

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

IMPACTO DA VIBRAÇÃO DE MÃOS E BRAÇOS SOBRE O TRABALHADOR NA UTILIZAÇÃO DE LIXADEIRAS

Hélio Augusto Goulart Diniz, heliougmg@gmail.com¹

Jane de Souza Ramos, janesramoss@gmail.com²

Josane Cristiano Brandão, josane.eng@hotmail.com²

Caroline Santana Zanetti, carolaruanda@yahoo.com.br²

Maria Lúcia Machado Duarte, mlduarte@dedalus.lcc.ufmg.br¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 - Pampulha - Belo Horizonte/MG
CEP 31270-901 – Fone +55 (31) 3409-3526

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Rua Cláudio Manoel, 1.185 - Funcionários - Belo Horizonte/MG
CEP: 30140100 - Fone: +55 (31) 3131-2800

Resumo: Em diversos setores industriais há uma vasta utilização de ferramentas manuais motorizadas, pelo fato de realizarem trabalhos com maior velocidade e precisão, além de poupar o usuário de esforços repetitivos. Esses tipos de ferramentas geram vibração nas mãos e braços dos operadores que as manuseiam, sendo necessário avaliar se o limite de exposição a vibração foi excedido, pois poderá haver prejuízos ao corpo humano e à saúde ocupacional dos operadores. O presente estudo teve como objetivo avaliar a exposição ocupacional de alguns trabalhadores à vibração, devido ao contato com equipamentos industriais inerentes às suas atividades diárias de trabalho. O estudo baseou-se na normalização brasileira responsável pela regulamentação e controle de vibração e foi desenvolvido em uma empresa localizada na região metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, que atua no desenvolvimento e implementação de projetos desde engenharia básica até fabricação e entrega dos equipamentos. Foi promovida uma avaliação de vibração humana em alguns colaboradores da empresa e realizou-se o levantamento de dados quantitativos, servindo de diagnóstico do ambiente de trabalho desses colaboradores. A análise da exposição à vibração foi do tipo mãos e braços, sendo desenvolvida a partir de medições em lixadeiras de diferentes capacidades de trabalho. Com a realização da análise dos resultados calculados, constatou-se que, de modo geral, os colaboradores apresentaram exposição a acelerações acima do limite de exposição da norma NR 15-Anexo 8, necessitando de tomada de medidas corretivas imediatas, como por exemplo manutenção nos equipamentos e redução do tempo de exposição a vibração. O estudo permitiu avaliar os impactos da vibração de mãos e braços nos trabalhadores que operam diferentes lixadeiras, conscientizar sobre necessidade de preservação da saúde ocupacional dos mesmos e também alertar a empresa quanto a importância de atenuar esses impactos para ficar desobrigada a pagar adicional de insalubridade prevista na norma NR 15.

Palavras-chave: Vibração; mãos e braços; lixadeiras; insalubridade

Código de aceite: CON-2016-0079

1. INTRODUÇÃO

As ferramentas manuais motorizadas são amplamente utilizadas em diversos setores de manufatura de bens, pelo fato de realizarem trabalhos com maior velocidade e precisão, além de poupar o usuário de esforços repetitivos. Porém, todas essas ferramentas geram vibração aos operadores que as manuseiam, e consequentemente podem ser prejudiciais ao corpo humano se o limite de exposição a estas for excedido. As ferramentas manuais comumente utilizadas que provocam vibração nas mãos e braços são: furadeiras, lixadeiras, parafusadeiras, polidoras, motosserras, marteletes, entre outras.

Segundo Gonçalves (2015), a transmissão de vibração para o ser humano resulta em desconforto e perda de eficiência, podendo constituir um risco em potencial para os trabalhadores, uma vez que as vibrações podem desencadear perturbações neurológicas ou musculares, vasculares e lesões ósteo-articulares, no caso das vibrações transmitidas ao sis-

tema mão-braço e patologias na região lombar e lesões da coluna vertebral, para o caso das vibrações transmitidas a todo o corpo.

Os efeitos da vibração no organismo humano dependem de diversos fatores, em particular da intensidade das vibrações, dos valores de frequência, direção, ponto de contato, tempo e forma de aplicação diária, bem como do tempo em que o profissional vem se submetendo à exposição. Segundo Gonçalves (2015), estudos indicam maior prevalência de trabalhadores que manipulam equipamentos que emitem esse tipo de energia vibratória e, conseqüentemente, estão submetidos a uma exposição mais frequente e em valores superiores.

A vibração relacionada ao trabalho com utilização de um equipamento vibratório resulta de uma fonte emissora de vibração mecânica (elemento desbalanceado do equipamento) que incide no organismo, no corpo inteiro e nas mãos. No primeiro caso (ISO 2631-1/1997), há uma superfície que vibra, suportando o corpo humano em pé, sentado ou deitado, sendo esta forma de exposição a que ocorre em todas as opções de meios de transporte. No segundo caso (ISO 5349-1/2001), a exposição ocorre ao manusear equipamentos vibratórios, o que se vê em trabalhadores industriais, agricultores, mineradores, profissionais odontólogos e trabalhadores da construção, dentre outros profissionais.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo medir a exposição do trabalhador ao agente vibração e os impactos provocados durante os exercícios de suas atividades com utilização de lixadeiras em uma empresa do seguimento de caldeiraria pesada. A empresa atua no desenvolvimento e implementação de projetos, desde a engenharia mecânica básica e detalhamento até a fabricação, montagem industrial e entrega dos equipamentos. A partir da avaliação da vibração ocupacional dos referidos trabalhadores, nos casos em que foram detectados valores acima do limite de tolerância e do nível de ação, de acordo com os padrões estabelecidos pela NR 15 anexo 8, foram apresentadas as medidas mitigadoras visando o bem estar e saúde do trabalhador.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Apresentam-se as normas relacionadas a esse estudo, maior detalhamento do tipo de vibração alvo deste trabalho e os equipamentos de medição utilizados para coleta dos dados necessários para realização dos cálculos e avaliação da vibração.

2.1. Normas Relacionadas

Em 2013 a Fundacentro apresentou aos profissionais da área de segurança do trabalho a NHO 09/2013 (referente à exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro) e a NHO 10/2013 (referente à exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços).

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR-15 - Anexo 8, prevê que "as atividades e operações que exponham trabalhadores sem proteção adequada às vibrações localizadas ou de corpo inteiro serão caracterizadas como insalubres através de perícia realizada no local de trabalho". Essa avaliação deve-se basear nos limites de exposição determinados pelas ISO 2631-1/1997 e ISO 5349-1/2001.

A legislação brasileira também determina que os laudos periciais devam constar obrigatoriamente os seguintes itens: o critério adotado; o instrumental utilizado; a metodologia de avaliação; a descrição das condições de trabalho e o tempo de exposição às vibrações; o resultado da avaliação quantitativa; e as medidas para eliminação e/ou neutralização da insalubridade, quando houver.

Constatando-se a insalubridade, a mesma será de grau médio, assegurando ao trabalhador o recebimento do adicional de vinte por cento incidente sobre o salário mínimo.

O presente artigo se fundamentou nas normas supracitadas - tanto da Fundacentro (NHO 10/2013), quanto da ISO (ISO 5349-1/2001) - buscando aplicar suas equações e tabelas de referência a uma análise empírica de um caso específico, a saber, a empresa em questão. Por se tratar de avaliação em lixadeiras, não foi realizada análise da vibração de corpo inteiro.

2.2. Vibrações Localizadas

Segundo Saliba (2014), as vibrações são classificadas da seguinte forma: vibrações de corpo inteiro (sentado ou em pé) e vibrações localizadas (mãos e braços). As vibrações localizadas, também conhecidas como vibrações de mãos e braços, vibrações de extremidades ou vibração segmental, referem-se às vibrações que atingem principalmente as mãos e braços quando da utilização de ferramentas manuais vibratórias, como por exemplo, compactadores manuais, motoserras, britadores, marteletes, etc.

De acordo com Saliba (2014), os níveis de vibração encontrados resultantes da utilização dessas ferramentas por um período prolongado são consideravelmente altos e podem causar danos aos vasos sanguíneos, juntas, descalcificação e graves problemas de circulação. Nos casos de altos níveis de exposição, podem ocorrer problemas como gangrena ou doença de Raynaud (síndrome do dedo branco).

A norma ISO 5349-1/2001 especifica métodos gerais para medir e avaliar o risco da exposição de vibração sobre as mãos em três eixos ortogonais para as faixas de 1/3 de oitava e uma oitava, com frequência de 6,3 Hz a 1.250 kHz.

Os riscos que as vibrações do maquinário oferecem ao trabalhador dependem da intensidade da vibração, do tempo de exposição, do padrão de exposição, da direção, da postura da mão, do espectro de frequência e do tipo de maquinário.

A norma ISO 5349-1/2001 considera um sistema de coordenadas triortogonal, com duas opções para posicionamento dos eixos X e Z, conforme apresentado na Figura 1.

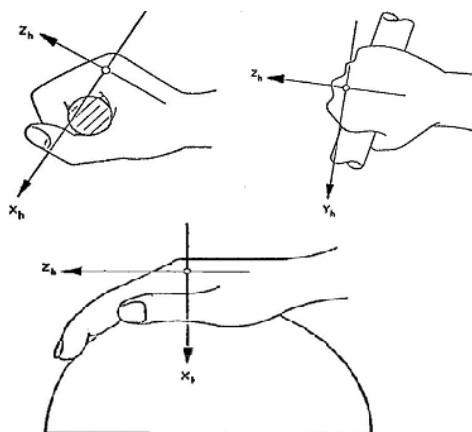


Figura 1. Sistema de coordenadas triortogonal. ISO 5349-1 (2001).

A unidade principal usada para descrever a intensidade da vibração é a aceleração. Para a medição da vibração de mãos e braços, a aceleração total, em m/s^2 , isto é, soma dos eixos, se dá pela aplicação da Equação (1).

$$A_t = \sqrt{a_{whx}^2 + a_{why}^2 + a_{whz}^2} \quad (1)$$

Onde a_{whx} , a_{why} e a_{whz} , em m/s^2 , são acelerações r.m.s ponderadas como os respectivos eixos ortogonais X, Y e Z.

Havendo a exposição diferente em dois ou mais períodos da jornada de trabalho, deve-se considerar a aceleração resultante equivalente A_{re} , conforme a Equação (2).

$$A_{re} = \sqrt{\frac{a_1^2 t_1 + a_2^2 t_2 + \dots + a_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (2)$$

Onde a_n , em m/s^2 , é o valor da aceleração obtida e t_n é o tempo de duração da medição para aquela exposição à aceleração a_n .

Pode-se calcular a aceleração resultante de exposição normalizada A_{ren} , em m/s^2 , pela NHO 10/2013, aplicando a Equação (3).

$$A_{ren} = A_{re} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (3)$$

Onde T é o tempo de duração da jornada diária de trabalho expresso em horas ou minutos. Como jornada padronizada adota-se $T_0 = 8$ horas ou 480 minutos.

Para orientar no julgamento e na tomada de decisão, a NHO 10/2013 apresenta na tabela contida na Figura 2 considerações técnicas e a atuação recomendada em função do A_{ren} .

<i>aren (m/s²)</i>	<i>Consideração técnica</i>	<i>Atuação recomendada</i>
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 a redução da exposição diária
acima de 5,0	Acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas

Figura 2. Critério de julgamento e tomada de decisão baseado na NHO 10. Fundacentro – NHO 10 (2013).

Além disso, de acordo com a ISO 5349, o valor de exposição diária de aceleração A_{ren} que propicia o desenvolvimento da síndrome de Raynaud em 10% dos trabalhadores expostos, pode ser modelado através de uma correlação envolvendo a aceleração de exposição diária apresentada pela Equação (4).

$$D_y = 31,8 [A_{ren}]^{1,06} \quad (4)$$

Onde D_y é a duração total, em anos, da exposição necessária para ocorrência do branqueamento dos dedos.

2.3. Equipamentos de Medição

Para a execução da medição de vibração, adota-se um sistema composto por um sensor de vibração (acelerômetro), um integrador que transforma a medida em sinal elétrico e um amplificador.

Os transdutores de vibração do tipo aceleração, conhecidos como acelerômetros são usados para medir a exposição a vibração e podem ser do tipo piezoresistivos (corpo inteiro) trabalhando em baixa frequência e piezoelétricos (mãos e braços) trabalhando em frequências mais altas. Porém, é mais comum o uso de transdutores piezoelétricos nos dois casos.

Para a correta configuração dos equipamentos, devem-se seguir as orientações da norma NHO 10/2013 referente a mãos e braços.

3. METODOLOGIA

Como já contextualizado, este trabalho visa avaliar a exposição ocupacional de alguns trabalhadores ao agente físico vibração, devido ao contato com um tipo específico de equipamento do processo de fabricação por usinagem (lixadeiras) inerente as suas atividades diárias de trabalho. Determinaram-se os níveis de vibração a que os trabalhadores estão expostos e, a partir dos resultados de análises, propuseram-se medidas para minimizar os impactos sobre a saúde dos mesmos, além de assegurar a manutenção de sua produtividade. Essa situação foi o estudo de caso do presente trabalho e teve por base seguir a normalização brasileira responsável pela regulamentação e controle do agente vibração.

A legislação brasileira prevê através da Norma Regulamentadora NR – 15 - Anexo 08, que as atividades e operações que exponham os trabalhadores sem proteções adequadas às vibrações localizadas e de corpo inteiro serão caracterizadas como insalubres através de avaliações quantitativas. Desse contexto foi promovida uma avaliação de vibração humana em alguns setores da empresa e realizou-se o levantamento de dados quantitativos para o cálculo do agente vibração, servindo de diagnóstico do ambiente de trabalho desses colaboradores.

Os procedimentos empregados nas coletas e análises foram baseados na norma NHO 10 da Fundacentro. Sendo essa norma com fundamentação baseada por sua vez na norma ISO 5349/2001. Ela trata da vibração de mãos e braços, sendo aplicável na análise deste trabalho a partir da avaliação quantitativa do agente vibração em equipamentos de processo de fabricação. Para os resultados de vibração, que estão acima do limite segundo as normas supracitadas, são citadas medidas preventivas e corretivas para reverter o quadro de insalubridade, oferecendo ao colaborador melhores condições de trabalho e saúde laboral.

3.1. Equipamentos Industriais Alvos do Estudo

Analisou-se a vibração humana em alguns colaboradores da empresa em estudo, que trabalham rotineiramente com lixadeiras em atividades de acabamento de peças fabricadas pela empresa na área industrial.

A análise da exposição a vibração localizada (mãos e braços), foi realizada através de medições das acelerações nas mãos dos trabalhadores para quatro lixadeiras distintas. A primeira delas tem 4 polegadas de diâmetro de disco e é empregada em atividade de acabamento de peças. A segunda possui 9 polegadas de diâmetro de disco e é aplicada em esmerilhamento de peças. A terceira possui 7 polegadas de diâmetro de disco e é aplicada no acabamento para a preparação de montagem. A quarta e última lixadeira é do tipo alta frequência aplicada no lixamento de peças para o preparo de pintura. O material de composição das peças que sofreram os processos de usinagem (corte e desbaste) pelas lixadeiras foi o mesmo, visando criar um padrão de resistência mecânica oferecida pelo material das peças durante as operações dos equipamentos supracitados.

A Figura 3 apresenta o colaborador utilizando a primeira lixadeira de 4 polegadas (A) e outro colaborador utilizando lixadeira de 9 polegadas (B).



Figura 3. 1ª e 2ª lixadeiras analisadas no estudo de caso. Lixadeira de 4 polegadas (A) e lixadeira de 9 polegadas (B). Acervo técnico da empresa (2015).

A Figura 4 apresenta o colaborador utilizando a terceira lixadeira de 7 polegadas (A) e outro colaborador utilizando a quarta lixadeira do tipo alta frequência (B).



Figura 4. 3ª e 4ª lixadeiras analisadas no estudo de caso. Lixadeira de 7 polegadas (A) e lixadeira do tipo alta frequência (B). Acervo técnico da empresa (2015).

Todas as lixadeiras apresentam bom estado de conservação e manutenção, e possuem tempo aproximado de uso de 1 a 2 anos. Quanto ao regime de trabalho dos colaboradores, todos eles dedicam aproximadamente 05:20 horas (320 min) de trabalho diário ao manuseio desses equipamentos. O tempo total da jornada de trabalho desses trabalhadores é de 08:00 horas (480 min) diária, ou seja, desenvolvem outras atividades complementares além da típica tarefa, nos quais ficam expostos à vibração localizada. O trabalho é do tipo habitual e intermitente, em pé e com relativo esforço físico. Além disso, nenhum dos colaboradores havia registrado queixas e antecedentes médicos até o momento relacionados à vibração quanto a operação cotidiana dos equipamentos.

3.2. Coleta de Dados para o Estudo de Caso

As amostras de vibrações nos equipamentos supracitados foram coletadas em novembro de 2015, por um período de uma semana. Uma empresa especializada ficou responsável pelas coletas e tratamento dos dados e posterior confecção de um laudo técnico, no qual esse presente trabalho se baseia.

Utilizou-se um dosímetro de vibrações VIB, para as medições de vibrações ocupacionais de mãos e braços. Esse instrumento está de acordo com as normas ISO 5349, Fundacentro (NHO 10), Diretiva Europeia e ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), ou seja, a curva de ponderação para mãos e braços já está embutido nos cálculos. O medidor de vibração VIB é do tipo portátil, ergonômico e leve para realizar a medição de dados captados pelos acelerômetros, tratamento do sinal e a transferência de dados armazenados. Esse equipamento coleta níveis de vibrações captados pelo acelerômetro tri-axial nos eixos X, Y e Z e realiza o cálculo da dose diária de exposição *Aren*. O dosímetro conta com um programa que auxilia na transferência, análise e emissão de resultados das medições. Com o

auxílio de um notebook, os dados foram coletados e analisados no referido programa. Importante ressaltar que o instrumento de medição estava dentro do período de validade de calibração.

Para a realização da avaliação de mão e braço, os acelerômetros tri-axiais foram montados em um adaptador e posicionado no ponto onde a energia é transmitida às mãos. Esse esquema de montagem permitiu a coleta dos dados das acelerações para os colaboradores que operavam os quatro tipos de lixadeiras apresentadas. A Figura 5 apresenta acelerômetros tri-axiais semelhante aos que foram utilizados.



Figura 5. Acelerômetros tri-axiais. Fundacentro - NHO 10 (2013).

A coleta de dados realizada por meio do dosímetro seguiu os padrões da ISO 5349/2001, a qual estabelece medição de vibração para mãos e braços nas frequências de terças de oitavas compreendidas entre 6,3 e 1.250 Hz. O instrumento através de seu sistema interno pondera as acelerações nas frequências respectivas, dentro da faixa de 5 a 1500 Hz, ou seja, atendendo a norma supracitada. Além disso, o dosímetro apresenta a aceleração ponderada global que apresenta os valores corrigidos em função da sensibilidade, e são exatamente esses valores de acelerações medidos nos eixos X, Y e Z que foram usados para cálculo do *Are* e *Aren*. Avalia-se também a estimativa de tempo em anos para que 10 % dos trabalhadores expostos à vibração adquiram a síndrome de Raynaud (dedo branco).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Realizaram-se as medições de vibrações nos três eixos para os casos de utilização dos quatro tipos de lixadeiras. A Figura 6 apresenta a tela de registros das vibrações do programa, ao longo do intervalo de medições para os três eixos, no caso da lixadeira de alta frequência.

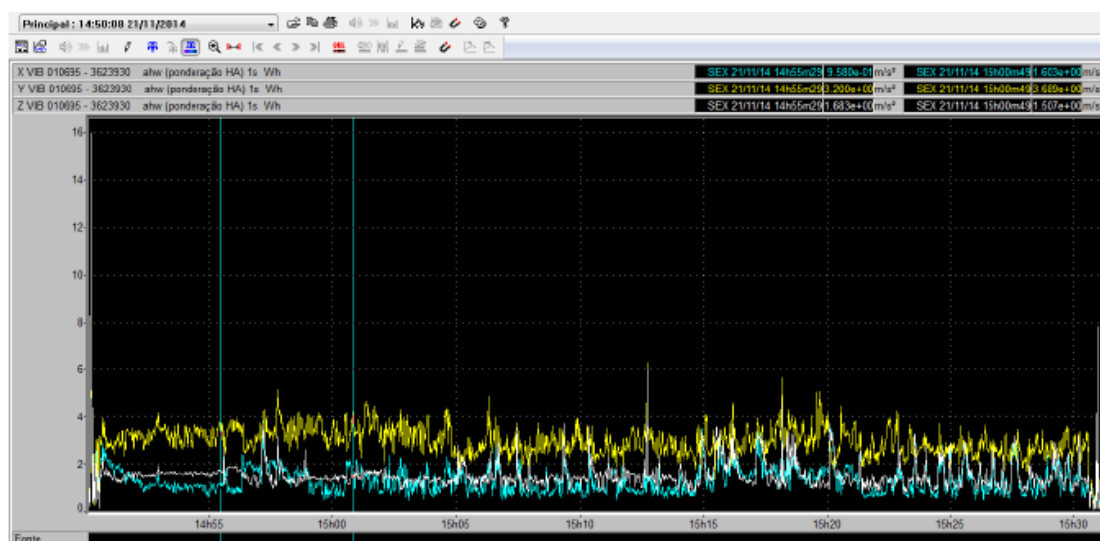


Figura 6. Tela de registro das acelerações nos três eixos para o caso da lixadeira de alta frequência. Acervo técnico da empresa (2015).

Nota-se a variação das vibrações instantâneas a cada instante de tempo, sendo assim necessária a identificação das acelerações ponderadas nos três eixos. O programa utilizado pelo equipamento de medição de vibração armazenou os dados das vibrações e calculou as acelerações ponderadas nos três eixos. Esses dados das acelerações ponderadas foram fundamentais para os cálculos dos parâmetros para avaliação quantitativa do efeito da vibração sobre o colaborador. As Figuras 7, 8 e 9 apresentam as telas de registro das acelerações para as demais lixadeiras.

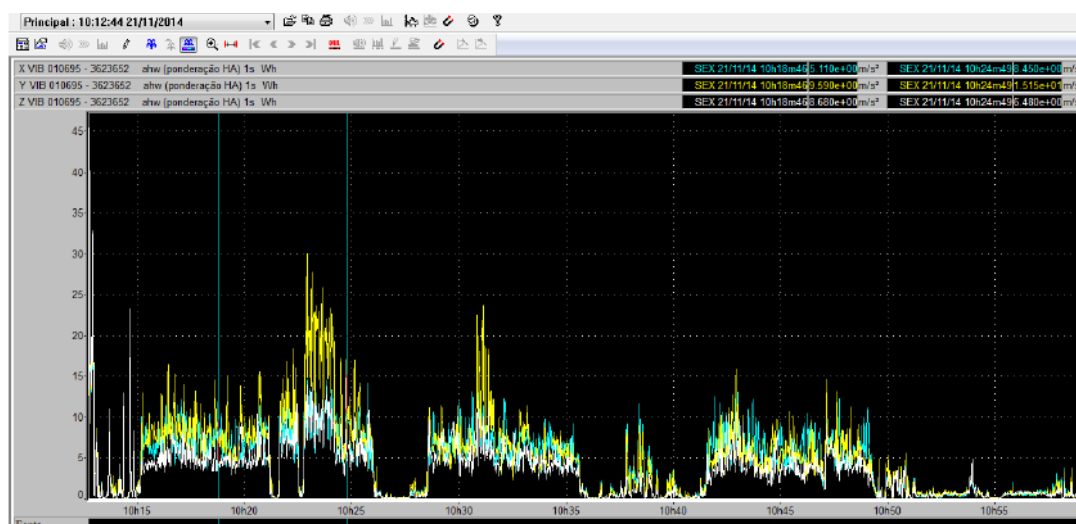


Figura 7. Tela de registro das acelerações nos três eixos para o caso da lixadeira de 9 polegadas. Acervo técnico da empresa (2015).

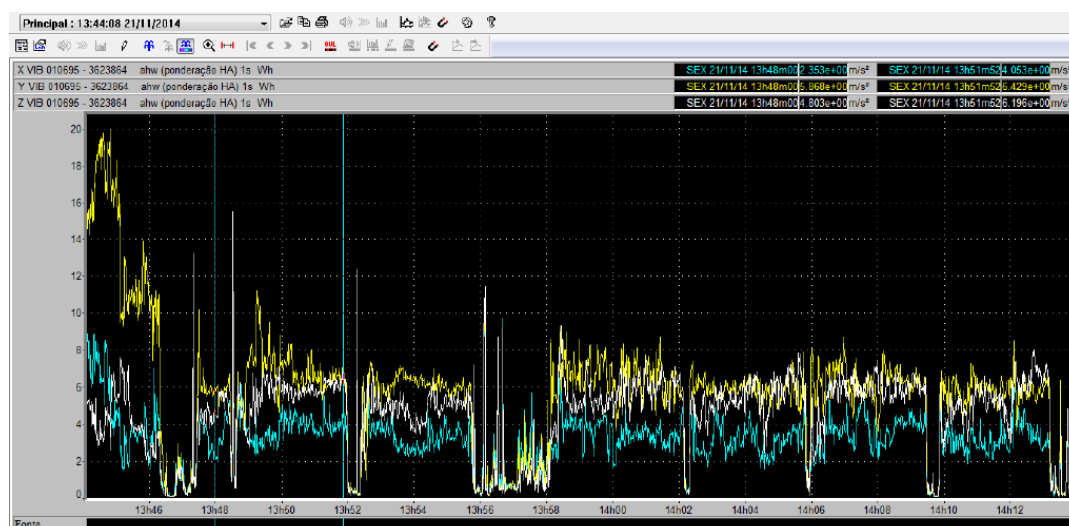


Figura 8. Tela de registro das acelerações nos três eixos para o caso da lixadeira de 7 polegadas. Acervo técnico da empresa (2015).

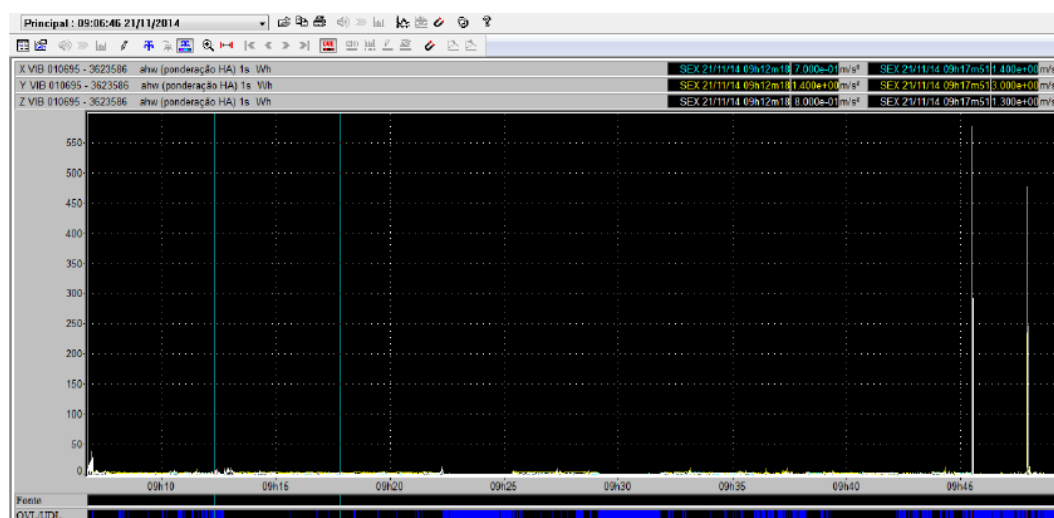


Figura 9. Tela de registro das acelerações nos três eixos para o caso da lixadeira de 4 polegadas. Acervo técnico da empresa (2015).

Para o caso da lixadeira de 4 polegadas, o gráfico de registros das acelerações está abrangendo uma faixa grande de acelerações (eixo y), não sendo possível perceber em detalhes as oscilações das vibrações. Porém os gráficos dos outros registros estão com uma faixa satisfatória de abrangência de acelerações e permitem analisar em detalhes as oscilações das vibrações.

As acelerações ponderadas e os tempos de medições nos quais ocorreram as coletas das informações de vibrações para todas as lixadeiras são apresentados na Tabela 1. Esses dados permitiram a realização dos cálculos dos parâmetros de análise de vibração dados pelas Equações (1), (2) e (3), são eles: aceleração total, aceleração resultante de exposição *Are* e aceleração resultante de exposição normalizada *Aren*, respectivamente. No caso do cálculo do *Aren* utiliza-se ainda a informação do tempo de exposição à vibração de 05h:20 (320 min) para uma jornada de trabalho diária de 08h:00.

Tabela 1. Resultados das medições de vibração localizada. Autores (2015).

Equipamento	Acelerações ponderadas (m/s^2)			Tempo de medição (min)	Aceleração Total (m/s^2)	<i>Are</i> (m/s^2)	<i>Aren</i> (m/s^2)	Tempo máximo de exposição (min)	D_y (anos)
	X	Y	Z						
Lixadeira 4"	12,44	9,60	15,40	42,60	22,00	22,00	17,96	24,79	1,49
Lixadeira 7"	3,49	6,70	5,00	28,00	9,06	9,06	7,40	146,22	3,81
Lixadeira 9"	5,70	6,88	4,71	46,45	10,10	10,10	8,25	117,64	3,40
Lixadeira Alta Frequência	1,48	3,02	1,64	41,12	3,74	3,74	3,06	857,12	9,73

Segundo as considerações técnicas da norma NHO 10 apresentadas na tabela da Figura 2, o valor máximo de *Aren* para a exposição de vibração se enquadrar dentro de valores aceitáveis é de até $2,5 m/s^2$, acima disso requer que sejam tomadas medidas preventivas. Já com relação ao limite de exposição, o valor é de $5 m/s^2$, ou seja, acima disso é considerado condição insalubre e há necessidade imediata de se tomar medidas corretivas. Conclui-se que as lixadeiras de 4, 7 e 9 polegadas os colaboradores apresentaram exposição a acelerações acima do limite de exposição da norma supracitada, necessitando de tomada de medidas corretivas imediatas, sendo o caso da lixadeira de 4 polegadas o mais crítico de todos os outros casos. Para o caso da lixadeira de alta frequência a exposição a vibração, embora abaixo do limite de exposição, está acima do nível de ação, requerendo tomadas de medidas preventivas.

Ainda com relação à análise dos dados da Tabela 1, estimou-se o tempo máximo de exposição diária dos colaboradores operando cada uma das lixadeiras nas condições de exposição de vibrações atuais e de jornada de trabalho. Conclui-se que o tempo atual de trabalho dos colaboradores expostos à vibração (320 min) para as lixadeiras 4, 7 e 9 polegadas está acima do tempo permitido calculado (24 min, 146 min e 117 min, respectivamente). Logo, o valor de vibração está acima do limite de exposição para as lixadeiras de 4, 7 e 9 polegadas, principalmente para os trabalhadores que utilizam a lixadeira de 4 polegadas, a qual apresenta maior criticidade de exposição de vibração (poderia operar esse equipamento até 24 min). Analisando-se o caso da lixadeira de alta frequência, o tempo diário de operação do equipamento é o único que poderia ser maior que o tempo atual de trabalho (320 min). Logo o trabalhador poderia operar o equipamento por um tempo maior do que o habitual (até 857 min) sem estar em situação de insalubridade por vibração, atento na realização de medidas preventivas para a saúde laboral do colaborador.

Segundo análise do valor do *Aren* aplicado a estimativa de produzir a síndrome do dedo branco em 10 % das pessoas expostas à vibração para determinado tempo em anos é apresentado também na Tabela 1, com base na utilização da Equação (4). Nota-se que em menos de 4 anos de exposição essa estimativa ocorrerá em três das lixadeiras, exceto a de alta frequência, a qual leva cerca de quase 10 anos.

4.1. Adoção de Medidas

Conforme discutido, as situações de vibração localizada, para os casos de utilização de três lixadeiras (4, 7 e 9 polegadas) é necessária tomada de medidas corretivas imediatas, pois os níveis de vibração nos quais os trabalhadores estão expostos estão acima do limite de tolerância. Já para a lixadeira de alta frequência, necessita-se de adoção de medidas preventivas para melhoria da saúde laboral dos trabalhadores que operam esses equipamentos, pois as análises das vibrações indicaram exposição a valores acima do nível de ação e abaixo do limite de exposição. Medidas preventivas e corretivas foram sugeridas com intuito de proporcionar extensão da saúde ocupacional dos colaboradores da empresa sujeitos à vibração desses equipamentos em estudo.

4.1.1. Medidas Preventivas

- Realizar monitoramento periódico da exposição;
- Realizar treinamento quanto aos riscos decorrentes da exposição à vibração e a forma correta de utilização dos equipamentos para ficarem menos expostos às vibrações;
- Realizar vigilância focada aos efeitos da exposição à vibração;
- Nas exposições as vibrações localizadas devem ser estabelecidas práticas adequadas de trabalho que permitam manter aquecidas as mãos;
- Criar procedimento de trabalho e métodos alternativos para reduzir a exposição a vibrações;
- Controle médico dos trabalhadores expostos à vibração conforme determina a NR-07- Programa de Controle Médico de saúde ocupacional.

4.1.2. Medidas Corretivas

- Realizar manutenção nos equipamentos existentes no setor;
- Realizar estudo para melhoria no processo ou melhoria no equipamento;
- Reduzir o tempo de exposição à vibração promovendo rodízios e pausas;
- Utilização de luvas anti vibração para utilização das lixadeiras.

5. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste trabalho, identificou-se a importância do monitoramento da exposição do trabalhador ao agente físico vibração, visto que este provoca no organismo humano efeitos indesejáveis quando acima dos limites estabelecidos nas normas responsáveis pela regulamentação da vibração, como a síndrome do dedo branco para exposição de mãos e braços. Logo o controle desse agente é de fundamental importância para a manutenção da qualidade de vida e saúde ocupacional dos trabalhadores envolvidos em atividades que inevitavelmente estão sujeitos a vibração.

É importante ressaltar que quando o limite de exposição à vibração é respeitado, a empresa fica desobrigada a pagar adicional de insalubridade aos colaboradores envolvidos nas atividades que possuem exposição a esse tipo de agente físico. Logo, o estudo realizado retrata também a necessidade de se otimizar os gastos pela empresa com pagamento de adicional de insalubridade aos funcionários que laboram em situação acima do limite regulamentado pela norma, gerando economia e maior lucratividade pela empresa.

Ao fim das avaliações da vibração ocupacional dos trabalhadores, constatou-se que com a utilização das lixadeiras de 4, 7 e 9 polegadas, os colaboradores apresentaram exposição a acelerações acima do limite de exposição da norma NR 15- Anexo 8, necessitando de tomada de medidas corretivas imediatas, sendo a lixadeira de 4 polegadas o cenário mais crítico. Algumas medidas corretivas propostas foram: manutenção nos equipamentos existentes no setor, redução do tempo de exposição à vibração promovendo rodízios e pausas, criação de procedimento de trabalho e métodos alternativos para reduzir a exposição a vibrações, entre outras medidas. Para o caso da lixadeira de alta frequência a exposição à vibração, embora abaixo do limite de exposição, está acima do nível de ação, requerendo tomadas de medidas preventivas.

Com base nos resultados dos tempos máximos de exposição diária dos colaboradores operando as lixadeiras nas condições de exposição de vibrações atuais e de jornada de trabalho, pode-se concluir que os tempos permitidos estão abaixo do tempo atual de trabalho exposto a vibração para os casos das lixadeiras de 4, 7 e 9 polegadas, principalmente para a operação da lixadeira de 4 polegadas, a qual apresenta maior criticidade de exposição de vibração ao colaborador. Analisando-se o caso da lixadeira de alta frequência, apenas para ela o tempo diário de operação do equipamento poderia ser maior que o tempo atual de trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. “Norma Regulamentar 15: Atividades e operações insalubres – NR15”, Disponível em: <http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>, Acesso em 13 dez. 2015, 82p.
- Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. “Norma Regulamentar 07: Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)”, Disponível em: <http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf>, Acesso em 16 dez. 2015, 16p.
- FUNDACENTRO, 2013, “Norma de Higiene Ocupacional - Procedimento Técnico: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro - NHO 09”, Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/download/Publicacao/221/NHO_09_portal-pdf, Acesso em 11 dez. 2015, São Paulo, Brasil, 63p.
- FUNDACENTRO. 2013, “Norma de Higiene Ocupacional - Procedimento Técnico: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços - NHO 10”, Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/download/Publicacao/222/NHO10_portal-pdf, Acesso em 11 dez. 2015, São Paulo, Brasil, 53p.

- Gonçalves, F. B, 2015, “Avaliação da vibração e ruído ocupacionais no fresamento de pisos industriais”, Dissertação de mestrado do programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 103p.
- ISO - International Organization for Standardization, 1997, “Guia para medição e avaliação da exposição humana a vibrações de corpo inteiro - ISO 2631”. Genebra, Suíça.
- ISO - International Organization for Standardization, 2001, “Guia para medição e avaliação da exposição humana a vibrações transmitidas à mão - ISO 5349”, Genebra, Suíça.
- Saliba, T. M., 2014, “Manual prático de avaliação e controle de Vibração”, Editora LTR, 3ª edição, São Paulo, Brasil, 112p.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

IMPACT THAT ARMS AND HANDS RECEIVES FROM SANDING MACHINES VIBRATION

Hélio Augusto Goulart Diniz, helioufmg@gmail.com¹
Jane de Souza Ramos, janesramoss@gmail.com²
Josane Cristiano Brandão, josane.eng@hotmail.com²
Caroline Santana Zanetti, carolaruanda@yahoo.com.br²
Maria Lúcia Machado Duarte, mlduarte@dedalus.lcc.ufmg.br¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais – Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte/MG – Brazil - Zip Code 31.270-901 – Phone +55 (31) 3409-3526

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Rua Cláudio Manoel, 1.185 - Funcionários - Belo Horizonte/MG – Brazil – Zip Code 30.140-100 - Phone +55 (31) 3131-2800

Abstract. *In many industries there is a wide use of motorized hand tools, since they allows performing the work with greater speed and accuracy, besides saving the user of repetitive effort. These types of tools generate vibration at the hands and arms of the operators. Therefore, it is necessary to assess whether the limit of vibration exposure has been exceeded, since there could be damage to the human body and to the occupational health of the operators. This study aimed to evaluate the occupational exposure to vibration of some workers, due to the contact with industrial equipments related to their daily work activities. The study was conducted based on the Brazilian standardization responsible for the vibration regulation and control, and was developed in a company, located in the metropolitan region of Belo Horizonte - Minas Gerais, engaged in the development and implementation of projects from basic engineering to manufacturing and delivery of equipment. An evaluation of human vibration in some of the company's employees was performed, obtaining quantitative data, which served as a diagnosis of the workplace of those employees. The exposure analysis was for hands and arms vibration, at different outputs sanding machines. Analysing the results, it was found that in general, employees had a vibration exposure above the exposure limit of the NR15-Annex 8 standard, requiring immediate corrective action such as maintenance in the equipment and reduction of the exposure vibration time. The study allowed the following: to evaluate the vibration impacts at the hands and arms of workers who operate different sanding machines, to raise awareness to the need to of preserving the workers' occupational health and to alert the company about the importance of mitigating these impacts so that the vibration levels will be below the regulatory limits, therefore, causing no obligation to pay unhealthiness additional as stated by the NR 15 standard.*

Keywords: Vibration, hands and arms, sanding machines, unhealthiness

Code: CON-2016-0079