

VIBRAÇÃO GERADA POR UM TRATOR DE RABIÇA EQUIPADO COM ROTOENCANTEIRADOR

**KARLA LÚCIA BATISTA ARAÚJO¹, LEONARDO DE AMEIDA MONTEIRO², DANIEL ALBIERO³,
CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI⁴, FRANCISCA EDCARLA DE ARAÚJO NICOLAU⁵.**

¹ Doutoranda, Universidade Federal do Ceará, (85) 8783-4863, karla.batista@hotmail.com;

² Doutor, Universidade Federal do Ceará, aiveca@ufc.br;

³ Doutor, Universidade Federal do Ceará, daniel.albiero@gmail.com;

⁴ Doutor, Universidade Federal do Ceará, ca.chioderoli@ufc.br;

⁵ Mestranda, Universidade Federal do Ceará, carla_nicolau18@yahoo.com.br.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A agricultura familiar busca por aumento de produtividade e redução do esforço físico do trabalhador, o trator de rabiça apresenta-se como uma alternativa muito eficiente para se abranger uma maior área em menor tempo. É uma máquina de menor porte e maior agilidade, com capacidade de minimizar a escassez de mão de obra. A redução da vibração, além de diminuir o estresse do operador, permite melhor qualidade de vida e aumenta a eficiência no trabalho reduzindo a fadiga. Objetivou-se com o trabalho avaliar os níveis de vibração nas rotações do motor do trator de rabiça de 600 e 800 rpm em três marchas (3^a, 4^a e 5^a) com rotoencanteirador acoplado, realizando a operação de preparo de um Argissolo Vermelho Amarelo. O delineamento experimental foi fatorial 2 x 3 com 10 repetições, sendo duas rotações para o motor e três marchas. Observou-se que as médias da terceira marcha nas rotações de 600 e 800 rpm foram as que mais se aproximaram da norma NHO 10 (2013), já que a mesma estabelece o valor de 2,5 m.s⁻² como limites de vibração para mãos e braços toleráveis para uma jornada de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: insalubridade. segurança na agricultura. bem estar no trabalho.

VIBRATION GENERATED BY A RABIES EQUIPPED WITH TRACTOR ROTOENCANTEIRADOR

ABSTRACT: Family farming search for increased productivity and reduced physical effort of the worker, the tractor handlebar presents itself as a very efficient alternative to cover a larger area in less time compared to use of animal traction. It is a smaller and faster machine, capable of minimizing the manpower shortage. Vibration reduction, and reduce the stress of the operator, allows better quality of life and increases efficiency at work reducing fatigue. The objective of this study was to evaluate the vibration levels in stilt tractor engine speed of 600 rpm and 800 in three speeds (3rd, 4th and 5th) coupled with rotoencanteirador, performing the staging operation of a Alfissol. The experimental design was a 2 x 3 with 10 repetitions, two rotations to the engine and three-speed. It was observed that the average speed in third gear 600 to 800 rpm were the most approached the standard NHO 10 (2013), since it establishes the value of 2.5 ms⁻² and vibration limits for hands and tolerable arms for a day of work.

KEYWORDS: Insalubrity. safety in agriculture. well-being at work.

INTRODUÇÃO:

Montana (2010) afirma que o aumento das operações mecanizadas no campo houve uma redução significativa no trabalho manual, que em contrapartida, aumentou o consumo de insumos energéticos nas operações de campo.

Segundo Silveira (2010) os motocultivadores são também conhecidos como cavalos mecânicos. Eles são constituídos por um motor sobre um eixo com duas rodas motrizes e guiados por dois guidões. Indicado para pequenas propriedades, ou em terrenos declivosos, tem potências variando

de 6 a 27 cv. Tem a conformação geral bem diferente dos tratores de quatro rodas onde o peso do trator se apoia nas rodas motrizes (SCHLOSSER, 2001).

O primeiro trabalho publicado, referente à utilização de máquinas rotativas, é creditado a Haskins que em 1850 apresentou, na Inglaterra, um projeto para cultivo do solo, com com órgãos ativos rotativos acionados mecanicamente (BERNACKI, 1972).

As enxadas rotativas mais comumente encontradas em nosso meio são utilizadas principalmente para a eliminação de ervas daninhas em culturas perenes, ou preparo do solo visando à horticultura (BALASTREIRE, 1990).

Os tratores e as máquinas agrícolas, em geral, produzem vibrações de baixa frequência que são transmitidas para o posto do operador. Estas frequências podem gerar problemas de visão, irritabilidade, deformações lombares e problemas digestivos. Para amortecer e amenizar estas vibrações de baixa frequência, têm-se estudado várias alternativas de implantação de um sistema de suspensão mais eficiente para o posto do operador (SANTOS FILHO et al, 2002).

A redução da vibração, além de diminuir o estresse do operador, permite melhor qualidade de vida e aumenta da jornada de trabalho sem causar fadiga (TEWARI e DEWANGAN, 2009).

A ergonomia no meio rural estuda o relacionamento do homem com o seu trabalho, equipamento e ambiente para proporcionar melhoria da qualidade do ambiente de trabalho os tornando mais seguro, saudáveis, confortável e promovendo maior eficiência no trabalho desenvolvido (SILVA et al., 2011). A redução da vibração, além de diminuir o estresse do operador, permite melhor qualidade de vida e aumenta da jornada de trabalho sem causar fadiga (TEWARI e DEWANGAN, 2009).

Cunha et al. (2009) avaliando os níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo, verificaram os limites de exposição que proporcionam ao operador saúde e segurança, observaram que o limite de vibração, trabalhando oito horas diária na rotação de 1.850 rpm e 2.000 rpm, para arado é ultrapassado, e nas rotações de 1.700 rpm, 1.850 rpm e 2.000 rpm, para a grade no sentido ay. Nos demais sentido az e ax, o trabalho por oito horas é permitido com arado e grade.

Objetivou-se com o trabalho avaliar os níveis de vibração nas rotações do motor do trator de rabiça de 600 e 800 rpm em três marchas (3ª, 4ª e 5ª) com rotoencanteirador acoplado, realizando a operação de preparo de um Argissolo Vermelho Amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS:

O trabalho foi realizado em um Argissolo Vermelho Amarelo no mês de novembro de 2014. Para esta avaliação utilizou-se um conjunto trator de rabiça da marca Yanmar Agritech, modelo TC14S, 2 x 2, potência de 10,3 kW a 2.400 rpm, massa total de 498 kg, equipados com pneus 6-12 nas rodas motrizes com pressão recomendada pelo fabricantes de 14psi (96,53 kPa), 6 marchas a frente e 3 ré e um rotoencanteirador, modelo TA33 com 750mm de largura, profundidade do corte 200mm, forma canteiros de 1 metro de base com 0,8 metro de topo.

Para avaliação da vibração foi utilizado um aparelho da marca Instrutherm, modelo MV-100, com display de LCD, escala de medição de 0,1-7000m/s. O acelerômetro do aparelho foi instalado no guidão do trator do lado direito e uma pessoa foi caminhando ao lado do operador fazendo a coleta de dados.

Os dados foram analisados tendo como base os Procedimentos Técnicos NHO (Norma de Higiene Ocupacional) de numero 10 para Avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços do ano 2013.

Todos os dados foram adquiridos sempre na parte da tarde entre as 14 e 16 horas. O operador possuía 26 anos de idade, 1,80 metros de altura, 75 Kg e apresentava bom estado de saúde no momento da coleta de dados.

Avaliou-se duas rotações de trabalho do trator de rabiça 600 e 800 rpm, dentro dessas rotações foram avaliadas três marchas terceira (M3), quarta(M4) e quinta (M5), bem como a avaliação das marchas dentro das rotações. Na Velocidade de rotação das pás em R1. O trator de rabiça percorreu a distância de 15 metros para cada parcela, que havia sido marcada anteriormente com estacas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 3 (2 rotações e 3 velocidades) com dez repetições, totalizando 60 parcelas experimentais. Foi utilizada a estatística descritiva básica para avaliar os seguintes parâmetros: média, desvio padrão, coeficiente de variância, simetria e curtose. Os coeficientes de simetria e curtose atestaram a

normalidade dos dados avaliados. Foi utilizado a ANOVA para avaliar os dados que se apresentaram normais e o Teste de Tukey a 5% de significância para verificar a diferença entre médias. Os dados foram analisados pelo software Minitab versão 17.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Tabela 1 encontram-se os valores referentes à estatística descritiva básica das marchas em relação às rotações. Observa-se nos valores abaixo que as média da marcha M3 nas rotações 600 e 800 rpm foram as que mais se aproximaram da norma NHO 10 (2013), já que a mesma estabelece o valor de $2,5 \text{ m.s}^{-2}$ como limites de vibração para mãos e braços toleráveis para uma jornada de trabalho. Quanto ao coeficiente de variação verifica-se que os valores encontrados são bons, pois todos são aceitáveis para operações agrícolas, já que é difícil controlar todos os fatores críticos que interferem nas operações agrícolas. Os coeficientes de simetria e curtose para todos os fatores avaliados encontram-se dentro dos valores estabelecidos por Oliveira (2010), o mesmo afirma que se estes coeficientes estiverem dentro do intervalo de -3 e 3 considera-se a distribuição dos dados normal, portanto análise de variância é considerada eficiente, o mesmo ocorreu nas rotações em relação às marchas (Tabela 2) com relação aos coeficientes de simetria e curtose.

Como ocorreu normalidade para os dados das marchas em relação a rotação (Tabela 1) e da rotação em relação a marcha (Tabela 2), fez-se a análise de variância para os dados ensaiados.

Tabela 1. Estatística descritiva básica das marchas em relação às rotações.

Marcha	600			800		
	M3	M4	M5	M3	M4	M5
Observações	10	10	10	10	10	10
Média (m/s^2)	2,579	3,248	3,779	2,557	3,986	4,014
Desvio Padrão (m/s^2)	0,590	0,412	1,067	0,703	1,230	1,327
Variância	0,348	0,170	1,139	0,495	1,512	1,760
Coefficiente de Variação (%)	22,88	12,69	28,24	27,51	30,85	33,05
Simetria	0,95	0,37	1,43	0,40	0,12	0,56
Curtose	-1,20	-0,85	1,30	-1,74	-1,85	0,07

A Tabela 2 apresenta os dados coletados para as marchas M3, M4 e M5 com variação das rotações dentro de cada grupo. Verificou-se que apenas a marcha M3 na rotação de 600 rpm aproximou-se do valor estabelecido pela NHO (2013). Observou-se que na marcha M3, ocorreu o aumento do valor de vibração quando ocorreu o aumento da rotação. A Tabela 2 mostra ainda que há um aumento na vibração entre as rotações de 600 e 800 rpm para todas as marchas.

Tabela 2. Estatística descritiva básica das rotações em relação às marchas.

Rotação (RPM)	M3		M4		M5	
	600	800	600	800	600	800
Observações	10	10	10	10	10	10
Média (m/s^2)	2,579	2,557	3,248	3,986	3,779	4,014
Desvio Padrão (m/s^2)	0,590	0,703	0,412	1,230	1,067	1,327
Variância	0,348	0,495	0,170	1,512	1,139	1,760
Coefficiente de Variação (%)	22,88	27,51	12,69	30,85	28,24	33,05
Simetria	0,95	0,40	0,37	0,12	1,43	0,56
Curtose	-1,20	-1,74	-0,85	-1,85	1,30	0,07

As Tabelas 3 e 4 apresentam as análises de variância para as marchas nas rotações de 600 e 800 rpm, respectivamente.

Tabela 3: Análise de variância das marchas M3, M4 e M5 para a rotação de 600 RPM.

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	2	7,232	3,6159	6,55	0,005
Erro	27	14,912	0,5523		
Total	29	22,144			

Tabela 4: Análise de variância das marchas M3, M4 e M5 para a rotação de 800 RPM.

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	2	13,89	6,947	5,53	0,010
Erro	27	33,91	1,256		
Total	29	47,79			

Diante dos dados avaliados comprovou-se que a marcha M3 nas rotações de 600 e 800 rpm são recomendadas para realizar operações com rotoencanteirador tracionado por um microtrator, já que a mesma foi a única marcha que se adequou as normas da NHO 10 (2013), respeitando os limites toleráveis pelo operador em uma jornada de trabalho, é evidente que estes indicies são importantes já que são poucos que se preocupam com o bem estar do operador nas operações agrícolas. Segundo Bluthner et al. (2006) a vibração, pode acarretar sérios danos ao operador.

CONCLUSÕES:

Aconselha-se trabalhar com o rotoencanteirado acoplado ao trator de rabiça em um Argissolo Vermelho Amarelo na 3ª marcha nas rotações de 600 e 800 rpm, por apresentar níveis de vibração mais adequados, além de promover maior eficiência na preparação dos canteiros, já que a menor velocidade de deslocamento da máquina possibilitou melhor desempenho do rotoencanteirador.

REFERÊNCIAS

- BALASTREIRE, L. A. Máquinas Agrícolas. São Paulo: Editora Manole, 1990, 307p.
- BERNACKI, H.; HAMAN, J.; KANAFOJSKI, C. Z. Agricultural Machines – Theory and Construction. Vol I. Published for the U. S. Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington D. C., by the Scientific Publications Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warsaw, Poland, 1972, 883p.
- BLÜTHNER, R. et al. On the significance of body mass and vibration magnitude for acceleration transmission of vibration through seats with horizontal suspensions. *Journal of Sound and Vibration*, London, v. 298, n. 4, p. 627-637, 2006.
- CUNHA, J. P. A. R. da.; DUARTE, M. A. V.; SOUZA, C. M. A. de. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. *IDESIA (Chile)*, v. 30, n. 1, p. 25-34, 2012.
- MONTANA, G.K., Avaliação do consumo energético no preparo de solo para a cultura do algodão irrigado. 2010. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP – Campus de Botucatu, 2010.
- CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; RODRIGUES, J. C. Avaliação dos níveis de Vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 348-355, 2009.
- OLIVEIRA, J. U. C. de. Estatística: uma nova abordagem. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.
- SANTOS FILHO, P. F. dos; FERNANDES, H. C.; QUEIROZ, D. M.; SOUZA, A. P. de; CAMILO, A. J. Avaliação dos níveis de vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição Automática de dados. *Revista Arvore*. Viçosa-MG, v.27, n.6, p.887-895, 2003
- SILVA, C.B. et al. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.1, p.179-185, 2011.
- SILVEIRA, G. M. da.; SIERRA, J. G. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 418–424, 2010.
- SCHLOSSER, J. F., Tratores agrícolas. Máquinas. Edição especial. p. 3-10. 2001.
- TEWARI, V. K., DEWANGAN, K. N. 2009 Effect of vibration isolators in reduction of work stress during field operation of hand tractor. *Biosystems Engineering* 103 (2): 146-158.