

Vibração localizada em um sistema mecânico de preparo de solo para agricultura familiar

Localized vibration in a mechanical soil preparation system for family farming

DOI: 10.34188/bjaerv4n2-072

Recebimento dos originais: 04/01/2021

Aceitação para publicação: 31/03/2021

João Eduardo Guarnetti dos Santos

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Endereço: Av. Engenheiro Luiz Edmundo C. Coube, 14-01 - Núcleo Habitacional Presidente Geisel, Bauru - SP, Brasil

E-mail: joao.guarnetti@unesp.br

Ana Carolina Cazani

Mestranda em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Endereço: Av. Engenheiro Luiz Edmundo C. Coube, 14-01 - Núcleo Habitacional Presidente Geisel, Bauru - SP, Brasil

E-mail: carolina.cazani@unesp.br

Álvaro César Ribeiro Ortelan

Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Endereço: Av. Engenheiro Luiz Edmundo C. Coube, 14-01 - Núcleo Habitacional Presidente Geisel, Bauru - SP, Brasil

E-mail: alvaro.ortelan@unesp.br

RESUMO

As máquinas agrícolas, no geral, produzem vibrações de baixa frequência que são transmitidas ao operador. Essas vibrações não podem ser ignoradas pois podem causar sérios problemas de saúde a quem está operando o dispositivo mecânico, como por exemplo deformações lombares e problemas de visão. Como consequência disso, além de prejudicar a saúde do trabalhador, há uma diminuição no rendimento produtivo.

O objetivo desse trabalho é analisar o incômodo que a vibração ocupacional causa nos operadores de motocultivadores, dispositivo largamente utilizado em agricultura familiar como forma de subsistência no preparo do solo e controle de plantas daninhas. Para isso foram realizados ensaios utilizando um analisador de vibrações junto ao motocultivador para obtenção de amostras. Os dados coletados foram posteriormente comparados com os preconizados com a legislação brasileira baseado nos critérios legais e nos dados colhidos levantados em nível de campo.

Palavras-chave: Vibrações. Motocultivador. Ergonomia. Operador.

ABSTRACT

Agricultural machines, in general, generate low frequency vibrations that are transferred to the operator. Those vibrations cannot be ignored, for they can cause serious health problems as low back pain and vision issues. As a consequence of this, in addition to the health damage, there is a decay to the productive efficiency.

This research aims to evaluate the discomfort caused by occupational vibration to a motocultivator operator. This machine is largely used for soil preparation in family agriculture and for weed control. Thereunto, there were performed tests using a vibration analyzer into the motocultivator for data gathering. They were collated to the values recommended by the Brazilian legislation.

Keywords: Vibration. Motocultivator. Ergonomy. Operator.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, grande parte do território nacional possui clima e vegetação favoráveis às práticas agrícolas; segundo Santos (2002, p. 1), “o setor primário tem um papel importante na economia nacional através da produção e exportação de produtos agropecuários”. Desta forma, existe uma viabilização de se mecanizar as atividades agrícolas, facilitando assim o desenvolvimento da agricultura familiar, tornando possível a expansão das áreas cultivadas, com redução do esforço braçal e aumento da capacidade de trabalho.

Apesar dos ganhos permitidos pela mecanização, muitos fatores afetam as capacidades do operador agrícola durante seu trabalho, causando queda de rendimento e qualidade na operação gerada (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Yadav & Tewari (1998) relatam que, num projeto de posto de operação, os fatores humanos que devem ser incluídos são: dirigibilidade, conforto, visibilidade, locomoção, arranjo dos controles, facilidade de operação dos controles, conforto térmico, conforto sonoro e controle das vibrações.

Os fatores ambientais que exercem maior influência sobre o rendimento e a saúde do operador de uma máquina agrícola são: ruídos, vibrações mecânicas, condições climáticas, partículas e produtos químicos suspensos no ar e visibilidade. Embora não haja estudos sobre o efeito conjunto destes fatores, sabe-se que a ação isolada de cada um é nociva ao operador (MÁRQUEZ, 1990).

Vibrações são “oscilações mecânicas regulares ou irregulares de um corpo em torno de um ponto de repouso” (SELL, 2002, p. 237). Para Back (1983), a vibração é “um subproduto indesejado de sistemas mecânicos”. Portanto, a aceleração (que é o efeito causado pela vibração) não pode ser eliminada pela adição de um diferente princípio de trabalho. Isto significa que são necessárias medidas de contra atuação, ou seja, é preciso introduzir no projeto arranjos dinâmicos, para controlar e isolar o efeito, dentro de limites aceitáveis.

As vibrações mecânicas originadas tanto no funcionamento da máquina, quanto pela rugosidade da superfície de deslocamento se tornam problemáticas quando a frequência de partes do corpo humano (por exemplo, o tronco que vibra a uma frequência de 4 a 8 Hz), acaba se

aproximando a do motocultivador (1-7 Hz), o que pode elevar as chances de problemas de saúde no operador (ZEHSAZ et al., 2011). Operadores profissionais de maquinários agrícolas apresentam alta incidência de desordem musculoesquelética relacionadas ao seu desempenho profissional, sendo as dores lombares os relatos mais comuns (KIM et al., 2016).

No Brasil, as Normas Regulamentadoras – NR relativas à segurança e medicina do trabalho abordam aspectos relacionados à saúde do trabalhador em atividades. A Norma Regulamentadora 15, por exemplo, determina os limites de tolerância para cada atividade de acordo com a concentração e intensidade de exposição do trabalhador ao agente nocivo. Existem também as chamadas NHO – Normas de Higiene Ocupacional, as quais visam também a saúde do trabalhador, só que de forma mais pontual, examinando precisamente um agente específico. Para o âmbito de vibrações, existe a NHO de número 09, cujo intuito é regulamentar a exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro, com base na norma internacional ISO 2631-1 (1997).

Nesta norma, são definidos três limites de exposição do corpo humano às vibrações, buscando ajustar os níveis de conforto, eficiência de trabalho e risco a saúde, sendo eles: nível de conforto reduzido (preservação do conforto), nível de eficiência reduzida/fadiga (preservação da eficiência de trabalho) e limite de exposição (preservação da saúde e segurança). Estes limites são estabelecidos de acordo com os níveis de frequência vibratória, acelerações, tempo de exposição e direção da vibração em relação ao tronco. A norma em questão também pede para que as medições sejam feitas o mais próximo possível do ponto ou área na qual a vibração é transmitida ao corpo para se conhecer o seu nível real de ação.

Vibrações de corpo inteiro, segundo Saliba et al. (2002, p. 46), “são vibrações transmitidas ao corpo como um todo, tais como pé, costas e nádegas de um homem sentado ou na área de suporte de um homem inclinado”. A exposição à vibração de corpo inteiro pode causar danos físicos permanentes ou distúrbios no sistema nervoso, sendo alguns deles muito graves, como: visão turva, perda de equilíbrio, falta de concentração e até danificação permanente de determinados órgãos internos do corpo. (GERGES, 2000). Para Márquez (1990), o esforço físico e mental ao qual o operador de um motocultivador está exposto diminui a capacidade de concentração do mesmo, aumentando, conseqüentemente, a ocorrência de acidentes de trabalho.

Desta forma, são necessários que estudos sejam realizados constantemente, com o intuito de se quantificar essas vibrações para que, se necessário, sejam feitas adaptações dos maquinários e assim proporcionar um ambiente de trabalho mais saudável ao operário.

2 METODOLOGIA

Os ensaios de ruído e vibração ocupacional foram realizados em um motocultivador da marca Buffalo modelo BFG 910 Plus, com potência de 6,5 cv e motor de 3600 rpm conforme pode ser apreciado na Figura 1. A área de testes possuía 30 m e era composta por solo classificado como areia fina pouco argilosa, marrom escuro com matéria orgânica. Amostras analisadas em laboratório determinaram que o solo continha 8,3% de umidade.

Foi utilizado um tacômetro digital modelo PET304 fabricado pela empresa ECHO com o objetivo de se registrar os valores de rotação para a condição ensaiada. O valor médio dos testes em baixa rotação foi de 1595 RPM e em alta rotação de 3391 RPM.

Figura 1 – Equipamento testado.



Fonte: Autor (2020)

O equipamento foi manuseado por um operador qualificado de 82 Kg, portando os equipamentos de proteção individual aplicáveis. O presente trabalho apresenta o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 87454818.4.0000.5663. As condições operações ensaiadas tanto para as avaliações de ruído quanto de vibração encontram-se descritas na Tabela 1. Foram realizadas 5 repetições de cada condição, totalizando 300 amostras por teste.

Tabela 1 - Testes realizados.

	1º Ensaio	2º Ensaio	3º Ensaio	4º Ensaio	5º Ensaio	6º Ensaio	7º Ensaio	8º Ensaio
Rotação	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta
Marcha	-	-	1	1	2	2	RÉ	RÉ

Fonte: Autor (2020).

Para a coleta dos dados da vibração ocupacional atuante no trabalhador foi utilizado um analisador de vibração da marca *Larson Davis* modelo HVM 200. Ele cumpre os requisitos definidos pela norma ISO 8041 (2005). Os procedimentos técnicos aplicados na avaliação da VMB foram os definidos pela Fundacentro através da Norma de Higiene Ocupacional 10: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de mãos e braços (NHO 10).

Em conformidade com o determinado com a NHO 10 (2013), foi conectado ao analisador de vibração um acelerômetro triaxial ICP, modelo SEN041F (SN P233534), com a seguinte sensibilidade nominal: *eixo x* = 1,048 mV/m/s²; *eixo y* = 1,057 mV/m/s²; *eixo z* = 1,062 mV/m/s² (Figura 8(a)). O acelerômetro foi calibrado antes e após a realização das avaliações com um calibrador da marca PCB Piezotronics modelo 394C06, sendo inicialmente aplicadas as sensibilidades constantes no seu certificado de calibração. Ele também foi configurado para operar no modo de avaliação para mãos e braços, com curva de ponderação *Wh*, e fator de multiplicação *k* =1, para os eixos *x*, *y* e *z*.

Considerando que a NHO 10 (2013) fixa um sistema de coordenadas com origem na interface entre a fonte vibratória e o local de contato desta com o corpo humano, e nesse caso trata-se de VMB, o acelerômetro foi fixado na empunhadura do equipamento, considerando-se o sistema de coordenadas definido pela normativa, de forma a não atrapalhar o manuseio do equipamento durante sua operação normal de trabalho. O posicionamento dos eixos pode ser verificado na Figura 2(b).

Figura 2 - (a) Equipamento de aquisição de sinais e acelerômetro; (b) Fixação do acelerômetro na empunhadura conforma NHO 10 (2013)



Fonte: Autor (2020)

Os dados mensurados foram analisados por meio do LD G4 *Utility Software* versão 3.06 (PCB Piezotronics, 2014-2017). Através dele foi possível obter a aceleração média resultante (*amr*).

Ela é calculada de acordo com a Equação 1 onde am_j corresponde a aceleração média de cada eixo e o f_j é o fator de multiplicação em função do eixo considerado ($f = 1$ para os três eixos).

$$amr = \sqrt{f_x \times am_x^2 + f_y \times am_y^2 + (f_z \times am_z)^2} \quad [m/s^2] \quad (1)$$

Utilizando-se o *Software Microsoft Excel* versão 2013 (Microsoft, 2013) foram realizados os cálculos necessários para a obtenção dos demais parâmetros necessários. A aceleração resultante da exposição (are) é definida pela NHO 10 (2013) como sendo “a aceleração média resultante representativa da exposição ocupacional diária”. Ela leva em consideração além dos três eixos ortogonais, as componentes de exposição identificadas, sendo mensurada através da Equação 2. O valor $arep_i$ corresponde a aceleração resultante da exposição parcial e é calculado através da Equação 3, onde “s”; n_i é o número de repetições da componente de exposição “i” ao longo da jornada de trabalho; T_i = Tempo de duração da componente de exposição “i”; m = número de componentes de exposição que compõem a exposição diária; T = tempo da duração da jornada diária de trabalho. Considerou-se a jornada de trabalho como sendo de 8 horas diárias e a operação efetiva do equipamento por 6 horas diárias.

$$arep_i = \sqrt{\frac{1}{s} \sum_{k=1}^s amr_{ik}} \quad [m/s^2] \quad (2)$$

$$are = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m n_i arep_i^2 T_i} \quad [m/s^2] \quad (3)$$

A aceleração resultante de exposição normalizada ($aren$) corresponde ao valor do are convertido para uma jornada diária padrão de 8 horas (NHO 10, 2013). Ela é calculada através da Equação 4. Em que T = tempo de duração da jornada diária de trabalho expresso em horas ou minutos; $T_0 = 8$ horas ou 480 minutos.

$$aren = are \times \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad [m/s^2] \quad (4)$$

Com os valores encontrados para o $aren$, de acordo com a NHO 10 (2013), deve-se consultar a Tabela 2 que estabelecem os critérios de julgamento e tomadas de decisão. Assim, será possível

determinar as medidas que devem ser consideradas para se controlar os níveis de exposição a vibração no operador.

Tabela 2 - Critério de julgamento e tomada de decisão.

aren (m/s ²)	Consideração técnica	Atuação recomendada
0 a 2,5	Aceitável	No mínimo manutenção da condição existente.
> 2,5 a < 3,5	Acima do nível de ação	No mínimo adoção de medidas preventivas.
3,5 a 5,0	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas visando à redução da exposição diária.
Acima de 5,0	Acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas.

Fonte: NHO (2013)

3 RESULTADOS

O quadro 1 exhibe os dados coletados no teste 1, com o motor em baixa rotação e com o equipamento parado, onde am_i é a aceleração média em cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 1 – Teste 1, motor em baixa rotação, estático.

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	0.4544	0.7527	3.0548	3.1788	0.1451
2	0.3599	0.5311	3.0576	3.1242	0.1426
3	0.3896	0.5859	3.0324	3.1130	0.1421
4	0.4218	0.6314	3.1972	3.2862	0.15
5	0.4472	0.7322	3.2614	3.3724	0.1539

Fonte: Autor (2020)

O quadro 2 exhibe os dados coletados no teste 2, com o motor em alta rotação e com o equipamento parado, onde am_i é a aceleração média em cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 2 – Teste 2, motor em alta rotação, estático.

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	1.2347	3.0320	2.1281	3.9046	0.1782
2	1.7008	3.5444	2.2259	4.5178	0.2062
3	1.8372	3.3068	2.2208	4.3866	0.2002
4	2.2556	3.6036	3.1378	5.2839	0.2412
5	2.1253	3.6133	2.6637	4.9667	0.2267

Fonte: Autor (2020)

O quadro 3 exhibe os dados coletados no teste 3, com o motor em baixa rotação com a primeira marcha engatada e com o equipamento em movimento, onde am_i é a aceleração média em

cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 3– Teste 3, motor em baixa rotação, 1a marcha engatada.

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	1.2730	1.2857	2.6963	3.2470	0.1482
2	1.2823	1.3424	2.7200	3.2931	0.1503
3	1.2699	1.3275	2.6310	3.2089	0.1465
4	1.4466	1.4050	2.6890	3.3612	0.1534
5	1.3149	1.3786	2.6750	3.2840	0.1499

Fonte: Autor (2020)

O quadro 4 exibe os dados coletados no teste 4, com o motor em rotação de trabalho com a primeira marcha engatada e com o equipamento em movimento, onde am_i é a aceleração média em cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 4– Teste 4, motor rotação de trabalho, 1a marcha engatada.

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	1.6734	1.7707	3.9627	4.6517	0.2123
2	1.7014	2.3587	4.6020	5.7998	0.1762
3	1.9362	1.9319	3.9878	4.8357	0.2207
4	1.8129	1.8126	3.7636	4.5538	0.2079
5	1.8380	1.9417	4.3273	5.0866	0.2322

Fonte: Autor (2020)

O quadro 5 exibe os dados coletados no teste 5, com o motor em baixa rotação com a segunda marcha engatada e com o equipamento em movimento, onde am_i é a aceleração média em cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 5 – Teste 5, motor em baixa rotação, 2a marcha engatada.

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	1.7975	1.6560	3.6812	4.4186	0.2017
2	1.8126	1.6879	3.6392	4.4021	0.2009
3	1.8919	1.6807	3.4877	4.3091	0.1967
4	1.8291	1.6943	3.5418	4.3314	0.1977
5	1.8244	1.6497	3.3873	4.1861	0.1911

Fonte: Autor (2020)

O quadro 6 exibe os dados coletados no teste 6, com o motor em rotação de trabalho com a segunda marcha engatada e com o equipamento em movimento, onde am_i é a aceleração média em

cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 6 – Teste 6, motor rotação de trabalho, 2a marcha engatada.

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	3.4283	3.2426	8.6384	9.8433	0.4493
2	3.3887	3.4656	9.0933	10.3044	0.4703
3	3.3317	3.3549	9.2155	10.3576	0.4728
4	3.2811	3.3336	9.0016	10.1443	0.4630
5	3.3219	3.4422	8.9339	10.1340	0.4626

Fonte: Autor (2020)

O quadro 7 exhibe os dados coletados no teste 7, com o motor em baixa rotação com a marcha ré engatada e com o equipamento em movimento, onde am_i é a aceleração média em cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 7 – Teste 7, motor em baixa rotação, marcha ré engatada

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	1.0913	0.9942	3.1598	3.4876	0.1592
2	1.1999	0.9935	2.2963	2.7749	0.1267
3	1.0116	0.9385	2.9638	3.2693	0.1492
4	0.9862	0.9371	3.1483	3.4296	0.1565
5	1.0670	0.9697	3.0693	3.3911	0.1548

Fonte: Autor (2020)

O quadro 8 exhibe os dados coletados no teste 8, com o motor em alta rotação com a marcha ré engatada e com o equipamento em movimento, onde am_i é a aceleração média em cada um dos eixos (x, y e z), am_r é a aceleração média resultante e $aren$ é a aceleração resultante de exposição normalizada, calculada pela equação 4.

Quadro 8 – Teste 8, motor em alta rotação, marcha ré engatada

Medição	am_x (m/s ²)	am_y (m/s ²)	am_z (m/s ²)	am_r (m/s ²)	$aren$ (m/s ²)
1	2.0333	2.2052	4.2755	5.2227	0.2384
2	2.1314	2.4394	4.6488	5.6661	0.2586
3	2.1025	2.2216	4.5536	5.4855	0.2504
4	1.9724	2.2101	4.2168	5.1533	0.2352
5	2.0280	2.2482	4.4583	5.3893	0.2460

Fonte: Autor (2020)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados coletados, foi possível calcular a aceleração resultante de exposição normalizada para cada uma das situações impostas, as quais estão expostas na última coluna dos quadros 1 a 8. Comparando esses valores obtidos com os da Tabela 2, é possível determinar qual a consideração técnica da vibração e qual a atuação recomendada.

Em todos os casos analisados, o valor da aceleração resultante de exposição normalizada foi menor do que 1, e de acordo com a NHO esses valores são tidos como aceitáveis. Com isso, é possível concluir que o equipamento em questão atende os requisitos da legislação brasileira e, portanto, proporciona ao operador do maquinário uma jornada de trabalho saudável e eficiente.

Vale notar que isso não significa que o equipamento está isento de medidas de prevenção. Manutenções preventivas devem ser realizadas de tempo em tempo para garantir que a máquina esteja sempre em boas condições e possa proporcionar um funcionamento livre de malefícios à saúde de quem a opera.

REFERÊNCIAS

- BACK, N. **Metodologia de projetos de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 389 p.
- BERASATEGUI, M. R. **Modelización y simulación del comportamiento de un sistema mecánico con suspensión aplicado a los asientos de los tractores agrícolas**. 2000. 259 f. Tese (Doctorado En Ingenieria Mecánica) - Departamento de Ingenieria Mecánica, Universidad Politécnica de Madri, Madri, 2000.
- DHINGRA, H. S.; TEWARI, V. K.; SANTOKH, S. **Discomfort, pressure distribution and safety in operator's seat – a critical review**. Journal of Scientific Research and Development. Silsoe, 2003. 16 p.
- FERNANDES, H. C. et al. **Vibração em tratores agrícolas: caracterização das faixas de frequência no assento do operador**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 26-31, 2003.
- FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional: NHO 09: avaliação de exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro**. - São Paulo: Fundacentro, 2013.
- FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional: NHO 10: avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços**. - São Paulo: Fundacentro, 2013
- GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e controle**. 2. ed. Florianópolis: Nr Editora, 2000. 676 p.
- GRIFFIN, M. J. **A comparison of standardized methods for predicting the hazards of whole-body vibration and repeated shocks**. Journal of Sound and Vibration, Silsoe, p. 883-914. 1998.
- KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre-RS: Artmed Editora. 2005. 327 p.
- LINDÉN, J. **Test methods for ride comfort evaluation of truck seats**. 2003. 190 f. Tese (Doutor em Controle e Automação) - Kungl Tekniska Högskolan, Institutionen För Signaler, Sensorer & System Reglerteknik, Stockholm, 2003.
- MÁRQUEZ, L. **Solo tractor'90: Ergonomia y seguridad en los tractores**. Madri: Labore, 1990. 231 p.
- MEHTA, C. R.; TEWARI, V. K. **Seating discomfort for tractor operators: a critical review**. International Journal of Industrial Ergonomics, Silsoe, p. 661-674. 2000.
- PRASAD, N.; TEWARI, V. K.; YADAV, R. **Tractor ride vibration: a review**. Journal of Terramechanics, Silsoe, p. 205-219. 1995.
- ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança**. 2004. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- SALIBA, T. M.; CORRÊA, M. A. C.; AMARAL, L. S. **Higiene do trabalho: Programa de prevenção de riscos ambientais**. 3. ed. São Paulo: Ltr, 2002. 262 p.

SANDI, J.; TESTA, J. V. P.; MARTINS, M. B.; FIORESE, D. A.; LANÇAS, K. P. **Vibração ocorrente sobre o corpo inteiro do operador de trator agrícola em ensaio padronizado.** Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 54-60, abr./jun. 2018. ISSN 2358-6303.

SANTOS, P. F. **Avaliação dos níveis de ruído e vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados.** 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

SELL, I. **Projeto do trabalho humano: Melhorando as condições de trabalho.** Florianópolis: UFSC, 2002. 470 p.

TEWARI, V. K.; DEWANGAN, K. N. **Effect of vibration isolators in reduction of work stress during field operation of hand tractor.** Biosystems Engineering, v. 103, p. 146-158, 2009.

TIEMENSSEN, I. J.; HULSOFF, C.T.J.; FRINGS -DRESEN, M. H. W. **An overview of strategies to reduce wholebody vibration exposure on drivers: a systematic review.** International Journal of Industrial Ergonomics, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 245-256, 2007.

YADAV, R.; TEWARI, V. K. **Tractor operator seat workplace design: a review.** Journal of Terramechanics, Silsoe, p. 41-53. 1998.

ZEHSAZ, M.; SADEGHI, M. H.; ETTEFAGH, M. M.; SHAMS, F. **Tractor cabin's passive suspension parameters optimization via experimental and numerical methods.** Journal of Terramechanics, Amsterdã, v. 48, p. 439-450, 2011.