

**ANÁLISE DA VIBRAÇÃO HUMANA: A EVOLUÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO DA
INSALUBRIDADE PARA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO NA LEGISLAÇÃO
BRASILEIRA**

Gesiany Bispo dos Santos*

RESUMO

O agente físico vibração reage ao corpo humano, é considerado insalubre, sendo tratado no anexo 8 da NR-15. A primeira redação do anexo é de 1983 e torna como limite de tolerância os padrões expostos na ISO 2631-1, onde o limite de exposição para vibração de corpo inteiro é uma curva de ponderação. A Região B para os efeitos de vibração à saúde da ISO 2631-1, podia ter dúvida interpretação, dando à norma fragilidade jurídica. Em 2014 foram definidos na legislação brasileira novos critérios suprimindo as lacunas da redação anterior.

PALAVRAS-CHAVE: Vibração Ocupacional, Insalubridade, Vibração de Corpo Inteiro.

ABSTRACT

The vibrating physical agent reacts to the human body, is considered unhealthy, being treated in Annex 8 of NR-15. The first wording of the Annex is from 1983 and makes the tolerance limit the standards set forth in ISO2631-1, where the exposure limit for whole body vibration is a weighting curve. Region B for the health vibration effects of ISO2631-1, could have dubious interpretation, giving the norm legal fragility. In 2014 new criteria were defined in the Brazilian legislation, filling the gaps in the previous version.

KEYWORDS: Occupational Vibration. Unhealthy. Whole Body Vibration.

* Estudante de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da PUC-Minas.

1 – INTRODUÇÃO

A vibração é um dos diversos agentes físicos a que podem estar expostos os trabalhadores (SALIBA,2014), sendo que a NR-09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - a considera um risco que deve ser antecipado e reconhecido, sob a responsabilidade do empregador. A vibração, segundo Iida (1990), é qualquer movimento que o corpo executa em torno de um ponto fixo, podendo ser um movimento regular, do tipo senoidal, ou irregular, quando não segue nenhum padrão determinado.

Vendrame (2017) fala que, ao contrário de outros agentes, onde o trabalhador é sujeito passivo, no caso das vibrações, deve haver, caracteristicamente, o contato entre o trabalhador e o equipamento ou máquina que transmita a vibração.

Segundo Pinto (2014), quando a vibração incide sobre os membros superiores, é denominada vibração de mãos e braços (VMB) e se incidir no trabalhador quando este se encontra na posição sentada, deitada ou em pé, é chamada de vibração de corpo inteiro (VCI). A vibração de mãos e braços é produzida por ferramentas manuais e a de corpo inteiro é gerada por veículos ou equipamentos como ônibus, tratores, caminhões, plataformas, navios, aviões, helicópteros, máquinas agrícolas, entre outras, tornando um risco inerente às atividades realizadas por motoristas e operadores.

O corpo humano reage à exposição à vibração de diferentes formas. Iida (1990), diz que os efeitos para a saúde causados pelas vibrações são particularmente danosos ao organismo nas frequências mais baixas, de 1 a 80Hz, pois elas provocam lesões nos ossos, juntas e tendões. As frequências intermediárias, de 30 a 200Hz, provocam doenças cardiovasculares, mesmo com baixas amplitudes e, nas frequências altas, acima de 300Hz, o sintoma é de dores agudas e distúrbios neurovasculares.

O anexo 8 da NR-15, Atividades e Operações Insalubres, redação da Portaria nº 12/83, citava como limite de exposição para caracterização da insalubridade para a VCI os padrões expostos pela ISO 2631, Vibração mecânica e choque - Avaliação da exposição humana à vibração do corpo inteiro - Parte 1: Requisitos gerais, que em sua versão de 1997, não possuía um limite de exposição, sim uma curva de ponderação.

De acordo com Cunha (2017), houve uma certa “inércia” para que os fabricantes de equipamentos colocassem no mercado instrumentos que atendessem à curva de ponderação modificada, deixando impotentes a Fundacentro - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho -, as empresas prestadoras de serviço e os peritos na caracterização da existência do risco. Devido à dificuldade de enquadramento legal, a avaliação da vibração, de forma quantitativa, entre 1997 e a publicação da nova redação do anexo 8 da NR 15, em 2014, foi claramente negligenciada.

A ausência de uma definição provocou uma fragilidade jurídica, dando prejuízos financeiros a empregadores, empregados e à Previdência Social. No processo 0104612-57.2013.4.02.5006, observa-se a conversão da aposentadoria por tempo de contribuição a aposentadoria especial, no intervalo de tempo de serviço de 16/12/2008 a 31/08/2009. Em seu parecer o desembargador federal Messod Azulay Neto, diz que o período deve ser reconhecido como especial “isto porque, não existindo, nesta época, limite de tolerância nas normas então vigentes, basta apenas a comprovação da exposição ao agente vibração de corpo inteiro, o que foi atestado pelo PPP - Perfil Profissiográfico Previdenciário, sendo desnecessária a avaliação quantitativa”.

Esse cenário começou a mudar, em 2013, com a edição da NHO 09 (Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro) da Fundacentro; com a publicação da Portaria 1.297 (DOU 14/08/2014) que aprovou o Anexo 1 (Vibração) a ser aplicado na NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e com a alteração do Anexo 8 (Vibração) da Norma Regulamentadora n.º 15 - Atividades e Operações Insalubres, nas quais foram estabelecidas as metodologias e definidos os limites de exposição.

2 – REVISÃO DE LITERATURA: A EVOLUÇÃO DOS LIMITES DE TOLERÂNCIA NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

2.1 - Limite de tolerância proposto pela ISO 2631:97

A ISO 2631-1:1997, não apresenta limites de exposição à vibração, limitando-se a definir um método para a avaliação de exposição à VBI e indicar, através de um guia de exposição à saúde, os principais fatores relacionados para se determinar o nível de exposição que seja aceitável. (MORAES et al., 2006).

José Luiz Lopes em seu artigo apresentado para a ABHO - Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, em março de 2012, elucida a metodologia de análise dos resultados proposta pela ISO 2631-1:1997:

A avaliação do efeito a saúde para a vibração deveria ser feita independentemente para cada eixo. A análise da vibração deve ser feita considerando-se a maior componente de aceleração ponderada em frequência medida nos diversos eixos do acento. Quando a vibração em dois ou mais eixos for comparável, o vetor resultante será algumas vezes utilizado para estimar o risco à saúde. Fonte: Lopes (2012)

Para obter-se o vetor da aceleração resultante (a_v) deve-se ter o valor da aceleração ponderada da vibração nas coordenadas (a_{wx} , a_{wy} , a_{wz}) sendo o fator de ponderação (k) 1,4 para os eixos x e y, e 1,0 para o eixo z.

$$a_v = \sqrt{k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2} \quad (1)$$

A ISO 2631-1:1997 propõe uma análise gráfica para os efeitos à saúde sendo a exposição de 4 a 8 horas dividida em três regiões sendo que a região A não indica danos à saúde, a região B indica prováveis danos à saúde e a região C indica potencial risco à saúde. (Ver Figura 1)

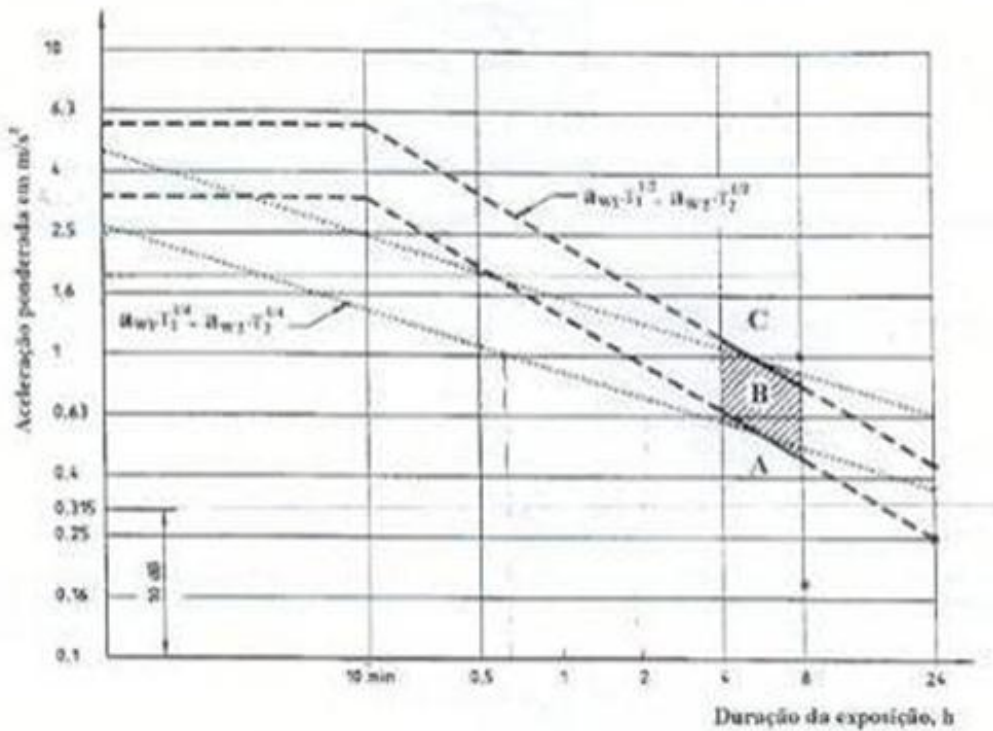


Figura 1 – Guia para os efeitos de vibração à saúde
Fonte: Anexo B da ISO 2631-1:1997

A análise proposta pela ISO não define o limite de tolerância para o risco vibração, podendo haver diferentes interpretações para o guia de efeitos à saúde, pois a exposição caracterizada na região B pode interpretação pode ter dúvida.

Uma das interpretações é que a partir da exposição caracterizada na região B a insalubridade estaria constatada, uma vez que de acordo com a NR-15 item 15.1.5 entende-se por "Limite de Tolerância": a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

Saliba (2012) diz que a controvérsia refere-se a erros de tradução da ISO, uma vez que na sua interpretação a região B tratava-se apenas do nível de ação, pois o potencial risco à saúde estava claro somente na região C.

Em síntese, a região “C” é que caracterizaria a atividade insalubre (Saliba, 2012)

2.2 – Limite de Tolerância ACGIH, Diretiva Europeia e NHO 09

Além da ISO outras organizações também propuseram limite de tolerância para o agente vibração. De acordo com Vendrame (2017) a ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists - usou como base a norma ISO 2631 de 1985, pois chegou à conclusão de que os limites da ISO 2631 de 1997 não eram suficientemente seguros, optando por adotar os limites de proficiência reduzida por fadiga, que equivale à metade do limite de exposição.

Em 2002, internacionalmente há um significativo avanço na análise do limite de tolerância com a publicação da Diretiva 2002/44/EC que, conforme o Quadro 1 estipula os níveis de ação e limites de exposição para vibrações de corpo inteiro.

Quadro 1 – Limites de Tolerância Diretiva Europeia 2002/44/EC

	Nível de ação	Limite de exposição
Mãos e braços	2,5 m/s ² A(8)	5,0 m/s ² A(8)
Corpo inteiro	0,5 m/s ² A(8) ou 9,1 VDV	1,15 m/s ² A(8) ou 21 VDV

Fonte: Vendrame (2017)

Esse desenvolvimento é considerado nacionalmente em 2013 na publicação da NHO 09, quando foi estabelecido (Quadro 2) o critério de julgamento e tomada de decisão, com valores idênticos à Diretiva, expondo considerações técnicas em função da aceleração resultante encontrada na condição de exposição avaliada. Porém, esse avanço não pode ser considerado para fins legais, porque a NR-15 anexo 8, critério legal para caracterização da insalubridade, não considerava esses parâmetros.

Quadro 2 – Critério de julgamento e tomada de decisão

<i>aren</i> (m/s^2)	<i>VDVR</i> ($m/s^{1,75}$)	<i>Consideração</i> <i>técnica</i>	<i>Atuação</i> <i>recomendada</i>
0 a 0,5	0 a 9,1	aceitável	No mínimo manutenção da condição existente.
> 0,5 a < 0,9	> 9,1 a < 16,4	acima do nível de ação	No mínimo adoção de medidas preventivas.
0,9 a 1,1	16,4 a 21	região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas visando à redução da exposição diária.
acima de 1,1	acima de 21	acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas.

Fonte: Norma de higiene ocupacional: NHO 09: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro (2013)

2.3 – Portaria nº1.297, de 13 de Agosto de 2014 (DOU de 14/08/2014)

Em 2014 evoluiu-se na análise da insalubridade para vibração, porque foram definidos pela legislação brasileira novos critérios. Esta alteração veio suprir as lacunas da redação anterior do Anexo 8 da NR-15 do MTE, determinando a intensidade da aceleração que pode ser considerada como prejudicial à saúde do trabalhador.

A nova redação dada pela Portaria MTE n.º 1.297 (DOU de 14/08/2014) caracteriza a condição insalubre caso sejam superados quaisquer dos limites de exposição ocupacional diária a VCI sendo o valor da aceleração resultante de exposição normalizada (*aren*) de 1,1 m/s^2 e o valor da dose de vibração resultante (VDVR) de 21,0 $m/s^{1,75}$. Para caracterização da condição insalubre o empregador deve comprovar a avaliação dos dois parâmetros descritos,

conforme estabelecido em seu item 4.3.3.1. As situações de exposição superiores aos limites de exposição ocupacional são caracterizadas como insalubres em grau médio, devendo a avaliação quantitativa ser representativa da exposição, abrangendo aspectos organizacionais e ambientais que envolvam o trabalhador no exercício de suas funções.

O respaldo técnico foi garantido dando legalidade aos procedimentos técnicos estabelecidos nas Normas de Higiene Ocupacional da Fundacentro, sendo para a VCI a NHO 09. E o trabalho técnico também foi orientado solicitando que o laudo técnico contemple:

- a) Objetivo e datas em que foram desenvolvidos os procedimentos;
- b) Descrição e resultado da avaliação preliminar da exposição, realizada de acordo com o item 3 do Anexo 1 da NR-9 do MTE;
- c) Metodologia e critérios empregados, inclusas a caracterização da exposição e representatividade da amostragem;
- d) Instrumentais utilizados, bem como o registro dos certificados de calibração;
- e) Dados obtidos e respectiva interpretação;
- f) Circunstâncias específicas que envolveram a avaliação;
- g) Descrição das medidas preventivas e corretivas eventualmente existentes e indicação das necessárias, bem como a comprovação de sua eficácia;
- h) Conclusão.

A nova redação dada pela Portaria MTE n.º 1.297 (DOU de 14/08/2014) definiu limites claros para a exposição à vibração, elucidando os pareceres e reduzindo a interferência da interpretação por parte dos peritos e juristas, facilitando a aplicação da insalubridade, orientando as medidas de controle para padrões tangíveis.

3 – Análise da vibração considerando as duas redações do Anexo 8 da NR15

Em 18 de abril de 2017, foi realizada uma medição de vibração com o objetivo de analisar os resultados obtidos, tanto pela ótica proposta pela ISO 2631-1, quanto pela redação da Portaria 1297/14 de 14/08/2014. A avaliação foi realizada com um motorista de transporte

coletivo, em um ônibus de linha, em um percurso percorrido em uma via pública urbana, na cidade de Belo Horizonte, em bom estado de conservação. O ônibus utilizado possuía motor dianteiro e realizava durante a amostragem transporte de passageiros, o que acarreta oscilações de peso, algo comum à exposição da função avaliada. O equipamento utilizado para monitoramento era da marca 01 dB, o modelo era o VIB008, número de serie 20397, calibrado em uma instituição credenciada pelo INMETRO com o certificado de calibração sob o número RBC5-8337-684, previamente configurado para medição de corpo inteiro, e o software para pós-processamento era o dB Maestro. O acelerômetro foi devidamente posicionado (Figura 2) de forma que a vibração fosse monitorada corretamente em cada eixo basicêntrico.



Figura 2– Eixos basicêntricos do corpo humano para a posição sentado
Fonte: Vendrame (2017)

Os dados da medição realizada para este estudo estão no Quadro 3, relacionado abaixo, em que a medição ocorreu sem nenhuma alteração, não sendo necessária repetição, para o fim de análise deste artigo, não sendo necessárias mais coletas.

Quadro 3 – Dados da medição

Dados da Medição	
Data da medição:	18/04/2017
Tempo de medição:	00:25
Horário Inicial:	14:05
Tempo de exposição	8 horas
Velocidade Média	40 km
Função monitorada:	Motorista
Atividade monitorada	Condução de veículos
Veículo:	Ônibus Caio Apache / Motor Dianteiro / Fabricação 2011

Fonte: Elaborado pela autora

Durante a amostragem, o ônibus realizou diversas paradas com duração inferior a um minuto com o motor ligado para a entrada e saída de passageiros.

A medição realizada foi projetada em software (Figura 3) para uma exposição de 08 horas, sendo obtidos os seguintes resultados em cada eixo: $X=0,37 \text{ m/s}^2$, $Y=0,43 \text{ m/s}^2$, e $Z=0,46 \text{ m/s}^2$ alcançada uma aceleração resultante de $0,72 \text{ m/s}^2$ e a dose de $10,17 \text{ m/s}^2$ 1,75 VDV resultante.

File	18_04_17 medição 02.cmg					
Location						
Start	18/04/17 14:05:20					
End	18/04/17 14:30:40					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Operator						
Measurement location						
Type	aw (weighted WB)					
Machine						
Axis	X	Y	Z	Level Overall Whole body (av)	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0,26	0,31	0,46			
Corrected (m/s ²)	0,37	0,43	0,46	0,72	0,46	8h
Warning level (m/s ²)					0,50	9h35m 6s
Maximum level (m/s ²)					1,15	50h42m 17s
Exposure level A(8) is below warning level						
Type	Peak factor					
Machine						
Axis	X	Y	Z	Max.		
Peak factor	5,58	5,83	12,28	12,28		
Peak factor is greater than 9						
According to Standard 2631-1, VDV assessment is recommended						
Type	VDV					
Machine						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVeq	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s 1.75)	4,74	4,26	10,17			
Corrected (m/s 1.75)	6,63	5,96	10,17	10,17	25m20s	
Warning level (m/s 1.75)				9,10		
Maximum level (m/s 1.75)				21,00		
VDV level is above warning level						

Figura 3 – Dados da medição
Fonte: Software 01 dB Maestro

A interpretação do resultado obtido à luz do guia para os efeitos de vibração à saúde da ISO 2631-1:1997 indica que a exposição deve ser caracterizada na região B, onde os riscos

à saúde são prováveis. A aceleração resultante de $0,72 \text{ m/s}^2$ encontrada nesta amostragem, até 13/08/2014, pode ser caracterizada como insalubre, ou não, dependendo da análise do investigador. A interpretação, considerando o limite de tolerância de $1,1 \text{ m/s}^2$ e o valor da dose de vibração resultante (VDVR) de $21,0 \text{ m/s}^2$ 1,75 exposto pela Portaria 1297/14 de 14/08/2014, indica que não deve ser caracterizada a insalubridade.

4 – CONCLUSÃO

Houve um período significativo em que a falta de definição do limite de tolerância por parte do Ministério do Trabalho deixou o agente vibração sucumbido à interpretação dos empregadores, agentes previdenciários e peritos judiciais.

A alteração da redação do Anexo 8 da NR15 foi importante para a avaliação da insalubridade para o agente vibração, tornando mais claro o parecer técnico em processos judiciais trabalhistas, em requisição de aposentadoria, além de tornar mais objetivo e exequível o trabalho dos peritos e higienistas nos ambientes fabris.

Porém, devido à inércia do Ministério do Trabalho, temos um período onde a caracterização ainda ficou a cargo do avaliador, já que, segundo a lei, a norma não pode retroagir para alcançar situações ocorridas anteriormente à sua entrada em vigor, ou seja, anterior a 14/08/2014, data da Portaria 1297/14. Assim sendo, este período anterior à entrada em vigor da nova norma ainda influencia o resultado de muitos processos que estão correndo na Justiça e na Previdência Social até os dias atuais.

REFERÊNCIAS

CUNHA, Irlon de Ângelo da. **Vibração de Corpo Inteiro (VCI) Aspectos legais e técnicos e a proposta de norma da Fundacentro: NHO 09 - Norma de Higiene Ocupacional Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibrações de Corpo Inteiro**. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/arquivos/office/3_120423-150409-994.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO. **NHO 09: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro: procedimento técnico**. 1 ed. São Paulo: Fundacentro, 2013. 63 p.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1990.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2631-1: Mechanical Vibration and Shock – Evaluation of Human Exposure of Whole Body Vibration: General requirements**. Genebra: ABNT, 1997. 31 p

LOPES, José Luiz. “Análise de vibração ocupacional de corpo inteiro em máquinas colhedoras de cana de açúcar”. **Revista ABHO**, São Paulo, p.6-16, mar. 2012. Disponível em: <http://www.abho.org.br/wp-content/uploads/2014/02/artigo_analisedevibraoocupacional.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

MORAES, André Luiz et al. **Avaliação Ergonômica das Vibrações na Atividade do Operador de Empilhadeiras em uma Indústria Fumageira**. XIII Simpep, Bauru, v. 1, n. 1, p.1-10, 06 nov. 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/314.pdf>. Acesso em: 28 out. 2017.

NR-15-Anexo 8, 1983, “**Atividades e Operações Insalubres/Vibrações**”, Portaria SMT n.º 12, de 06 de Junho de 1983.

NR-15-Anexo 8, 1983, “**Atividades e Operações Insalubres/Vibrações**”, Portaria MTE n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014.

PINTO, Tiago Franklin de Moura. **Trabalho de Pesquisa Vibração Ocupacional em Embarcações**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2014. 31 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/259827332/Trabalho-de-Vibracoes-Vibracao-Ocupacional>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

REGIÃO, Tribunal Regional Federal da 2ª. **Previdenciário: TRF2 reconhece exposição à vibração como causa de contagem de tempo especial.** 2017. Disponível em: <<http://www10.trf2.jus.br/portal/previdenciario-trf2-reconhece-exposicao-vibracao-como-causa-de-contagem-de-tempo-especial/>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

SALIBA, Tuffi Messias. **Leis controversas dificultam caracterizar vibração insalubre.** 2012. Disponível em: <http://www.protecao.com.br/noticias/leia_na_edicao_do_mes/leis_controversas_dificultam_caracterizar_vibracao_insalubre/A5yJJ9jy>. Acesso em: 1 nov. 2017.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle de vibração.** 3. ed. São Paulo: Ltr, 2014. 112 p.

VENDRAME, A. C. **Vibrações Ocupacionais.** Disponível em <http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibracoes_vendrume.pdf> Acesso em: 28 out. 2017