AVALIAÇÃO DA VIBRAÇÃO OCUPACIONAL EM UMA ROÇADORA MANUAL

JEAN LUCAS PEREIRA OLIVEIRA[1], CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI[2], LEONARDO DE ALMEIDA MONTEIRO[3], ELIVÂNIA MARIA SOUSA NASCIMENTO[4], ISABELA LIMA OLIVEIRA[5], RITA DE CÁSSIA PERES BORGES[6]

[1] Doutorando no PPG em Agronomia/Produção Vegetal na FCAV UNESP, Campus de Jaboticabal.jlp.oliveira@unesp.br
[2] Professor Doutor, Departamento de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal, furlani@fcav.unesp.br
[3] Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, aiveca@ufc.br
[4] Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, elivania_sousa@yahoo.com.br
[5] Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, isabelaoliveira@gmail.com
[6] Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, cassiaperes@yahoo.com.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso on-line

RESUMO: O máximo conforto e segurança do operador são os ideais buscados no contexto da ergonomia, sendo, em uma situação ideal, estes conceitos aplicados no projeto de uma máquina, ambiente ou local de trabalho. O objetivo deste trabalho foi quantificar a vibração ocupacional ao qual o operador de uma roçadora manual está exposto, em função do uso de duas rotações do motor e três tipos de lâminas de corte. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Ceará, em área pertencente ao Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA). O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3, com quatro repetições, sendo duas rotações do motor (5.400 e 7.560 rpm) e três mecanismos de corte (mecanismo de duas e três lâminas e fio de nylon). Foi avaliado o nível de vibração de mãos e braços através da aceleração média (RMS) nos eixos X, Y e Z. Foi observada diferença significativa ao nível de ($p<0,05$) para rotação do motor e mecanismos de corte, tendo-se observado maiores valores de vibração na rotação R2-5,21 m s^{-2} e tendo o eixo transversal Y como maior incidente da aceleração média.

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia. Saúde do operador. Vibração

EVALUATION OF OCCUPATIONAL VIBRATION IN A MANUAL BRUSHCUTTER

ABSTRACT: Maximum operator comfort and safety are the ideals sought in the context of ergonomics, and, in an ideal situation, these concepts are applied in the design of a machine, environment or workplace. The objective of this work was to quantify the occupational vibration to which the operator of a manual brushcutter is exposed, due to the use of two engine speeds and three types of cutting blades. The work was carried out at the Federal University of Ceara, in an area belonging to the Agricultural Machinery Accident Investigation Laboratory (LIMA). The experiment was set up in a randomized block design, in a 2 x 3 factorial scheme, with four repetitions, two engine rotations (5,400 and 7,560 rpm) and three cutting mechanisms (two and three blade mechanism and nylon thread). The level of hand and arm vibration was evaluated through the mean acceleration (RMS) on the X, Y and Z axes. A significant difference was observed at the level of ($p <0.05$) for engine rotation and cutting mechanisms, having if higher values of vibration were observed in rotation R2 - 5.21 m s^{-2} and having the transversal axis Y as the major incident of the mean acceleration.

KEYWORDS: Ergonomics. Operator health. Vibration

INTRODUÇÃO: A operação de equipamentos agrícolas é uma atividade que engloba basicamente dois fatores: o operador e o equipamento, formando o sistema homem–máquina (DOIMO, 2015). Debiasi e Schlosser (2004) argumentam que a eficiência com que o sistema homem–máquina executa suas funções depende de diversos fatores e que a ergonomia age sobre estes fatores, buscando otimizá-los para aumentar a eficiência do sistema de forma a beneficiar o homem, melhorando seu rendimento durante a jornada de trabalho e preservando sua saúde. Os trabalhadores, sejam de qual setor forem, estão sujeitos a constrangimentos diversos durante o desenrolar de suas atividades, que podem conduzi-los, principalmente: a erros de operação comprometendo seu desempenho, segurança e dos demais e a problemas de saúde. A vibração mecânica é um tipo de constrangimento que atinge inúmeros trabalhadores (ALMEIDA, 2015). Os efeitos das vibrações sobre o corpo humano podem ser extremamente, graves como: visão turva, perda de equilíbrio, falta de concentração e, até mesmo, danificação permanente de determinados órgãos do corpo (FERNANDES, 2003). Grandjean (1998) comenta que as vibrações têm numerosos efeitos fisiológicos que abrangem, em pequena intensidade, músculos, circulação e respiração e, em grande intensidade, a percepção visual e produção psicomotora. Os efeitos da vibração dependem também da frequência do movimento, ao qual o trabalhador está exposto. Frequências abaixo de 1 Hz causam enjoos, enquanto as frequências entre 3 e 8 Hz afetam os intestinos e a coluna vertebral e aquelas entre 15 e 24 Hz podem interferir na visão, diminuindo a fixação e a percepção visual (Fernandes, 2003).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA), pertencente à UFC. Os ensaios de vibração foram realizados em consonância com a NR-15 e seguindo as recomendações da NHO-10. Para a avaliação de vibração de mãos e braços, foi utilizado o medidor de vibração HD 2030 da Delta Ohm, conectado a um acelerômetro triaxial modelo 356A02 fixo ao guidão da roçadora manual. O parâmetro de avaliação utilizado para avaliar a vibração de corpo inteiro foi a aceleração resultante de exposição normalizada (aren), que correspondente à aceleração resultante de exposição a vibração, convertida para uma jornada padrão de 8 horas diárias. Os cálculos de aren foram realizados considerando que operador realizaria apenas a atividade avaliada ao longo de uma jornada de 8 horas de trabalho, para caracterizar a operação como salubre ou insalubre. O nível de ação para a exposição ocupacional diária à vibração em mãos e braços adotados na NHO-10 corresponde ao valor de aceleração resultante de exposição normalizada (aren) de 2,5 m s^{-2}. O limite de exposição ocupacional diária à vibração em mãos e braços adotado nesta norma corresponde a um valor de aceleração resultante de exposição normalizada (aren) de 5 m s^{-2}.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1, encontra-se o resumo da análise de variância para aceleração média nos eixos X, Y e Z (RMS). Foi observada diferença significativa ($p<0,05$) entre as médias para os mecanismos e interação entre os fatores. A intensidade de vibração a qual o operador da roçadora está exposto variou de 1,58 a 5,21 m s^{-2}, sendo o menor valor na rotação de 5.400 (R1), no eixo X, e o maior valor observado na rotação de 7.560 (R2) rpm no eixo Y. De acordo com os resultados obtidos, a utilização da roçadora manual é uma atividade de trabalho que demanda esforços de natureza ocupacional e que deve ser acompanhada para não infringir as normas de trabalho para jornada de oito horas. Foi possível observar que a vibração aumenta com o aumento da rotação da roçadora. Os maiores

níveis de vibração para mecanismos de corte foram observados no eixo Y, tendo o operador sofrido maior aceleração transversal ao operar o equipamento.

Tabela 1. Valores médios para as variáveis aceleração média nos eixos X, Y e Z

Causas de Variação	Aceleração média no eixo X ($m\ s^{-2}$)	Aceleração média no eixo Y ($m\ s^{-2}$)	Aceleração média no eixo Z ($m\ s^{-2}$)
Rotação (R)			
R1	1,58 b	2,43 b	1,45 b
R2	4,25 a	5,21 a	4,58 a
Mecanismo de corte (M)			
M1	2,61 a	3,68 a	2,55 b
M2	3,01 a	4,03 a	3,06 ab
M3	3,13 a	3,76 a	3,45 a
Valor de F			
R	3,08 ns	0,85 ns	6,07 **
M	221,01 **	146,66 **	220.83 **
R*M	3,04 ns	2,78 ns	1,38 ns
DMS			
R	0,37	0,48	0,44
M	0,56	0,71	0,65
CV (%)	15,08	14,71	17,06

Médias seguidas da mesma letra nas colunas ou sem letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *- significativo ($p<0,05$); ns- não significativo ($p>0,05$). R1- Rotação do motor a 5.400 rpm; R2- Rotação do motor a 7.560 rpm ; M1 – Mecanismo de corte com duas lâminas; M2 – Mecanismo de corte com três lâminas; M3 – Mecanismo de corte com nylon; DMS- diferença mínima significativa. CV- coeficiente de variação.

Os valores da aceleração média (RMS) indicam os valores de eficácia do movimento vibratório e o potencial destrutivo da vibração na direção do eixo x, y e z, em $m\ s^{-2}$. Os resultados obtidos no experimento mostraram que o operador do equipamento está bastante exposto à vibração de mãos e braços durante a operação com a roçadora. Analisando os valores observados para rotação, apenas o eixo Z apresentou diferença significativa dentre as médias, podendo-se afirmar que o operador esteve mais sujeito a aceleração da vibração na diagonal, quando observada a rotação de trabalho. Na rotação R2, os valores observados foram acima do recomendado para jornada de oito horas de trabalho. Foi observado valor de 5,21 $m\ s^{-2}$ no eixo transversal Y, que pode contribuir para problemas mais sérios do operador. Ocorreu aumento na aceleração média nos eixos X, Y e Z com o aumento da rotação da roçadora, em função da resposta do motor e transmissão do movimento. Grandjean (1998) comenta que as vibrações têm numerosos efeitos fisiológicos que abrangem, em pequena intensidade, músculos, circulação e respiração e, em grande intensidade, a percepção visual e produção psicomotora. A operação com a roçadora destaca-se como ruim ao operador, operando na rotação 2, concordando com Futatsuka et al. (1998), estes encontraram os valores de vibração a que os operadores não devem ficar mais de oito horas expostos. Os autores ainda comentam que é necessária a criação de novos mecanismos de suspensão ou redução dos níveis de vibração para máquinas agrícolas. Analisando os mecanismos de corte, foi observada diferença significativa nos três mecanismos, sendo a maior diferença registrada no eixo X. A maior diferença significativa foi observada no mecanismo de corte com duas lâminas, M1, podendo-se afirmar que esse mecanismo é mais instável e, com isso, transmite maior aceleração de vibração ao operador. O mesmo foi observado no mecanismo três, M3, onde os valores de aceleração da vibração foram bem próximos de M1. Para Solecki (2007), a análise dos valores máximos e mínimos de aceleração de vibração, confirma que, no ambiente

de trabalho agrícola, ocorre uma variação considerável nos valores registrados de vibração, sendo este fato observado nos eixos X, Y e Z.

CONCLUSÕES: O mecanismo M2 apresentou os melhores resultados quando comparado aos outros dois, mecanismo esse de três lâminas de corte, apresentando maior estabilidade na transmissão da rotação do motor ao equipamento e, consequentemente, ao operador.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. F.; ABRAHAO, R. F.; TERESO, M. J. A. Avaliação da exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro em máquinas de colheita florestal. **CERNE**, v.21, n.1, p.1-8, 2015.

ALVES FILHO, A. **Elementos Finitos.** A base da tecnologia CAE. Análise Dinâmica**.** São Paulo: Editora Érica, 2005.

DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; PINHEIRO E. D. Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1807-1811, 2004.

DOIMO, L. S.; MORAES, G. A. G.; SANTOS, J. E. G.; ANDREOLI, A. L. Avaliação da vibração no posto operacional de tratores com baixa potência nominal no motor. **Blucher Design Proceedings**. v.2, n.1, p.754-762, 2015.

FERNANDES, H. C. Vibração em tratores agrícolas: caracterização das faixas de frequência no assento do operador. **Engenharia na Agricultura**. v.11, n.1, p.23-31, 2003.

FUTATSUKA, M.; MAEDA, S.; INAOKA, T.; NAGANO, N.; SHONO, M.; MIAYKITA, T. Whole-body vibration and health effects in the agricultural machinery drivers. **Industrial Health**, v.36, n.2, p.127-132, 1998.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998. 338p.

SOLECKI, L. Preliminary recognition of whole body vibration risk in private farmers' working environment. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v.14, n.2, p.299- 304, 2007.