

VIBRAÇÃO EM MÃOS E BRAÇOS NA UTILIZAÇÃO DE TRATOR DE RABIÇA EQUIPADO COM ROTOENCANTEIRADOR

KARLA LÚCIA BATISTA ARAÚJO¹, LEONARDO DE ALMEIDA MONTEIRO²,
VIVIANE CASTRO DOS SANTOS³, DEIVIELISON XIMENES SIQUEIRA MACEDO⁴,
FRANCISCA EDCARLA DE ARAÚJO NICOLAU⁵

¹ Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. karla.batista@hotmail.com

² Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. aiveca@ufc.br

³ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. vihcs@live.com

⁴ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. derilsiqueira@hotmail.com

⁵ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará -UFC, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Pici, 60020-181, Fortaleza-CE, Brasil. edcarla@hotmail.com

RESUMO: O uso da tecnologia no campo veio para amenizar as intempéries às quais o trabalhador rural é submetido. A difusão dos microtratores na agricultura familiar ajuda a diminuir a carga física imposta a esses agricultores e o tempo de trabalho. Todavia o contato com essa tecnologia expõe o agricultor a novos problemas advindos da máquina sendo um deles a vibração. A redução da vibração, além de diminuir o estresse do operador, permite melhorar qualidade de vida e aumenta a eficiência no trabalho reduzindo a fadiga. Assim objetivou-se avaliar os níveis de vibração de um trator de rabiça acoplado com rotoencanteirador em diferentes rotações do motor e alocações de marchas no preparo do solo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, com 10 repetições sendo 3 rotações (600, 800 e 1000 rpm) e 3 marchas (3^a, 4^a e 5^a). Foram utilizados a estatística descritiva e o teste de Tukey a 5% para comparação das médias. Observou-se que as médias da terceira marcha nas rotações de 600 e 800 rpm foram as que mais se aproximaram da norma NHO 10 (2013), já que a mesma estabelece o valor de 2,5 m.s⁻² como limite de vibração para mãos e braços toleráveis para uma jornada de trabalho.

Palavras-chave: insalubridade, segurança na agricultura, bem-estar no trabalho.

HANDS AND ARMS VIBRATION IN THE USE OF HANDLEBAR TRACTOR EQUIPPED WITH ROTOENCANTEIRATOR

ABSTRACT: The use of the technology in the field comes to soften the intempéries to which the rural worker is submitted. A spread of microtractors in family farming helps to reduce the physical burden on farmers and working time. However the contact with this technology exposes the farmer to new problems coming from the machine being its vibration. Reducing vibration, in addition to reducing operator stress, can improve the quality of life and increase work efficiency by reducing fatigue. The aim of this study was to evaluate the vibration levels of a bulldozer coupled with rotoencanteirator at different engine speeds and to allocate gears without soil preparation. The experimental design was used in completely randomized blocks, in a 3 x 3 factorial scheme, with 10 repetitions being 3 rotations (600, 800 and 1000 rpm) and 3 marches (3rd, 4th and 5th). It was quite descriptive statistic and Tukey Test at 5% for average comparisons. It was observed that as average of the third gear at the 600 and 800 rpm rotations were as close to the NHO 10 (2013), since the same thing is the value of 2.5 m.s⁻² as vibration limits for the hands and arms tolerable for a day's work.

Keywords: insalubrity, safety in agriculture, well-being at work.

Recebido em 29/11/2017 e aprovado para publicação em 22/08/2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2020v35n3p352-359>

1 INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola é um fator essencial na modernização da agricultura. Atividades de preparo do solo, adubação, pulverização e colheita, que eram realizadas com trabalho manual e animal, hoje são desenvolvidas com o auxílio de máquinas. Isso ajuda a garantir melhores produtividades e permite o cultivo de maiores áreas, proporcionando ao homem do campo melhores condições de trabalho (CUNHA; DUARTE; RODRIGUES, 2009). Por conta disso houve um aumento das operações mecanizadas no campo e uma redução significativa no trabalho manual, em contrapartida, aumentou o consumo de insumos energéticos nas operações de campo (MONTANA, 2010).

A agricultura familiar, buscando o aumento de produtividade e redução do esforço físico do trabalhador, utiliza-se o trator de rabiça, já que o mesmo se apresenta como uma alternativa muito eficiente para se abranger uma maior área em menor tempo quando comparado com uso da tração animal. O trator de rabiça é considerado um veículo de menor porte e maior agilidade, tendo uma potência menor que 30 cv (BIANCHINI, 2002); com a grande qualidade de minimizar a escassez de mão de obra (RODRIGUES et al., 2006).

A Norma Regulamentadora - NR 12 (BRASIL, 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 (PINTO, 2008). 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 seguros, saudáveis, confortáveis e

promovendo maior eficiência no trabalho desenvolvido (SILVA et al., 2011). A redução da vibração, além de diminuir o estresse do operador, permite melhorar a qualidade de vida e aumentar a jornada de trabalho sem causar fadiga nos trabalhadores rurais (TEWARI; 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).

Cunha, Duarte e Rodrigues (2009) avaliando os níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo, verificaram os limites de exposição que proporcionam ao operador saúde e segurança, observaram que o limite de vibração, trabalhando oito horas diária na rotação de 1.850 rpm e 2.000 rpm, para arado é ultrapassado, e nas rotações de 1.700 rpm, 1.850 rpm e 2.000 rpm, para a grade no sentido ay. Nos demais sentido az e ax, o trabalho por oito horas é permitido com arado e grade.

Por conta disso, há necessidade do desenvolvimento de pesquisas que permitam avaliar e compreender o comportamento da vibração tridimensional nas máquinas e equipamentos agrícolas transmitidas ao corpo humano (TIEMESSEN; HULSOFF; FRINGS-DRESEN, 2007). Assim objetivou-se avaliar os níveis de vibração de um trator de rabiça acoplado com rotoencanteirador em diferentes rotações do motor e alocações de marchas no preparo do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, com classificação climática, segundo Köppen (1918) de Aw', definida como tropical chuvoso. De acordo com Macedo et al. (2016) o solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2006), com classe textural franco arenosa, sendo que o percentual de areia é de 82,90%, 10,60% de argila e 6,40% de silte (EMBRAPA, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, com 10 repetições sendo 3 rotações (600, 800 e 1000 rpm) e 3 marchas (3^a, 4^a e 5^a), totalizando 90 unidades experimentais. Cada unidade experimental possuía 15 m de comprimento e 2 m de largura.

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 Norma de Higiene Ocupacional-NHO (FUNDACENTRO, 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.

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.

3 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 médias da marcha M3 nas rotações 600 e 800 rpm foram as que mais se aproximaram da Norma de Higiene Ocupacional - NHO 10 (FUNDACENTRO, 2013), já que a mesma estabelece o valor de 2,5 m.s⁻² como limite 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.

Tabela 1. Estatística descritiva básica das marchas em relação às rotações.

Marcha	600			800			1000		
	M3	M4	M5	M3	M4	M5	M3	M4	M5
Observações	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Média (m/s ²)	2,58	3,25	3,78	2,56	3,99	4,01	3,24	3,55	3,53
Desvio Padrão (m/s ²)	0,59	0,41	1,07	0,70	1,23	1,33	0,49	0,37	0,81
Variância	0,35	0,17	1,14	0,49	1,51	1,76	0,24	0,14	0,66
Coefficiente de Variação (%)	22,8	12,7	28,2	27,51	30,8	33,1	15,2	10,46	22,92
Simetria	0,95	0,37	1,43	0,40	0,12	0,56	0,69	-0,67	1,21
Curtose	-1,20	-0,85	1,30	-1,74	-1,85	0,07	-0,38	0,67	-0,08

Nota-se que para a rotação de 1000 rpm os valores das médias entre as marchas sofreram alterações mínimas em relação às demais rotações. Através da qual se percebe que as médias das vibrações aumentam com o aumento das marchas para as rotações de 600 e 800 rpm.

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.

A Tabela 2 apresenta os dados coletados para as marchas M3, M4 e M5 com variação das rotações dentro de cada grupo. Verificou-se que apenas a marcha M3 na rotação de 600 rpm aproximou-se do

valor estabelecido pela NHO (FUNDACENTRO, 2013).

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 decrescem, 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. De acordo com Cunha, Duarte e Souza (2012) as oscilações no terreno devem gerar influência direta sobre a somatória das vibrações do trator aumentando assim os níveis de vibração resultante.

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

Rotação (RPM)	M3			M4			M5		
	600	800	1000	600	800	1000	600	800	1000
Observações	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Média (m/s ²)	2,579	2,557	3,241	3,248	3,986	3,554	3,779	4,014	3,533
Desvio Padrão (m/s ²)	0,590	0,703	0,491	0,412	1,230	0,372	1,067	1,327	0,810
Variância	0,348	0,495	0,241	0,170	1,512	0,138	1,139	1,760	0,656
Coefficiente de Variação (%)	22,88	27,51	15,16	12,69	30,85	10,46	28,24	33,05	22,92
Simetria	0,95	0,40	0,69	0,37	0,12	-0,67	1,43	0,56	1,21
Curtose	-1,20	-1,74	-0,38	-0,85	-1,85	0,67	1,30	0,07	-0,08

A Tabela 2 mostra ainda que há um aumento na vibração entre as rotações de 600 e 800 RPM para todas as marchas e

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 (FUNDACENTRO, 2013), para todas as rotações e marchas 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.

As Tabelas 3, 4 e 5 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 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 5. 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			

Observa-se na Tabela 6, 7 e 8 a análise de variância para as rotações 600, 800 e 1000 rpm nas marchas M3, M4 e M5, respectivamente. Verifica-se que apenas a marcha M3 nas rotações 600, 800 e 1000

(Tabela 6) apresentou diferença significativa a 5 % de significância, já as marchas M4 e M5 não apresentaram diferença (Tabela 7 e 8).

Tabela 6. Análise de variância das rotações para a marcha M3 Na rotação de 600, 800 e 1000 rpm.

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	2	3,022	1,51110	4,18	0,026
Erro	27	9,761	0,3615		
Total	29	12,783			

Tabela 7. Análise de variância das rotações para a marcha M4 nas rotações de 600, 800 e 1000 rpm.

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	2	2,750	1,3748	2,27	0,123
Erro	27	16,384	0,6068		
Total	29	19,134			

Tabela 8. Análise de variância das rotações para a marcha M5 rotação de 600, 800 e 1000 rpm.

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	2	1,157	0,5785	0,49	0,619
Erro	27	31,992	1,1849		
Total	29	33,149			

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 (FUNDACENTRO, 2013).

Tabela 9. Teste de Tukey para as marchas M3, M4 e M5 para as rotações de 600, 800 e 1000 rpm.

	600	800	1000
M3	2,579 ^a	2,557 ^a	3,241 ^a
M4	3,248 ^{ab}	3,986 ^b	3,554 ^a
M5	3,779 ^b	4,014 ^b	3,533 ^a

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

A Tabela 10 apresenta o teste de médias referente às rotações de 600, 800 e 1000 rpm para as marchas de M3, M4 e M5, respectivamente. Verifica-se que ocorreu diferença estatística para a marcha M3 e M4 nas rotações de 600 e 800 rpm,

mas apenas as rotações de 600 e 800 rpm nas marchas M3 apresentaram-se dentro dos valores estabelecidos pela NHO-10 (FUNDACENTRO, 2013).

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

ROTAÇÃO\MARCHA	M3	M4	M5
600	2,579 ^{ab}	3,248 ^a	3,779 ^a
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 (FUNDACENTRO, 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 Blüthner et al. (2006) a vibração, pode acarretar sérios danos ao operador.

4 CONCLUSÕES

O trator de rabiça equipado com rotoencanteirador apresentou níveis de vibração mais adequados para a marcha M3 nas rotações de 600 e 800 rpm, além de promover maior eficiência na preparação dos canteiros.

5 REFERÊNCIAS

BIANCHINI, A. **Máquinas Agrícolas**. Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Departamento de Solos e Engenharia Rural. Cuiabá, 2002.

BLÜTHNER, R.; HINZ, B.; MENZEL, G.; SCHUST, M.; SEIDEL, H. 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.

BRASIL. NORMA REGULAMENTADORA Nº 12 - **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Portaria MTE n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D350AC6F801357BCD39D2456A/NR-12%20%28atualizada%202011%29%20II.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2014.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; SOUZA, C. M. A. de. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. **IDESIA**, Tarapacá, Chile, v. 30, n. 1, p. 25-34, 2012.

CUNHA, J. P. A. R.; DUARTE, M. A. V.; RODRIGUES, J. C. Avaliação dos níveis de Vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 348-355, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FUNDACENTRO. **Norma de higiene ocupacional (NHO-10): avaliação da exposição ocupacional a vibrações de mãos e braços: procedimento técnico**. São Paulo: Fundacentro, 2013.

MACEDO, D. X. S.; NICOLAU, F. E. A.; NASCIMENTO, H. C. F.; COSTA, E.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R. Operational performance of a tractor-seeder according to the velocity and working depth. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 3, p. 280-285, 2016.

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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

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

PINTO, O. R. O. **Manejo do sorgo granífero submetido a diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação**. 2008. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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. **Acta Scientiarum. Technology**. Maringá, v. 28, n. 1, p. 55-63, 2006.

SILVA, C. B.; VOLPATO, C. E. S.; ANDRADE, L. A. de B; BARBOSA, J. A. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p.179-185, 2011.

SOEIRO, N. S. Vibrações e o Corpo Humano: uma avaliação ocupacional. *In*: WORKSHOP DE VIBRAÇÃO E ACÚSTICA DA REGIÃO NORTE, 1., 2011, Tucuruí. **Anais [...]**. Tucuruí, Palestra. Tucuruí: Universidade Federal do Pará, 2011. p. 1-10.

TEWARI, V. K.; DEWANGAN, K. N. Effect of vibration isolators in reduction of work stress during field operation of hand tractor. **Biosystems Engineering**, London, v. 103, n. 2, p. 146-158, 2009

TIEMESSEN, I. J.; HULSOF, 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.