

VIBRAÇÃO PRODUZIDA POR UM TRATOR DE RABIÇA EQUIPADO COM ROTOENCANTEIRADOR NAS ROTAÇÕES DE 600 E 1000 RPM

FRANCISCA EDCARLA DE ARAUJO NICOLAU¹, KARLA LÚCIA BATISTA ARAÚJO², LEONARDO DE ALMEIDA MONTEIRO³, JEAN LUCAS PEREIRA OLIVEIRA⁴, HENRYQUE CANDIDO FERNANDES DO NASCIMENTO⁵

¹Mestranda em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Ceará – CE, carla_nicolau18@yahoo.com.br

²Doutoranda em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Ceará – CE.

³Eng. Agrícola, Dr., Prof. Adjunto, Universidade Federal do Ceará – CE.

⁴Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Ceará – CE.

⁵Mestrando em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Ceará – CE.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: 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. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os níveis de vibração nas rotações do motor do trator de rabiça de 600 e 100rpm em três marchas (3^a, 4^a e 5^a) com rotoencanteirador acoplado, realizando a operação de preparo de um Argissolo Vermelho Amarelo. 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 medidas 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 PRODUCED BY A TRACTOR EQUIPPED RABIES WITH THE REVOLUTION OF ROTOENCANTEIRADOR 600 AND 1000 RPM

ABSTRACT: Ergonomics in rural studies man's relationship with his work, equipment and environment to provide improved quality of the work environment become safer, healthy, comfortable and promoting greater efficiency in developed work. The objective of the present evaluate work vibration levels the handlebar tractor engine speed 600 and 100 rpm in three speeds (3rd, 4th and 5th) coupled with rotoencanteirador, performing the preparation operation a Alfissol. We used a healthy operator and weighing 75 pounds and the experiment was conducted among the 14 and 16 hours of day. The experimental design was a 2 x 3 with 10 repetitions, and two rotations for 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 a better quality of life and increases the working efficiency by reducing fatigue.

KEYWORDS: unsanitary , safety in agriculture , welfare at work.

INTRODUÇÃO: 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 quando comparado com uso da tração animal. O microtrator é um veículo de menor porte e maior agilidade, tem uma potência menor que 30 cv (BIANCHINI, 2002); com capacidade de minimizar a escassez de mão de obra (RODRIGUES et al., 2006). A Norma Regulamentadora 12 (2011) que trata da Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, no seu anexo IV (Glossário), define motocultivador – trator de rabiças, “mula

mecânica” ou microtrator como sendo equipamento motorizado de duas rodas utilizado para tracionar implementos diversos, desde preparo do solo até colheita. Caracteriza-se pelo fato de o operador caminhar atrás do equipamento durante o trabalho. 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). 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 600 e 100rpm 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 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 600 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 as média da marcha M3 na rotação de 600 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. 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 | 600 | | | 1000 | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | M3 | M4 | M5 | M3 | M4 | M5 |
| Observações | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Média (m/s ²) | 2,579 | 3,248 | 3,779 | 3,241 | 3,554 | 3,533 |
| Desvio Padrão (m/s ²) | 0,590 | 0,412 | 1,067 | 0,491 | 0,372 | 0,810 |
| Variância | 0,348 | 0,170 | 1,139 | 0,241 | 0,138 | 0,656 |
| Coefficiente de Variação (%) | 22,88 | 12,69 | 28,24 | 15,16 | 10,46 | 22,92 |
| Simetria | 0,95 | 0,37 | 1,43 | 0,69 | -0,67 | 1,21 |
| Curtose | -1,20 | -0,85 | 1,30 | -0,38 | 0,67 | -0,08 |

A Tabela 2 apresenta os dados coletados para as marchas M3, M4 e M5 com variação das rotações dentro de cada grupo.

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

| Rotação (RPM) | M3 | | M4 | | M5 | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| Observações | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Média (m/s ²) | 2,579 | 3,241 | 3,248 | 3,554 | 3,779 | 3,533 |
| Desvio Padrão (m/s ²) | 0,590 | 0,491 | 0,412 | 0,372 | 1,067 | 0,810 |
| Variância | 0,348 | 0,241 | 0,170 | 0,138 | 1,139 | 0,656 |
| Coefficiente de Variação (%) | 22,88 | 15,16 | 12,69 | 10,46 | 28,24 | 22,92 |
| Simetria | 0,95 | 0,69 | 0,37 | -0,67 | 1,43 | 1,21 |
| Curtose | -1,20 | -0,38 | -0,85 | 0,67 | 1,30 | -0,08 |

As Tabelas 3 e 4 apresentam as análises de variância para as marchas nas rotações de 600, 800 e 1000 rpm, respectivamente. Observa-se que apenas as rotações 600 e 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 5.

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 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 | | | |

Como ocorreu diferença significativa na análise de variância para as rotações de 600 e 800 rpm nas marchas M3, M4 e M5, fez-se o teste de médias para verificar se as médias estudadas apresentaram diferença estatística.

Nota-se na tabela 9 que ocorreu diferença estatística entre as marchas na rotação de 600 e 800 rpm, porém apenas na marcha M3 foi encontrado o valor que se adequa as normas da NHO-10 (2013).

Tabela 5: Teste de Tukey para as marchas M3, M4 e M5 para as rotações de 600 e 1000 rpm.

| | 600 | 1000 |
|----|---------------------|--------------------|
| M3 | 2,579 ^a | 3,241 ^a |
| M4 | 3,248 ^{ab} | 3,554 ^a |
| M5 | 3,779 ^b | 3,533 ^a |

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

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 rotoencanteriado acoplado ao trator de rabiça em um Argissolo Vermelho Amarelo na 3ª marcha na rotação de 600 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

- BIANCHINI, A. **Máquinas Agrícolas**. Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Departamento de Solos e Engenharia Rural. Cuiabá, 2002.
- NR12 NORMA REGULAMENTADORA. NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Segurança e Medicina do Trabalho. Última atualização Portaria SIT n.º 293, de 08 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D350AC6F801357BCD39D2456A/NR-12%20%28atualizada%202011%29%20II.pdf>>. Acesso em: 08 MAIO 2014.
- RODRIGUES, D. E.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; MODOLO, A. J.; RODRIGUES, G. J. Desempenho de um microtrator utilizando – se motores com diferentes alternativas energéticas. **Maringá**, v. 28, n. 1, p. 55-63, 2006.
- SILVA, C.B. et al. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-deaçúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.1, p.179-185, 2011.
- SOEIRO, N.S. **Vibrações e o Corpo Humano: uma avaliação ocupacional**. I Workshop de Vibração e Acústica da Região Norte. Tucuruí – PA, 2011.
- 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.