

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO DE UM CONJUNTO TRATOR ENXADA ROTATIVA

ISABELA OLIVEIRA LIMA¹, LEONARDO DE ALMEIDA MONTEIRO², DANIEL ALBIERO³, CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI⁴, FRANCISCA NIVANDA DE LIMA ESTEVAM⁵

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas – DENA, UFC/Fortaleza – CE, (85) 8792-5873, isabelaoliveiralima@yahoo.com.br.

² Professor Doutor em Mecanização Agrícola, – DENA, UFC/Fortaleza – CE

³ Professor Doutor em Mecanização Agrícola, – DENA, UFC/Fortaleza – CE

⁴ Professor Doutor em Mecanização Agrícola, – DENA, UFC/Fortaleza – CE

⁵ Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas – DENA, UFC/Fortaleza – CE,

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

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

RESUMO: A vibração pode impor danos irreversíveis a saúde do operador, bem como estresse físico e mental. Sendo assim, o seguinte trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de vibração ocupacional no operador gerados pelo conjunto trator enxada rotativa, em função da velocidade de deslocamento e utilização do mecanismo encanteirador na enxada rotativa. Os resultados foram comparados segundo os critérios da NHO 09 e da ISO 2631 vigentes. Nas avaliações, foi utilizado um trator da marca Valtra, BM120 4x2 TDA com potência nominal de 88.25kW (120cv), com rotação do motor do trator de 1860 rpm no motor e 540 rpm na tomada de potência (TDP) conforme informação do fabricante e uma enxada rotativa da marca Agritech Lavrale possuindo enxadas curvas tipo C. As velocidades de deslocamento do conjunto utilizadas foram 3.24 km.h⁻¹, 4.24 km.h⁻¹ e 5.97 km.h⁻¹ correspondendo as marchas L1, L2 e L3 respectivamente. Os resultados concluíram que as operações apresentaram níveis acima do limite de 1.1 m.s⁻¹, para uma jornada de trabalho estabelecido pela NHO 09, e que, o tratorista esteve exposto a níveis de vibração que comprometem sua saúde, segurança, conforto e eficiência.

Palavras-Chave: rotoencanteirador, segurança, acelerômetro

EVALUATION OF VIBRATION LEVEL OF A SET TRACTOR ROTARY HOE

ABSTRACT: Vibration may impose irreversible damage the health of the operator as well as physical and mental stress. Thus, as follows work had the objective of evaluate occupational vibration levels in the Operator generated by the tractor set rotary hoe, depending on the travel speed and the use of encanteirador mechanism of rotary hoe. The results were compared according to the criteria of NHO 09 and ISO 2631 current. In the evaluations, we used a tractor Valtra brand, BM120 4x2 TDA with potency, nominal 88.25kW (120cv), with tractor motor rotation of 1860 rpm on the engine and 540 rpm on power outlet (TDP) according to manufacturer's information and a rotary hoe brand Agritech Lavrale having hoes curves type C. Joint displacement of the speeds of used were 3.24 km.h⁻¹ and 4.24 km.h⁻¹ 5.97 km h⁻¹ they match the speed L1, L2 and L3 respectively. The results have concluded that the operations showed levels above the limit of 1.1 ms⁻¹, to a working day established by NHO 09, and the tractor has been exposed to vibration levels that compromise their health, safety, comfort and efficiency.

Key words: stonecutter, security, accelerometer.

INTRODUÇÃO: Com o crescente aumento da demanda por alimentos, a utilização de novas tecnologias e o aumento das áreas cultiváveis no país, torna-se evidente. Os trabalhadores rurais, dedicam cada vez mais horas de trabalho as atividades agrícolas. Em consequência disto, o elevado número de horas diárias que os operadores disponibilizam para as suas atividades no campo, operando máquina agrícola, fazem com que problemas de ordem física e psicológica se agravem significativamente ao longo dos anos. Atualmente o Brasil possui uma normativa regulamentadora, a NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego, que estabelece os limites de tolerância para que as atividades envolvendo riscos ambientais possam ser consideradas salubres. Um fator de grande

relevância para identificação dos riscos à saúde do operador é a vibração. Segundo Lanças et al. (2009), a vibração exerce influência direta no afastamento por doença do trabalho no país. A transmissão de vibração para o ser humano resulta em desconforto e aumento da fadiga podendo ser classificada de acordo com a região do corpo atingida, em vibrações de corpo inteiro (transporte de caminhão, trator, empilhadeira, ônibus) e vibrações de extremidades (mãos, braços). Com relação a exposição às vibrações de corpo inteiro, sabe-se que esse tipo de exposição pode ocasionar patologias na região lombar e lesões da coluna vertebral (Soeiro, 2011). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de vibração ocupacional gerados no conjunto trator enxada rotativa, em função da velocidade de deslocamento e utilização do encanteirador na enxada rotativa.

MATERIAL E MÉTODOS: As avaliações foram realizadas em um conjunto trator encanteirador/enxada rotativa. O trator utilizado foi da marca Valtra, BM120 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar) com potência nominal de 88,25kW (120cv). Com lastros distribuídos na proporção de 60% no eixo traseiro e 40% no eixo dianteiro. Foi utilizado um encanteirador/enxada rotativa marca Agritech Lavrale com largura de trabalho 1,60m a mesma possui 8 flanges com enxadas do tipo C, com a profundidade de trabalho máxima de 0,15m. As avaliações foram realizadas de acordo com os critérios da exposição ocupacional à vibração (NHO 09) para o corpo inteiro. A massa do operador foi 75 kg, valor este que se encontra na faixa entre 70 ± 5 kg, recomendada pela Norma. As velocidades utilizadas nos testes foram $3,24 \text{ Km.h}^{-1}$; $4,248 \text{ Km.h}^{-1}$ e $5,976 \text{ Km.h}^{-1}$ para L1, L2 e L3 marchas, respectivamente. A rotação do motor do trator foi de 1860 rpm no motor e 540 rpm na tomada de potência (TDP), em todos testes. Para a aquisição dos dados foi utilizado o analisador de vibração no corpo humano, modelo MV-100, da INSTRUTHERM. Para coleta dos sinais de vibração, foi instalado o aparato completo no assento do tratorista, contendo um acelerômetro triaxial presente no disco de borracha ligado ao aparelho afim de avaliar a vibração de corpo inteiro. Para a análise estatística utilizou-se o software MINITAB 17 o qual permitiu analisar a interação dos fatores (com encanteirador x sem encanteirador). Utilizou-se o coeficiente de simetria e curtose para verificar a normalidade dos dados, em seguida fez-se a análise de variância para médias que apresentaram normalidade. Para a análise realizou-se o teste de Tukey a 5% de significância.

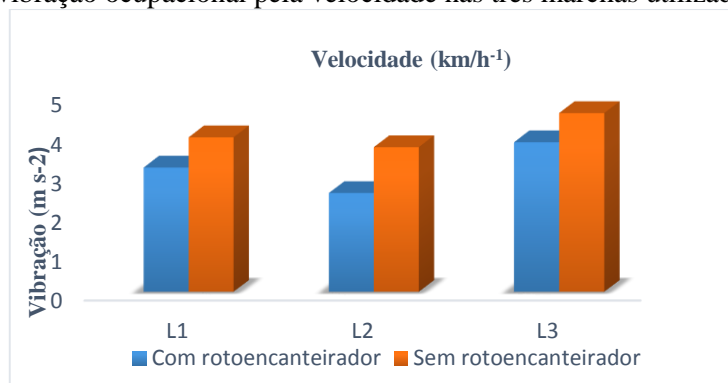
RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 1 estão os valores da análise descritiva para o conjunto trator enxada rotativa/ com e sem rotoencanteirador. Verifica-se que para a análise de vibração em um conjunto trator enxada rotativa sem o encanteirador, a média obtida para a velocidades estudadas foi de $5,97 \text{ Km/h}$ foi de $4,5976 \text{ m.s}^{-2}$ com o desvio padrão de $1,027 \text{ m.s}^{-2}$ e coeficiente de variação de 22,66%. Quando se analisa a vibração do referido conjunto, porém adicionando o encanteirador verifica se para a velocidade de $5,97 \text{ km h}^{-1}$ obteve-se a média de $3,798 \text{ m.s}^{-2}$, o desvio padrão de $0,526 \text{ m.s}^{-2}$ e coeficiente de variação de 13,84%. Quando se analisa os dados de vibração de forma conjunta com a Tabela 2, verifica-se que os valores médios mais elevados se encontra na velocidade de $5,97 \text{ Km.h}^{-1}$ e $3,24 \text{ Km.h}^{-1}$ sem o encanteirador ficando no intervalo de 4, 534 e 3, 922 respectivamente o desvio de 1,027 e 0,451 m.s^{-2} . O coeficiente de variação foi considerado de médio a alto valor para ambos os fatores (14,68 e 22,66). Segundo Gomes (2000), nos ensaios agrícolas, para experimentos de campo, os coeficientes de variação são considerados: baixo, quando inferiores a 10%; médio, no intervalo de 10 a 20%; alto, entre 20 e 30%; e muito alto, quando superiores a 30%. No que diz respeito a normalidade dos dados de acordo com Oliveira (2010), se os coeficientes de simetria e curtose apresentarem valores dentro de um intervalo de -3 a 3, considera-se que ocorreu normalidade nos dados analisados. Dessa forma pode-se afirmar que os dados avaliados obedeceram a uma distribuição normal, pois encontram-se dentro do intervalo mencionado pelo autor. Sendo assim a análise de variância pode ser considerada eficiente para analisar se há diferenças significativas. De acordo com a tabela 1, todos os valores médios de vibração ficaram acima do recomendado pela norma ISO 2631 (1997), corroborando com Ribas et al 2014, no qual trabalhando exposição humana a vibrações de corpo inteiro verificaram valores extremamente desconfortável segundo os limites considerados pela norma mencionada acima. Possivelmente um dos fatores que podem ter contribuído para estes altos valores, foi o fato do solo estar com o teor de água abaixo do recomendado para realização de atividades agrícolas.

Tabela 1 - Estatística descritiva básica da análise de vibração do conjunto trator enxada rotativa com e sem o encanteirador.

	Com Encanteirador	Sem Encanteirador	Com Encanteirador	Sem Encanteirador	Com Encanteirador	Sem Encanteirador
	Vel. 3,24 Km.h ⁻¹	Vel. 3,24 Km.h ⁻¹	Vel. 4,248 Km.h ⁻¹	Vel. 4,248 Km.h ⁻¹	Vel. 5,976 Km.h ⁻¹	Vel. 5,976 Km.h ⁻¹
Média	3,159	3,922	2,5145	3,673	3,798	4,534
Desvio Padrão	0,464	0,451	0,2632	0,536	0,526	1,027
CV (%)	14,68	11,49	10,47	14,59	13,84	22,66
Simetria	0,17	-0,17	-0,02	0,07	-0,32	-0,39
Curtose	0,33	-0,40	0,91	1,02	-0,85	-1,68
Teste F		13,90		37,65		4,07
P		0,002		0,000		0,059

No Gráfico 1 estão representados os valores totais da vibração em aceleração média ponderada nos três eixos RMS ($m.s^{-2}$) em função das velocidades e da utilização do rotoencanteirador, de acordo com ISO 2631 (1997).

Figura 1 - Gráfico da vibração ocupacional pela velocidade nas três marchas utilizadas.



De acordo com a Figura 1, verifica-se um aumento na vibração em consonância com o aumento da velocidade. Isso pode ter ocorrido em virtude do solo oferecer menor estabilidade, por este ser irregular, aumentando a vibração com o aumento da velocidade. Esses resultados corroboram com Santos et al. (2014), ao avaliar os níveis de vibração de um conjunto trator-pulverizador, em função da velocidade de trabalho. Em relação ao mecanismo (encanteirador), obtiveram-se, os menores valores de vibração com a presença do mesmo, sendo mais efetivos na maior velocidade (L3). Provavelmente isso ocorreu devido ao encanteirador favorecer uma maior concentração de solo numa área delimitada pelo implemento, permitindo assim, um maior equilíbrio do conjunto, diminuindo a vibração.

CONCLUSÃO: Todos os valores médios de vibração ocupacional ficaram acima do recomendado pela norma ISO 2631 (1997). O aumento da velocidade de deslocamento do conjunto influenciou diretamente no comportamento da vibração. Obtiveram-se, os menores valores de vibração com a presença do encanteirador, sendo mais efetivo na maior velocidade. Para as duas condições de trabalho, enxada rotativa com e sem encanteirador não ocorreram diferenças significativas nas maiores velocidades.

REFERÊNCIAS:

Gomes, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, p.477, 2000.

International Organization for Standardization. ISO 2631, **Mechanical Vibration and Shock – Evaluation of Human Exposure of Whole – Body Vibration**. Part 1: General requirements 1997, 31 p.

Lanças, K.P.; Tosin, R.C.; Araujo, J.A.B.; Monteiro, L.A.; Guerra, S.P.S. **Avaliação da Vibração Ocupacional no Corpo Inteiro para Tratores Agrícolas de 55,2 kw e 109,5 kw**. CONBEA, Juazeiro, BA/ Petrolina, PE, ago. 2009.

Norma de higiene ocupacional. **NHO 09**: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro: procedimento técnico. Fundacentro – São Paulo, 2012.

Oliveira, J.U.C. **Estatística: uma nova abordagem**. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.

Ribas, R.L; Schlosser, J. F; Frantz, U.G; Farias, M.S. de; Rodrigues, F.A. **Exposição Humana à vibração de corpo inteiro em um trator agrícola com pneus radiais**. Ciência Rural. Santa Maria, 2014.

Santos, L. N.; Fernandes, H. C.; Souza, A. P.; Júnior M. R. F.; Silva R.M. F. **Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador, em função da velocidade de trabalho**. Revista Engenharia na agricultura, viçosa - MG, V.22 N.2, p 112-118, 2014.

Soeiro, N.S. **Vibrações e o corpo humano**: Uma avaliação ocupacional. I Workshop de Vibração e Acústica da Região Norte, Tucuruí, Pará, 2011.