

EFEITO DAS VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA AUDIÇÃO

Effect of whole body vibrations on hearing

Renata Izumi ⁽¹⁾, Edson Ibrahim Mitre ⁽²⁾, Maria Lúcia M. Duarte ⁽³⁾

RESUMO

Objetivo: pesquisar o que existe na literatura sobre o efeito das Vibrações de Corpo Inteiro (VCI) na audição dos trabalhadores expostos a esse risco, presente em muitos ambientes ocupacionais. **Métodos:** pesquisa bibliográfica em *sites* de busca de artigos e periódicos como Pubmed, Periódicos Capes e Lilacs, além de consultas em bibliotecas. **Resultados:** estudos analisados apresentaram, de forma geral, grande concordância no que diz respeito ao efeito das VCI na audição. Pode-se afirmar que a VCI atua de forma sinérgica com o ruído, ou seja, potencializa os danos auditivos causados pelo ruído. **Conclusões:** a pesquisa envolvendo perdas auditivas ocupacionais é muito rica e deve ser mais aprofundada. A associação de riscos ocupacionais é muito comum e diversa. Combinações de ruído com produtos químicos, vibrações ou calor se apresentaram danosas à audição segundo a literatura. Uma vez que na maioria dos postos de trabalho reais existe associação entre ruído e VCI (o objetivo deste trabalho), isto se torna um fato preocupante a ser pesquisado em maiores detalhes.

DESCRITORES: Audição; Vibração; Serviços Preventivos de Saúde; Ruído; Efeitos a Longo Prazo

INTRODUÇÃO

Atualmente muitos estudos têm surgido com o intuito de atestar a existência de outros fatores presentes no ambiente de trabalho, além do ruído, que contribuem para o aparecimento e/ou agravamento das perdas de audição. Alguns produtos químicos, como determinados tipos de solventes orgânicos, podem atuar de forma sinérgica com o ruído e, mesmo sem a presença de ruído no ambiente podem causar perdas auditivas ^{1,2}.

Todas as pessoas estão expostas a vibrações durante sua rotina diária. O movimento dos meios de transporte e o movimento dos edifícios são algumas delas. As vibrações podem ser classificadas de acordo com o meio de transmissão para o corpo e são chamadas de Vibrações de Corpo Inteiro (VCI), quando

a pessoa exposta está suportada pela superfície vibratória, sentada, em pé ou deitada. A vibração também pode ser transmitida pelas mãos, chamada de Vibração por meio de Mãos e Braços (VMB), presente em situações onde o indivíduo manipula algum tipo de equipamento vibratório ³. No ambiente de trabalho é possível encontrar os dois tipos de transmissões da vibração, associadas ou não ao ruído.

Apesar de ambas as formas de transmissão serem importantes, nesta revisão bibliográfica, optou-se por pesquisar apenas as VCI.

A vibração é um movimento oscilatório que pode acontecer em qualquer corpo dotado de massa e elasticidade, ou seja, tanto máquinas e equipamentos, quanto pessoas podem sofrer vibrações.

Magnitude e frequência são aspectos definidores dos diferentes tipos de vibrações. A magnitude (ou amplitude) de um movimento oscilatório é o mesmo que o deslocamento, velocidade ou aceleração provocados por ele. Já a frequência, representa o número de vezes que a oscilação se repete em um espaço de tempo ⁴.

Existe um sistema de coordenadas ortogonais que foi definido para medição das vibrações incidentes no corpo humano, este sistema é centralizado em relação ao tronco. A Figura 1 mostra desenho esquemático para três posições do corpo em VCI: sentado, em pé e deitado ⁵.

Outro aspecto relevante a se considerar em termos da exposição humana a vibrações é a duração

⁽¹⁾ Fonoaudióloga, Teksid Alumínio do Brasil e Fiat Powertrain; Especialização em Audiologia Clínica e Mestranda em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais.

⁽²⁾ Médico Otorrinolaringologista, Voluntário do Departamento de Otorrinolaringologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo; Doutor em Medicina pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

⁽³⁾ Engenheira Civil, Professora do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais; Ph.D. em Dinâmica pelo Imperial College of Science Technology and Medicine.

ou tempo de exposição, que dependendo dos demais fatores (magnitude, frequência e direção) podem afetar o homem diferentemente.

No ambiente, em geral, é possível encontrar VCI em meios de transporte (estrada, fora de estrada, ferrovia, mar e ar), em equipamentos industriais e em prédios, podendo afetar os seguintes aspectos: conforto, performance nas atividades e a saúde ⁶.

As VCI estão entre os riscos ocupacionais mais incidentes nas indústrias da Inglaterra, principalmente em operadores de tratores, máquinas escavadeiras, ônibus e helicópteros ^{4,7}.

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR – 15 do Ministério do Trabalho dispõe sobre atividades e operações insalubres, caracterizando as vibrações como um risco físico ocupacional à saúde dos trabalhadores. O anexo 8 desta norma fornece indicações para caracterização do risco, que deve ser feita por meio da medição dos níveis em respeito às normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349 ⁸.

A sensibilidade do corpo humano às vibrações depende de diversos fatores como postura e tensão muscular, além de características das vibrações citadas acima.

Cada estrutura do corpo humano é composta por tecidos, órgãos e ligamentos diferentes que respondem diferentemente aos estímulos vibratórios. É preciso considerar que a resposta humana aos estímulos pode ser mecânica, sensitivo-motora, fisiológica e/ou psicológica, dependendo das características biomecânicas do corpo e do estímulo vibratório ⁴.

De acordo com a frequência da vibração é possível relacionar a estrutura do corpo que sofrerá maior estímulo. Na Tabela 1, as faixas de frequências foram divididas em intervalos e relacionadas às respostas do corpo humano.

Em Audiologia Ocupacional é muito importante conhecer todos os riscos presentes no ambiente dos trabalhadores, principalmente aqueles riscos que podem contribuir para um problema auditivo. Desta forma, é possível atuar na prevenção de forma mais eficaz.

A forma como o ruído afeta a audição foi tema de muitas pesquisas que fundamentaram leis trabalhistas, como as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho, a saber, a NR-7 (em especial a Portaria nº 19 de 1998) e a NR-9 ^{9,10}.

Em relação às VCI, a legislação é pouco objetiva e os riscos de problemas de saúde muito pouco conhecidos. Muito tem se especulado sobre o efeito das vibrações mecânicas na audição dos trabalhadores, motivo pelo qual o estudo foi desenvolvido.

Assim, o objetivo deste estudo foi pesquisar o que existe publicado sobre o efeito das Vibrações de Corpo Inteiro (VCI) na audição dos trabalhadores expostos a esse risco.

■ MÉTODOS

Realizou-se pesquisa bibliográfica, sendo utilizados para tanto as bases de dados Medline, Lilacs, Periódicos Capes, respectivamente nos seguintes endereços eletrônicos: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>, <http://www.bireme.br>, <http://www.periodicos.capes.gov.br>.

Nas bibliotecas foram pesquisados livros, revistas, anais de congressos, teses e dissertações sobre o tema.

Os descritores/keywords utilizados foram: perda auditiva ocupacional, vibração e perda auditiva, vibração de corpo inteiro, efeito combinado, ruído e perda auditiva. O intervalo de tempo da pesquisa foi de dezembro de 2004 a dezembro de 2005.

A avaliação realizada nos artigos encontrados sobre o tema proposto será descrita com uma subdivisão de assuntos. Serão primeiramente abordados assuntos sobre os efeitos de VCI na saúde em geral. Em seguida, informações relacionadas aos efeitos das Vibrações de Corpo Inteiro na audição.

■ RESULTADOS

Os resultados foram apresentados em dois tópicos, iniciando com os dados encontrados na literatura sobre os efeitos da VCI na saúde em geral e sobre os efeitos da VCI na audição humana.

- Efeitos da VCI na saúde em geral

Informações precisas sobre a análise das VCI permitem conhecer o ambiente ocupacional dos trabalhadores e a resposta humana a este ambiente ⁶.

Pode-se citar diversos problemas de saúde associados à exposição a vibrações mecânicas, como problemas ortopédicos, cardiovasculares, respiratórios, problemas nas articulações, circulação sanguínea, entre outros. De modo geral as VCI podem afetar:

- a resposta subjetiva: causando desconforto; dor;
- perturbação da atividade: visão; controle dos movimentos das mãos; controle dos movimentos dos pés;
- efeitos patológicos: problemas da coluna;
- mal do transporte: náusea; vômito; redução do desempenho ⁶.

Os efeitos patológicos mais conhecidos e pesquisados relacionados à exposição à VCI são problemas de coluna, em especial a dor lombar ^{6,11-15}.

As queixas estão relacionadas a problemas de coluna como dor, deslocamento de discos intervertebrais, degeneração da coluna vertebral e osteoartrite ⁶.

As VCI transientes na direção vertical, testadas em diversas frequências e intensidades podem causar desconforto, variando de acordo com a magnitude do estímulo ¹⁶.

A exposição medida em máquinas de corte de madeira (*framesaw*) quando em valores superiores ao permitido pela norma ISO 2631-1 registra aumento nas queixas de sérios problemas na coluna, recomendando uma exposição máxima diária de quatro horas para esses equipamentos¹⁴.

Uma pesquisa apontou que os motoristas sofrem de fadiga e ainda considerou como queixas relacionadas à exposição: desordens nas juntas, músculos; desordens da circulação sanguínea; alterações cardiovasculares, respiratórias, endócrinas e metabólicas; problemas no sistema digestivo; dano reprodutivo em mulheres; prejuízo na visão e/ou equilíbrio; interferência com atividades; desconforto; dor lombar por degeneração precoce do sistema lombar além de fadiga muscular e rigidez¹⁵. Irritabilidade, problemas de visão, deformações lombares e problemas digestivos também foram descritos em outro estudo¹⁷.

A literatura refere que é necessário que o indivíduo esteja exposto à VCI durante vários anos para que ocorram mudanças em seu estado de saúde e ainda considerar o caráter subjetivo dos indivíduos quando se trata de desconforto³.

A grande maioria das publicações que buscam associar a exposição à VCI e a dor lombar apresentam resultados questionáveis em vários aspectos, levando à conclusões dúbias se de fato existe uma relação direta exposição-dor, ou apenas uma combinação de fatores, como posturas viciosas^{18,19}. Apesar disso, muitos achados levam a acreditar em claras evidências do aumento do risco de dor lombar em indivíduos expostos a vibrações, devido à fadiga muscular causada pela sobrecarga mecânica imposta à coluna vertebral²⁰.

- Efeitos das VCI na audição

Quando o assunto é prevenção de perdas auditivas ocupacionais é preciso levar em consideração os riscos presentes no ambiente de trabalho que podem causar problemas auditivos. O risco físico ruído é referido na literatura como o principal agente e conhecidamente nocivo à audição²¹⁻²⁴.

A combinação ruído e vibrações é provavelmente a associação de fatores físicos mais comum nos ambientes de trabalho. Os efeitos dessa associação podem ser físicos e/ou psicológicos, dependendo do tipo e tempo de exposição²⁵⁻²⁷.

A grande maioria de postos de trabalho com o risco ruído associado à VCI apresenta exposições a valores acima do recomendado e permitido por normas internacionais como a ISO 2631 e a Directive 2002/44/EC^{14,17,28-30}.

A performance cognitiva (em tarefas do tipo memória de curto prazo e tempo de reação) pode não estar afetada em situações diversas de ruído e vibrações, mas causam irritação e estresse³¹, além da

possibilidade de ocorrência de alterações no ritmo cardíaco^{32,33}.

A audição de porquinhos-da-índia expostos a VCI por períodos de 1 a 6 meses (equipamento não ruidoso) foi avaliada por um teste de microfonia celular. Após sacrificados, suas cócleas e nervos auditivos foram observados em microscópio eletrônico. Todos os grupos analisados apresentaram alterações. As lesões cocleares foram visivelmente mais evidentes na porção coclear superior (células ciliadas internas e externas), se espalhando gradualmente em direção à base. As bainhas de mielina dos nervos auditivos também se apresentaram danificadas, sendo que todos os danos observados foram diretamente proporcionais ao tempo de exposição. Os resultados dessa pesquisa fundamentam o mecanismo fisiológico da perda auditiva causada por vibrações; os danos na orelha interna podem causar piora na audição, principalmente em frequências médias e baixas³⁴.

Um outro estudo comparou resultados de Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção e realizou análise coclear por microscópio eletrônico de porquinhos-da-índia, em três situações de exposição: ruído (100 dB White noise), VCI (6-8 Hz) e VCI associado com ruído (mesmas condições). A exposição ocorreu durante quatro semanas por seis horas diárias. Foram observadas alterações em todos os grupos de exposição. Os danos à orelha interna foram claramente maiores no grupo de exposição combinada ruído e vibração. O efeito sinérgico da associação de fatores pode ser justificado pelo fato de a análise das cócleas do grupo exposto somente a ruído ter mostrado um dano maior nas células ciliadas externas, enquanto o grupo exposto somente a vibrações apresentou maiores danos em células ciliadas internas. Já no grupo exposto a ruído associado a VCI, a lesão apresentou-se homogênea³⁵.

Estudos laboratoriais com humanos em diferentes situações de exposição a ruído e vibrações mostraram que a audição pode ser afetada subjetivamente^{26,27,36}, ou objetivamente, como em testes envolvendo a pesquisa da Mudança Temporária de Limiar (MTL), em situações onde a audição foi medida pré-exposição e pós-exposição, permitem comparar resultados e verificar efeitos imediatos na audição dos indivíduos em teste. Em todas as situações a MTL foi maior nos grupos de exposição combinada. Situações de exposição somente a ruído ou VCI também causaram MTL (sendo VCI isolada em menor proporção), mas o efeito sinérgico é significativo^{32,33,37-40}.

Condições laboratoriais similares analisaram variáveis como temperatura³² e esforço muscular dinâmico³³, verificando que na exposição combinada ruído e vibração, esses fatores também contribuem para piora nas alterações de MTL. O aumento da temperatura ambiente aumenta as desordens cardiovasculares, o que aceleraria o desenvolvimento de distúrbios funcionais na orelha interna³².

A combinação ruído e VCI em diferentes intensidades, leva a alterações nos resultados de exames auditivos (auditory event-related brain potentials - ERP)⁴¹. O ruído apresenta um forte efeito sistemático nas respostas de exames ERP, o que pode ser agravado pela VCI, com atenuação nas amplitudes e aumento de latências das respostas²⁵.

Existem estudos realizados *in-loco*, com indivíduos em seus locais de trabalho. Motoristas de ônibus da cidade de São Paulo expostos a VCI em níveis altos e ruído em níveis médios, tiveram sua audição avaliada, levando em consideração o histórico ocupacional da exposição. Não houve associação entre a exposição à VCI e a perda auditiva ocupacional,

nem com a associação ao ruído, observando-se a ressalva de recomendar análises posteriores. Trabalhadores de uma empresa de conservação e limpeza das vias públicas da cidade de Curitiba, expostos a VCI e ruído ou vibração transmitida por meio das mãos e braços, tiveram sua audição avaliada e os resultados comparados entre os grupos de exposição. Ambos os grupos apresentaram problemas auditivos, sendo que no grupo VCI a incidência foi menor.

Em comparação com outros temas de pesquisas em audição e riscos ocupacionais, foram encontrados poucos trabalhos relacionando audição e VCI, estando os mais relevantes nos critérios adotados nesta pesquisa, descritos.

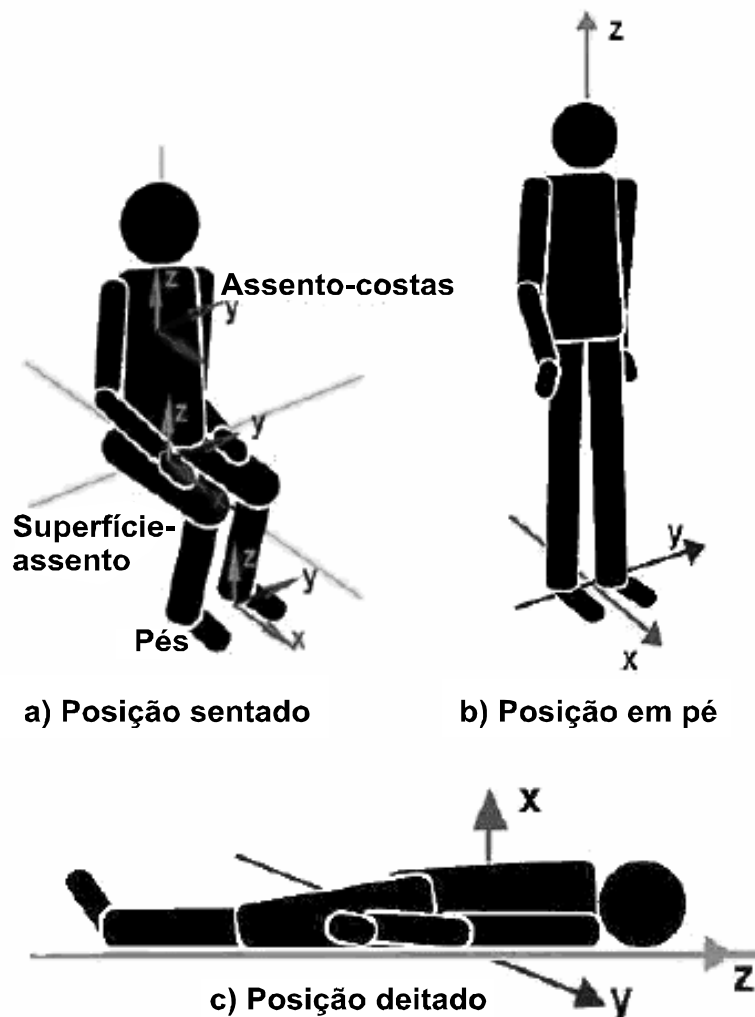


Figura 1 – Sistema de coordenadas para avaliação de VCI⁷

Tabela 1 – Sensibilidade dos Sistemas Humanos à vibração⁶

Intervalo de frequência	Frequência	Sensibilidade	Fator causador da vibração
Baixa	0 a 1-2 Hz	Sistema Vestibular	Navios, guindastes e aeronaves
Média	2 a 20-30 Hz	Biomecânica: ressonância dos tecidos corporais	Veículos e aeronaves
Alta	20 a 300 Hz	Mecanorreceptores somestésicos dos músculos, tendões e tecidos cutâneos	Ferramentas e maquinário

■ DISCUSSÃO

A literatura encontrada sobre os efeitos das VCI na audição foi pequena em termos numéricos, mas bastante ricos em termos de conteúdo de informações.

Estudos que analisaram os efeitos de vibrações e ruído na audição em situações laboratoriais encontraram evidências claras de um efeito danoso sinérgico desses fatores na audição^{25-27,32,33,37-41}. Já situações *in loco* não tiveram os mesmos resultados^{3,30}.

Os estudos laboratoriais, em sua maioria, fazem medições imediatas da audição após exposição à vibração e/ou ruído, comparando com resultados dos mesmos exames realizados pré-exposição. Desta forma, neste tipo de pesquisa, as Mudanças Temporárias da Audição (MTL) são detectadas.

As MTL são muito utilizadas como forma de detecção precoce de problemas auditivos, principalmente relacionados ao ruído⁴². Pesquisas *in loco* geralmente utilizam métodos de regressão para análise da exposição, comparando com a situação atual da audição^{3,30}.

A clara distinção entre estudos laboratoriais e *in loco* talvez seja justificada pelas diferenças de análises e metodologias.

As pesquisas com porquinhos-da-índia foram cruciais no que diz respeito à comprovação dos efeitos das vibrações na audição. Utilizar cobaias permite isolar variáveis e também investigar de uma forma mais objetiva (no caso microscopia eletrônica) os danos causados ao aparelho auditivo.

■ CONCLUSÃO

O conteúdo apresentado pelos trabalhos encontrados e a comparação de metodologias e resultados permitiram concluir que as vibrações mecânicas afetam a audição, e que a combinação das vibrações com ruído, produzem um efeito sinérgico potencializado nos danos auditivos.

Os resultados sugerem a necessidade de maiores investimentos na prevenção de perdas auditivas ocupacionais com abordagens amplas, considerando riscos que, associados ao ruído ou mesmo isolados, são uma potencial fonte de problemas na audição dos trabalhadores expostos.

ABSTRACT

Purpose: to search articles and papers available in the literature and related to the effects of Whole-Body Vibration (WBV) on hearing of workers exposed to this occupational risk, present in several working environments. **Methods:** bibliographic review of the available literature using searching sites such as Pubmed, CAPES bibliographic website and Lilacs, besides searches on libraries. **Results:** The analyzed results show, in general, a great concordance regarding the effects of WBV on hearing. It can be affirmed that WBV acts synergistically with noise, in other words, it increases the auditory damages caused by noise. **Conclusions:** the research involving occupational hearing loss is very rich and should be better explored. The association between occupational risks is very wide and common. Combinations of noise with chemical products, vibration or heat are shown to be harmful to hearing according to the literature. Since most of the real working environments have an association between noise and WVB (the objective of this work), that makes a concerning fact to be studied in more detail.

KEYWORDS: Hearing; Vibration; Preventive Health Services; Noise; Long-term Effect

■ REFERÊNCIAS

1. Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scand J Work Environ Health*. 1993; 19(4):245-54.
2. Morata TC, Nysten P, Johnson AC, Dunn DE. Auditory and vestibular functions after single or combined exposure to toluene: a review. *Arch Toxicol*. 1995; 69(7):431-43.
3. Fernandes M, Morata TC. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002; 68(5):705-13.
4. Chaffin DB, Anderson GBJ, Martin BJ. *Biomecânica ocupacional*. 3. ed. Belo Horizonte: Ergo; 2001. p. 471-93.
5. ISO – International Organization for Standardization. ISO 2631/1, 1997, “Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements”, Second Edition. Geneve: International Organization for Standardization.
6. Griffin MJ. *Handbook of human vibration*. London: Academic Press; 1996. 986 p.
7. Palmer KT, Griffin MJ, Bendall H, Pannett B, Coggon D. Prevalence and pattern of occupational exposure to whole body vibration in Great Britain: findings from a national survey. *Occup Environ Med*. 2000; 57(4):229-36.
8. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres (115.000-6), Ministério do Trabalho, Brasil. Disponível em: URL: http://www.mtb.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas/Download/NR_pdf
9. NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (107.000-2), Ministério do Trabalho, Brasil. Disponível em: URL: <http://www.mtb.gov.br/Empregador/segsau/ComissoesTri/ctpp/oquee/conteudo/nr7>
10. NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (109.000-3), Ministério do Trabalho, Brasil. Disponível em: URL: <http://www.mtb.gov.br/Empregador/segsau/ComissoesTri/ctpp/oquee/conteudo/nr9>
11. Sorainen E, Penttinen J, Kallio M, Rytönen E, Taattola K. Whole-body vibration of tractor drivers during harrowing. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1998; 59(9): 642-4.
12. Lenzuni P, Pieroni A. Lifetime exposure of bus drivers to shocks and impulsive acceleration. Tenth International Congress on Sound and Vibration 2003; Stockholm Sweden.
13. Palmer KT, Haward B, Griffin MJ, Bendall H, Coggon D. Validity of self reported occupational exposures to hand transmitted and whole body vibration. *Occup Environ Med*. 2000; 57(4):237-41.
14. Goglia V, Grbac I. Whole-body vibration transmitted to the framesaw operator. *Appl Ergon*. 2005; 36(1):43-8.
15. Mabbott N, Foster G, McPhee B. Heavy vehicle seat vibration and driver fatigue. Sidney: Australian Transport Safety Bureau - Department of Transport and Regional Services, 2001; Report No: CR203.
16. Matsumoto Y, Griffin MJ. Nonlinear subjective and biodynamic responses to continuous and transient whole-body vibration in the vertical direction. *J Sound Vibration*. 2004 (no Prelo).
17. Santos Filho PF, Fernandes HC, Queiroz DM, Souza AM, Camilo AJ. Avaliação dos níveis de vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados. *Rev Arvore*. 2003; 27(6):887-95.
18. Kittusamy NK, Buchholz B. Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment: a literature review. Lowell: University of Massachusetts Lowell. Construction Occupational Health Project. Disponível em: URL: <http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pdfs/wvaps.pdf>
19. Lings S, Leboeuf-Yde C. Whole-body vibration and low back pain: a systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. *Int Arch Occup Environ Health*. 2000; 73(5):290-7.
20. Bovenzi M, Hulshof CT. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986-1997). *Int Arch Occup Environ Health*. 1999; 72(6):351-65.
21. Guerra MR, Lourenço PMC, Teixeira MTB, Alves MJM. Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em empresa metalúrgica. *Rev Saúde Pública*. 2005; 39(2):234-44.
22. McReynolds MC. Noise induced hearing loss. *Air Med J*. 2005; 24(2):73-8.
23. Almeida SIC, Albernaz PLM, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EHI. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. *Rev Ass Med Brasil*. 2000; 46(2):143-58.
24. Eleftheriou PC. Industrial noise and its effects on human hearing. *Appl Acoust*. 2002; 63(1):35-42.
25. Seidel H, Bluthner R, Martin J, Menzel G, Panuska R, Ullsperger P. Effects of isolated and combined exposures to whole-body vibration and noise on auditory-event related brain potentials and psychophysical assessment. *Eur J Appl Physiol*. 1992; 65(4):376-82.
26. Seidel H, Shust M, Seidel H, Bluthner R. Subjective evaluation of the effects of noise with a different tonality combined with random low-frequency whole-body vibration. Presented at the United Kingdom Group Meeting on Human Response to Vibration held at the ISVR, University of Southampton, SO17 1BJ, England, 17-19 September 1997.
27. Seidel H, Richter J, Kurerov NN, Schajpak EJ, Bluthner R, Erdmann U, Hinz B. Psychophysical assessment of sinusoidal whole-body vibration in z-axis between 0.6 and 5 Hz combined with different

noise levels. *Int Arch Occup Environ Health*. 1989; 61(6):413-22.

28. Neitzel R, Yost M. Task-based assessment of occupational vibration and noise exposures in forestry workers. *AIHA J*. 2002; 63(5):617-27.

29. Sorainen E, Vahanikkila A, Pesamen T, Ryttonen E. Vibration and noise of forest machine drivers. *Inter Noise - Congress and exposition on noise control engineering 2005 Aug 07-10, Rio de Janeiro; Brazil*.

30. Silva LF, Mendes R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. *Rev Saúde Pública*. 2005; 39(1):9-17.

31. Ljungberg J, Neely G, Lundstrom R. Cognitive performance and subjective experience during combined exposures to whole-body vibration and noise. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004; 77(3):217-21.

32. Manninen O. Simultaneous effects of sinusoidal whole body vibration and broadband noise on TTS2's and R-wave amplitudes in men at two different dry bulb temperatures. *Int Arch Occup Environ Health*. 1983; 51(4):289-97.

33. Manninen O. Hearing threshold and heart rate in men after repeated exposure to dynamic muscle work, sinusoidal vs stochastic whole body vibration and stable broadband noise. *Int Arch Occup Environ Health*. 1984; 54(1):19-32.

34. Bochnia M, Morgenroth K, Dziewiszek W, Kassner J. Experimental vibratory damage of the inner ear. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2005; 262(4):307-13.

35. Soliman S, El-Atreby M, Tawfik S, Holail E, Iskandar N, Abou-Setta A. The interaction of whole body vibration and noise on the cochlea. *Int Congress*

Series. 2003; 1240:209-16.

36. Howarth HV, Griffin MJ. The relative importance of noise and vibration from railways. *Appl Ergon*. 1990; 21(2):129-34.

37. Manninen O. Bioresponses in men after repeated exposures to single and simultaneous sinusoidal or stochastic whole body vibrations of varying bandwidths and noise. *Int Arch Occup Environ Health*. 1986; 57(4):267-95.

38. Manninen O. Studies of combined effects of sinusoidal whole body vibration and noise of varying bandwidths and intensities on TTS2 in men. *Int Arch Occup Environ Health*. 1983; 51(3):273-88.

39. Manninen O, Ekblom A. Single and joint actions of noise and sinusoidal whole body vibration on TTS2 values and low frequency upright posture sway in men. *Int Arch Occup Environ Health*. 1984; 54(1):1-17.

40. Manninen O. Cardiovascular changes and hearing threshold shifts in men under complex exposures to noise, whole body vibrations, temperatures and competition-type psychic load. *Int Arch Occup Environ Health*. 1985; 56(4):521-74.

41. Seidel H, Bluthner R, Martin J, Menzel G, Panuska R, Ullsperger P. Effects of isolated and combined exposures to whole-body vibration and noise on auditory-event related brain potentials and psychophysical assessment. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1992; 65(4):376-82.

42. Santos L, Morata TC, Albizu E. Temporary threshold shift of disc jockeys (DJs) from Curitiba/Brasil. *Inter Noise - Congress and exposition on noise control engineering 2005 Aug 07-10, Rio de Janeiro; Brazil*.

RECEBIDO EM: 25/07/06

ACEITO EM: 06/09/06

Endereço para correspondência:

R. Pedro Natalício de Moraes, 400, ap. 301 bl. 01

Belo Horizonte – MG

CEP: 30575-275

Tel: (31) 33778018

E-mail: reizumi@yahoo.com.br