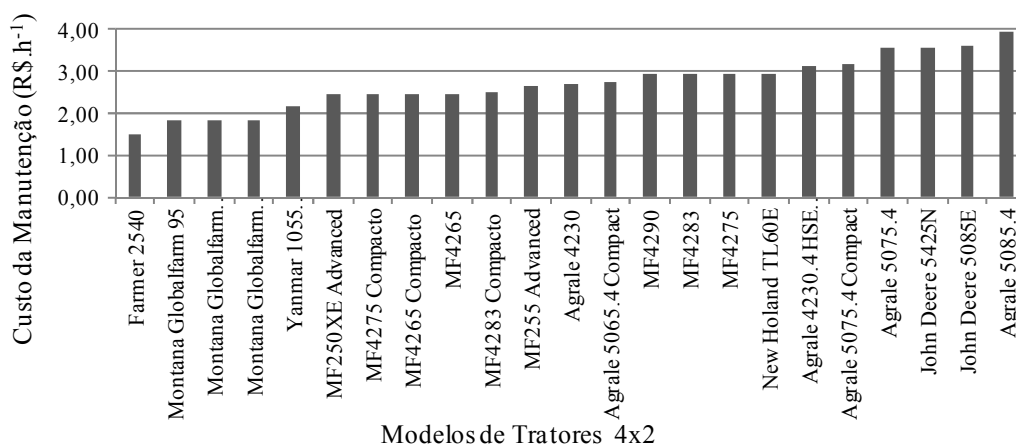
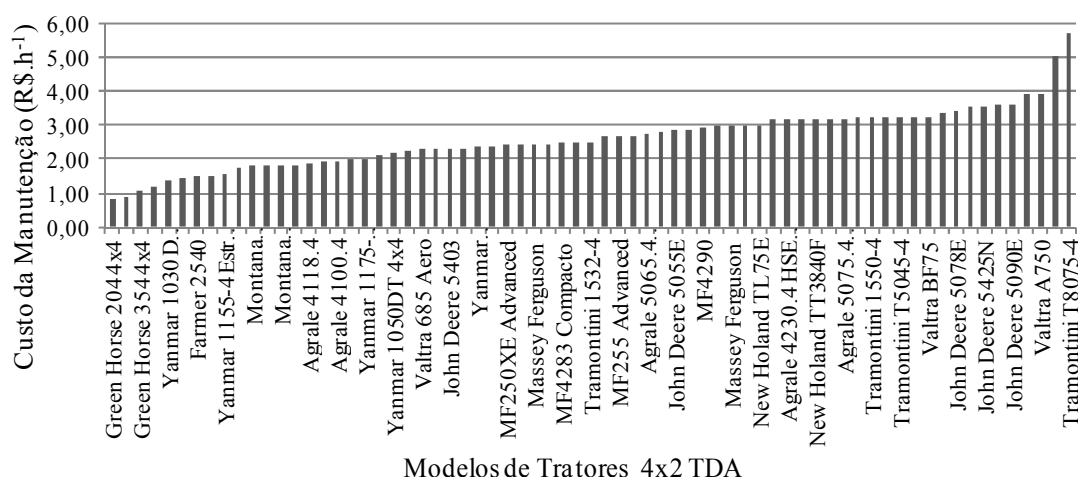


Figura 5. Custos de manutenção de todos os modelos 4x2 estudados.



Modelos de Tratores 4x2 TDA

Figura 6. Custos de manutenção de todos os modelos 4x2 TDA estudados.

Analisando-se as Figuras 5 e 6, observa-se que para tratores 4x2, 68,0% dos modelos obtiveram os custos horários abaixo de 3,00 R\$ h⁻¹ e para os 4x2 com TDA 68,1%. Confrontando-se com a afirmação de Machado *et al.* (2010) que salientaram ser impeditivos custos horários maiores do que 3,00 R\$ h⁻¹, observa-se que a maioria dos modelos de tratores analisados possui custos abaixo deste valor.

CONCLUSÕES

- Maiores custos médios de manutenção são obtidos com tratores 4x2 TDA e categoria II no sistema hidráulico (entre R\$ 2,61 (R\$ h⁻¹) e R\$ 2,72 (R\$ h⁻¹));
- As maiorias dos tratores analisados possuem custo de manutenção entre R\$ 1,80 (R\$ h⁻¹) e R\$ 3,27 (R\$ h⁻¹) (73,4% dos modelos);
- Existe uma grande variação entre os custos horários, desde R\$ 0,82 a R\$ 5,73 (R\$ h⁻¹).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.; MANTOVANI, E.C.; OLIVEIRA, A.J. de; Benefícios da mecanização na agricultura. In: ALVES, E. (Ed. Tec.). **Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias:** coletânea de artigos revistos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.143-150.

ANDERSSON, N.L.M.; MACHADO, A.L.T.; REIS, A.V. dos; MACHADO, R.L.T.; MEDEIROS, F.A.; TROGER, H.C.H.; TEIXEIRA, S.S.; MORAIS, C.S de. Características das unidades familiares de produção que adquiriram tratores, através do PRONAF, na região de Santa Áurea – Pelotas – RS. In: XVIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XI ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E I MOSTRA CIENTÍFICA. 2009, Pelotas.

ANFAVEA – Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotivos. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/index.html>>. Acesso em: 26 de novembro de 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 730:2011, Tratores agrícolas de rodas - Engate traseiro de três pontos - Categorias 1 N, 1, 2 N, 2, 3 N, 3, 4 N e 4. Rio de Janeiro, 2011.

FONTES, J.M.; MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P de; VIEIRA, L.B.; LORENZONE, R.A. Desenvolvimento de um sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção em máquinas florestais: SIPLAN. **Revista Árvore**, v.21, n.2, 1997.

FRANCETTO, T. R.; DAGIOS, R. F.; PRADE, R.; RUSSINI, A. Avaliação da relação peso/potência de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (TDA) conforme as suas respectivas classes de

potência. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2011, Cuiabá. Anais...Cuiabá: SBEA, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: resultados preliminares - São Paulo. Rio de Janeiro; 1982. v.1, n.4. (8. Recenseamento Geral do Brasil).

MACHADO, A.L.T.; REIS, Â.V.; MACHADO, R.L.T. **Tratores para agricultura familiar**: guia de referência. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária Pelotas, 2010. 124p.

MONTEIRO, M.J.C.; MINOGA, P.E. A Mecanização na Agricultura Brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v.23, n.4, p.71-180, 1969.

PIMENTEL-GOMES, F. O índice de variação, um

substituto vantajoso do coeficiente de variação. Piracicaba: IPEF, 1991. 4p. (Circular técnica, 178).

PLEIN, C. **As metamorfoses da agricultura familiar**: o caso do município de Iporã do Oeste, Santa Catarina. 2003. 158p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

REIS, A.V.; MACHADO, A.L.T.; TILLMANN, C.A.C.; MORAES, M.L.B. **Motores, tratores, combustíveis e lubrificantes**. 2.ed. ver. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária UFPel, 2005. 309p.

SPOHR, R.B. **Manutenção de máquinas agrícolas**. Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Centro de Ciências Agrária de Itaqui. Itaqui, RS. 2008. 15p.