

VIBRAÇÃO E BATIMENTOS CARDIACOS PRODUZIDA POR UM TRATOR DE RABIÇA EQUIPADO COM ROTOENCANTEIRADOR NAS ROTAÇÕES DE 800 E 1000 RPM

FRANCISCO RONALDO BELEM FERNANDES ¹, KARLA LUCIA BATISTA ARAÚJO ¹,
ISABELA OLIVEIRA LIMA ¹, DANIEL ALBIERO ¹, LEONARDO ALMEIDA MONTEIRO ⁵

1 Eng. Agrônomo, Doutorando em engenharia agrícola, Dept. de Engenharia Agrícola - Universidade Federal Do Ceará - UFC (Av. da Universidade, 2853 - Benfica, Fortaleza - CE) ronaldoagroufc@gmail.com; 2 Doutoranda, Universidade Federal do Ceará, karla.batista@hotmail.com; 3. Mestranda em engenharia agrícola, Dept. de Engenharia Agrícola - Universidade Federal Do Ceará, isabelaoliveiralima@yahoo.com.br; 4. Doutor, Universidade Federal do Ceará, daniel.albiero@gmail.com; 5. Doutor, Universidade Federal do Ceará, aiveca@ufc.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 do nordeste brasileiro é de grande importância para a produção de alimentos. Embora apresente menor produtividade devido as frequentes estiagens e a falta de tecnologias adequadas o trator de rabiça apresenta-se como uma alternativa muito eficiente para se abranger uma maior área em menor tempo. A vibração pode causar falta de atenção, temores, perda de sono, e quando mais grave até parada de funcionamento de órgãos. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os níveis de vibração nas rotações do motor do trator de rabiça de 800 e 100 rpm em três marchas (3ª, 4ª e 5ª) com rotoencanteirador acoplado. Utilizou-se um operador saudável e pesando 75 quilos e o experimento foi realizado entre as 14 e 16 horas do dia. O delineamento experimental foi fatorial 2 x 3 com 10 repetições, sendo duas rotações para o motor e três marchas. Observou-se que as medida que a rotação aumentava os níveis de vibração também aumentavam. 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.

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

VIBRATION AND HEARTBEAT PRODUCED BY A RABIES EQUIPPED WITH TRACTOR ROTOENCANTEIRADOR THE REVOLUTION OF 1000 AND 800 RPM

ABSTRACT: Family farms in northeastern Brazil is of great importance to food production. Although having less productivity due to frequent droughts and lack of appropriate technologies the handlebar tractor presents itself as a very efficient alternative to cover a larger area in less time. Vibration can cause inattention, fear, loss of sleep, and when more severe organ to stop functioning. The objective of this study was to evaluate the vibration levels in stilt tractor engine speed of 800 rpm and 100 in three speeds (3rd, 4th and 5th) coupled with rotoencanteirador. We used a healthy operator and weighing 75 pounds and the experiment was carried out between 14:16 hours of the day. The experimental design was a 2 x 3 with 10 repetitions, two rotations to the engine and three-speed. It was observed that as the speed increased vibration levels also increased. Vibration reduction, and reduce the stress of the operator, allows better quality of life and increases efficiency at work reducing fatigue.

KEYWORDS: unhealthy, safety in agriculture, well being at work.

INTRODUÇÃO:

De acordo com Ripoli *et al.* (2005), a moderna agricultura, seja ela em grande escala ou mesmo entre médios e pequenos agricultores tem, como principal característica, o elevado índice de mecanização das operações de campo. 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 (2001) 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). A vibração transmitida ao corpo humano é classificada de acordo com a região atingida, podendo ser: vibração de corpo inteiro e de extremidades. As vibrações de corpo inteiro são vibrações transmitidas ao corpo todo, comumente por meio da superfície de suporte, tal como pé, costas, nádegas de um ser humano sentado, transmitida por atividades de transporte como trator, caminhão, etc. Já as vibrações de extremidades são aquelas vibrações que atingem determinada parte do corpo, principalmente mãos, braços e outros (SOEIRO, 2011). Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os níveis de vibração nas rotações do motor do trator de rabiça de 800 e 100 rpm em três marchas (3^a, 4^a e 5^a) com rotoencanteirador acoplado.

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 número 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 800 e 1000 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. Para classificar a jornada de trabalho a partir dos batimentos cardíacos utilizou-se as especificações do anexo IV da portaria de número 25, de 29 de dezembro de 1994, do Ministério do trabalho, classifica as jornadas de trabalho prolongadas como um risco ocupacional do tipo Ergonômico, podendo causar lesões musculares e afetar a saúde cardíaca do operador. As coletas de batimentos cardíacos aconteceram antes do início dos trabalhos, ainda com o operador em repouso, antes de iniciar a passada do trator de rabiça com o rotoencanteirador acoplado e após o fim de uma passada, ou seja, 15 metros. O medidor de frequência cardíaca foi o modelo T31-Coded, composto por um receptor digital, uma fita elástica e um transmissor, coletados na altura do peito. Ainda foram retiradas fotos termográficas com a câmera Flir i5.

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 a média da marcha M3 na rotação de 800 rpm foi a

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. Nota-se que para a rotação de 1000 rpm os valores das médias entre as marchas sofreram alterações mínimas em relação às demais rotações

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	800			1000		
	M3	M4	M5	M3	M4	M5
Observações	10	10	10	10	10	10
Média (m/s^2)	2,557	3,986	4,014	3,241	3,554	3,533
Desvio Padrão (m/s^2)	0,703	1,230	1,327	0,491	0,372	0,810
Variância	0,495	1,512	1,760	0,241	0,138	0,656
Coefficiente de Variação (%)	27,51	30,85	33,05	15,16	10,46	22,92
Simetria	0,40	0,12	0,56	0,69	-0,67	1,21
Curtose	-1,74	-1,85	0,07	-0,38	0,67	-0,08

Observou-se que na marcha M3, ocorreu o aumento do valor de vibração quando ocorreu o aumento da rotação, já as marchas M4 e M5, quando submetidas à rotação de 1000 rpm os valores da rotação decrescia, possivelmente isto ocorreu devido a alta velocidade de descolamento do trator de rabiça que diminui a eficiência do rotoencanteirador, já que o mesmo não conseguia penetrar no solo para a operação de preparo dos canteiros. A Tabela 2 mostra ainda que para a rotação de 1000 RPM ocorre estabilização. Como foi dito anteriormente, o uso de rotoencanteirador tracionado por um trator de rabiça apresentou valores acima do limite recomendado pela NHO-10, para todas as rotações e machas avaliadas, porém apesar da marcha M3 apresentar valores acima do recomendado pela norma, a mesma foi à única que se aproximou do valor especificado pela mesma.

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

Rotação (RPM)	M3		M4		M5	
	800	1000	800	1000	800	1000
Observações	10	10	10	10	10	10
Média (m/s^2)	2,557	3,241	3,986	3,554	4,014	3,533
Desvio Padrão (m/s^2)	0,703	0,491	1,230	0,372	1,327	0,810
Variância	0,495	0,241	1,512	0,138	1,760	0,656
Coefficiente de Variação (%)	27,51	15,16	30,85	10,46	33,05	22,92
Simetria	0,40	0,69	0,12	-0,67	0,56	1,21
Curtose	-1,74	-0,38	-1,85	0,67	0,07	-0,08

As Tabelas 3 e 4 apresentam as análises de variância para as marchas nas rotações de 800 e 1000 rpm, respectivamente. Observa-se que apenas as rotação de 800 rpm nas marchas M3, M4 e M5 apresentaram diferença significativa a 5 % de significância, já a rotação de 1000 rpm em todas as marchas avaliadas não apresentou diferença significativa, conforme Tabela 4.

Tabela 3: 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			

Tabela 4: Análise de variância das marchas M3, M4 e M5 para a rotação de 1000 RPM.

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	2	0,6122	0,3061	0,89	0,424
Erro	27	9,3171	0,3451		
Total	29	9,9294			

A Tabela 5 apresenta o teste de médias referente às rotações de 800 e 1000 rpm para as marchas de M3, M4 e M5, respectivamente.

Tabela 10: Teste de Tukey das rotações 600, 800 e 1000 rpm para as marchas M3, M4 e M5.

	M3	M4	M5
800	2,557 ^b	3,986 ^a	4,014 ^a
1000	4,241 ^a	3,554 ^a	3,533 ^a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

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 índices 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. Quando se avaliou os batimentos cardíacos, observou-se que os batimentos cardíacos em repouso sempre se mantiveram entre os 60 a 80 bpm. Durante a operação os batimentos se mantiveram entre 75 e 100 bpm, nas primeiras repetições e nas seguintes se manteve entre 100 e 125 bpm, caracterizando a carga física como moderadamente pesada.

CONCLUSÕES:

Aconselha-se trabalhar com o rotoencanteirado acoplado ao trator de rabiça em um Argissolo Vermelho Amarelo na 3ª marcha na rotação de 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

- 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.
- 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 Agrônomicas, UNESP – Campus de Botucatu, 2010.
- RIPOLI, T. C.C. et al. **Manual prático do agricultor**. Piracicaba. USP/ESALQ, 2005. 192p.
- SCHLOSSER, J. F., Tratores agrícolas. **Máquinas**. Edição especial. p. 3-10. 2001.
- SOEIRO, N.S. Vibrações e o Corpo Humano: uma avaliação ocupacional. I Workshop de Vibração e Acústica da Região Norte. Tucuruí – PA, 2011.
- OLIVEIRA, J. U. C. de. Estatística: uma nova abordagem. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.