



VIBRAÇÃO - Melhor Caminho é a Prevenção!

(*) José Augusto da Silva Filho

Medidas de proteção à vibração das ferramentas

A maioria das ferramentas manuais energizadas gera vibração aleatória em intervalo de frequência de 2 a 2.000 Hz. O amortecimento das frequências mais baixas ocorre, principalmente, nas articulações, enquanto que a energia das frequências mais altas é bastante absorvida pelos tecidos superficiais, onde podem ocorrer danos às células.

Experts em vibração sugerem que os trabalhadores sigam as seguintes instruções:

- Fazer pausa de 10 Minutos a cada hora trabalhada;

- usar ferramentas de baixa vibração, que são ergonomicamente desenhadas com cabos amortecedores de vibração e isoladores anti vibração;
- não usar ferramentas vibratórias mais que dois dias por semana e não mais que quatro horas por dia;
- rodiziar tarefas com o uso de ferramentas vibratórias e não vibratórias;
- manter as ferramentas afiadas e em bom estado de trabalho;
- substituir partes e componentes absorvedores de vibração em mau estado de conservação;
- segurar as ferramentas levemente, deixando o peso da ferramenta cortar ou triturar;
- manter as mãos aquecidas, passando-as, periodicamente sob água quente para mantê-las aquecidas;
- vestir roupa adequada ao frio e anti vibração;
- usar luvas para proteção ao calor e vibrações, estando certo que elas fiquem justas, pois luvas folgadas requerem pega apertada na ferramenta e luvas apertadas restringem o fluxo sanguíneo;
- trocar as luvas quando úmidas;

Resumo das técnicas de controle

- Limitar o tempo de exposição;
- Instituir rodízio de pessoal;
- Instituir pausas;
- Minimizar peso e uso de balancim;
- Isolar a vibração;

Resumo das técnicas de controle no receptor

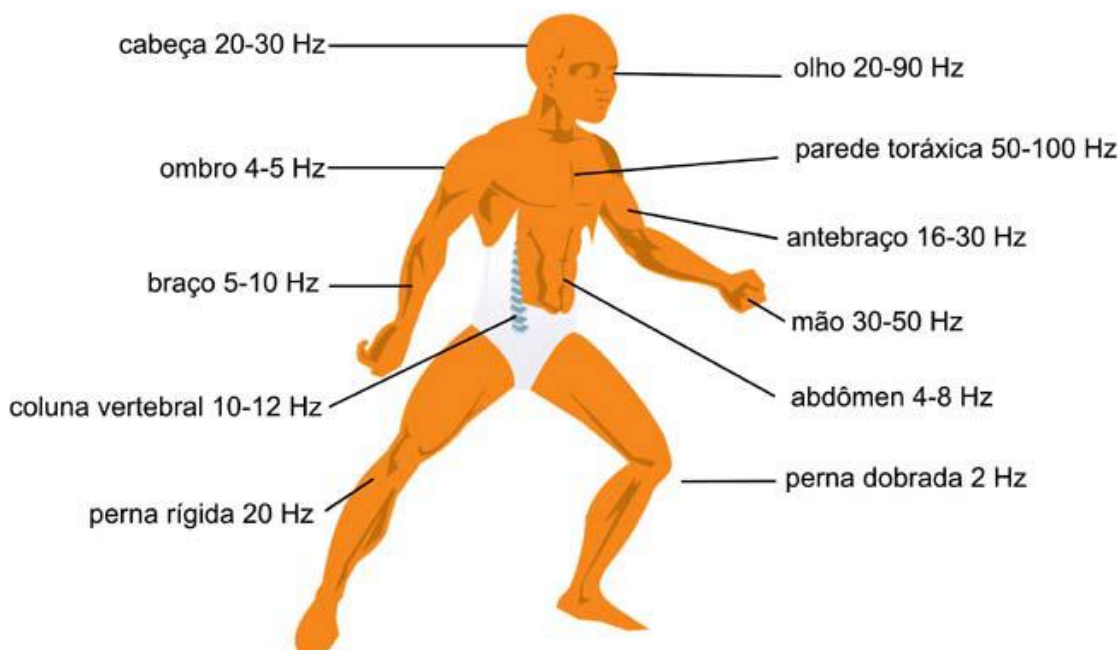
- Isolar a vibração;
- Equipamentos de amortecimento (luvas);
- Adaptar postura;

- Reduzir força de preensão e para empurrar;
- Reduzir áreas de contato;
- Treinar (comprovadamente - registrar) e orientar;
- Rastreamento médico: Relatar sintomas e analisar a tarefa.

VIBRAÇÕES OCUPACIONAIS

Ao contrário de outros agentes, onde o trabalhador é sujeito passivo, expondo-se aos riscos, **no caso das vibrações**, deve haver, caracteristicamente, o contato entre o trabalhador e o equipamento ou máquina que transmita a vibração.

A vibração consiste em movimento inerente aos corpos dotados de massa e elasticidade. O corpo humano possui uma vibração natural. Se uma frequência externa coincide com a frequência natural do sistema, ocorre a ressonância, que implica em amplificação do movimento. A energia vibratória é absorvida pelo corpo, como consequência da atenuação promovida pelos tecidos e órgãos. O corpo humano possui diferentes frequências de ressonância, conforme figura a seguir:



O corpo humano reage às vibrações de formas diferentes. A sensibilidade às vibrações longitudinais (ao longo do eixo z, da coluna vertebral) é distinta da sensibilidade transversal (eixos x ou y, ao longo dos braços ou através do tórax). Em cada direção, a sensibilidade também varia com a frequência, eis que, para determinada frequência, a aceleração tolerável é diferente daquela em outra frequência.

Existem vários efeitos catalogados, sendo que os principais e mais danosos são:

- perda do equilíbrio, simulando uma labirintite, além de lentidão de reflexos;
- manifestação de alteração no sistema cardíaco, com aumento da frequência de batimento do coração;
- efeitos psicológicos, tal como a falta de concentração para o trabalho;
- apresentação de distúrbios visuais, como visão turva;
- efeitos no sistema gastrointestinal, com sintomas desde enjoos até gastrites e ulcerações;
- manifestação do mal do movimento (cinetose), que ocorre no mar, em aeronaves ou veículos terrestres, com sintomas de náuseas, vômitos e mal estar geral;
- comprometimento, inclusive permanente, de determinados órgãos do corpo;

- degeneração gradativa do tecido muscular e nervoso, especialmente para os submetidos a vibrações localizadas, apresentando a patologia, popularmente conhecida como dedo branco, causando perda da capacidade manipulativa e o tato nas mãos e dedos, dificultando o controle motor.

As vibrações transmitidas ao corpo humano podem ser classificadas em dois tipos, de acordo com a região do corpo atingida:

- **vibrações de corpo inteiro:** são de baixa frequência e alta amplitude situa-se na faixa de 1 a 80 Hz, mais especificamente 1 a 20 Hz. Estas vibrações são específicas para atividades de transporte e são afetas à norma **ISO 2631**.
- **vibrações de extremidades** (também conhecidas como segmentais, localizadas ou de mãos e braços): são as mais estudadas, situam-se na faixa de 6,3 a 1250 Hz, ocorrendo nos trabalhos com ferramentas manuais e normatizadas pela **ISO 5349**.

AVALIANDO AS VIBRAÇÕES

Utilizar equipamentos específicos para avaliação de vibração ocupacional (**monitores de vibração**), dotados de acelerômetros triaxiais, inclusive com as curvas de ponderações previstas na ISO 8041, todos eles com certificados de calibração.

A elaboração de Laudo de Avaliação da Exposição Ocupacional às Vibrações é Documento gerencial cuja finalidade é estabelecer quais trabalhadores estão expostos às vibrações de corpo inteiro e de mãos e braços.

A vibração pode ser caracterizada pelo deslocamento, velocidade ou aceleração, ou ainda, em decibéis; no entanto, a aceleração tem sido extensivamente utilizada como unidade em vibrações. Os valores de referências em cada unidade de medida são:

Unidade	Comum	dB
aceleração	10^{-6} m/s ²	10^{-5} m/s ²
velocidade	10^{-9} m/s	10^{-8} m/s
deslocamento	10^{-12} m	10^{-11} m

Para se avaliar um sinal vibratório devem ser conhecidas algumas medidas:

- os valores de pico, que indicam os valores máximos, mas não trazem qualquer informação acerca da duração ou tempo de movimento, é particularmente usado na indicação de níveis de impacto de curta duração;
- os valores médios, que indicam apenas a média da exposição sem qualquer relação com a realidade do movimento, é usado quando se quer se levar em conta um valor da quantidade física da amplitude em um determinado tempo;
- o valor da raiz média quadrática (**rms**) ou valor eficaz, que é a raiz quadrada dos valores quadrados médios dos movimentos, é a mais importante medida da amplitude porque ele mostra a média da energia contida no movimento vibratório. Portanto, mostra o potencial destrutivo da vibração;
- o fator de forma e o fator de crista permitem conhecer a homogeneidade do fenômeno em estudo ao longo do período. Valores de fator de forma próximos de 2 indicam fenômeno do tipo senoidal;

- o fator de crista e o fator de forma permitem conhecer a homogeneidade do fenômeno em estudo ao longo do período. Grandes valores para o fator de crista indicam a presença de algum pico destacado, provavelmente resultante de fenômenos repetitivos a intervalos regulares;

- O valor pico-a-pico indica a máxima amplitude da onda e é usado, por exemplo, onde o deslocamento vibratório da máquina é parte crítica na tensão máxima de elementos de máquina.

As medidas são realizadas na interface entre a pele e a fonte de vibração. Há dois tipos de sensores de vibração: os sem contato (capacitivo e indutivo) e os com contato (eletromagnético e piezoelétrico); enquanto aqueles permitem a medição fora do sistema vibratório, estes são obrigatoriamente fixados no sistema vibratório. Métodos sem contato, por exemplo, lasers, a princípio, são preferidos, mas não são comumente utilizados em avaliações ocupacionais.

O sistema básico para medição de vibrações é composto por sensor de vibração (transdutor), amplificador e um integrador ou diferenciador que permite a transformação da medida em sinal elétrico; o sistema ainda pode ser dotado de filtro de bandas para selecionar frequências específicas.

Cada segmento do corpo humano possui resposta específica à vibração, em função da frequência, além do que, raramente é unidirecional, daí porque a necessidade de estabelecimento de eixos para mensurar a exposição. Para vibração de corpo inteiro, o sistema de coordenadas tem centro no tronco; para a vibração de mãos e braços há dois sistemas:

- o **basicêntrico**, localizado na interface entre a manopla e a mão;
- o **biodinâmico**, com centro no terceiro osso metacarpiano da mão.

Na prática o sistema basicêntrico é utilizado para avaliar a vibração no equipamento e, o sistema biodinâmico, cuja avaliação é realizada no **3º metacarpiano** da mão, considera o efeito final no membro.

OS LIMITES DA ACGIH PARA VIBRAÇÕES DE MÃOS E BRAÇOS

A avaliação das vibrações de mãos e braços deve ser realizada com base nos critérios da ISO 5349 de 1986. A mensuração deve ser realizada para cada eixo (x, y e z), por meio da aceleração ponderada, rms, correspondente ao eixo dominante. Inobstante a nova versão da ISO 5349 de 2001, a ACGIH ainda utiliza em sua norma a ponderação em frequência da ISO 5349 de 1986. Além do que, a relação dose resposta contida no anexo C é consistente com relação à dose resposta da norma anterior.

Os limites de tolerância da ACGIH, para vibrações localizadas, reproduzidos a seguir, referem-se aos níveis e tempos de exposição para os quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, dia após dia, sem evoluir para além do primeiro estágio da Classificação de Estocolmo para o aparecimento dos dedos brancos induzidos por vibrações.

Duração total da exposição diária

Valores do componente de aceleração dominante em rms, frequência ponderada, que não devem ser excedidos.

Exposição Diária	m/s ²	g
4 horas e menos de 8	4	0,40
2 horas e menos de 4	6	0,61
1 hora e menos de 2	8	0,81
menos de 1 hora	12	1,22

EQUIPAMENTOS

No Brasil, o contratante de serviços de avaliação de vibrações deve ter um cuidado especial, eis que muitas empresas estão avaliando **vibrações ocupacionais** com equipamentos destinados a avaliar **vibração em equipamentos**, com finalidades de manutenção preditiva.

Outras empresas possuem equipamento para avaliação de vibrações com enfoque ocupacional; no entanto, tais equipamentos estão **defasados**, pois seguem as normas ISO 5349 e 2631 antigas. Tais equipamentos não contemplam as novas curvas de ponderação previstas nas novas normas.

A **JS TÉCNICAS & SOLUÇÕES**, dando mais um passo à frente de seu tempo, faz essas avaliações com metodologias adequadas e atuais, utilizando o que de mais moderno em termos de avaliação de vibrações, ou seja, o equipamento HAV Pro da Quest Technologies, que inclui todas as inovações das versões atuais das normas ISO 5349 e 2631.

CONCLUSÃO

As vibrações de corpo inteiro têm despertado pouco interesse, inclusive em nível internacional. No entanto, as vibrações de mãos e braços têm sido exaustivamente pesquisadas. Prova do interesse mundial no assunto foi a realização da 10ª edição da Conferência Internacional de Vibração de Mãos e Braços, realizada recentemente em Nevada, nos Estados Unidos.

A questão ainda é um tanto nebulosa quando se trata de definir limites de tolerâncias, já que, por exemplo, no caso das vibrações de mãos e braços estão envolvidos vários efeitos, tais como o **vascular**, o **neurológico** e o **musculoesquelético**.

Na Europa está sendo realizada uma enorme pesquisa com a participação de seis países (França, Alemanha, Itália, Suécia, Holanda e Inglaterra), batizada de “VIBRISKIS”, iniciada em 2003, com finalidade de realizar diversos estudos epidemiológicos.

A pesquisa avança no estudo da transmissão de vibração; no entanto, a tecnologia deve buscar alternativas para reduzir a vibração, inclusive por meio de soluções ergonômicas. Que sabe se pudéssemos no futuro adquirir ferramentas ou equipamentos com baixos níveis de vibração, preservando a saúde do trabalhador seria uma ótima solução.

NOTA

Portaria do MTE 1.297/14, publicada em 14/08/2014.

A CNTT e A CNTI em abril de 2015 entram com ADIN - Ação Direta de Inconstitucionalidade contra Portaria 1.297/14 no STF, que altera a Vibração de Corpo Inteiro - VCI.

A Portaria 1.297/2014 altera os limites de tolerância à exposição ao Agente Físico: Vibração de Corpo Inteiro (VCI), dos **0,63 m/s² para 1,1 m/s²**. Esta medida retirou o direito de 10 milhões de trabalhadores (as) em transportes que poderiam reivindicar o pagamento de insalubridade por exposição ao risco, pois segundo eles é desprovido de qualquer amparo técnico e legal uma vez que não assegura que não trará dano ao trabalhador em sua vida laboral.

Com a Portaria se elevou em quase três vezes o valor limite de exposição estabelecido pela **ISO 2631** em sua última versão, sem que tenha apresentado um único estudo ou comprovação de que o trabalhador possa se expor a tal nível durante 8 horas diárias sem causar danos à sua saúde durante sua vida laboral, contrariando todos os estudos técnicos e científicos publicados por diversas autoridades e entidades internacionalmente reconhecidas para a proteção do trabalhador, como a ACGIH, ISO e outras, por exemplo.

MEDIDAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS

Conforme a **PORTARIA N.º 1.297 DE 13 DE AGOSTO DE 2014** (DOU de 14/08/ 2014 - Seção 1) Aprova o Anexo 1 - Vibração - da Norma Regulamentadora n.º 9 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), altera o Anexo 8 - Vibração - da Norma Regulamentadora n.º 15 - Atividades e Operações Insalubres, segue as medidas preventivas e corretivas:

5. Medidas Preventivas e Corretivas

5.1 As medidas preventivas devem contemplar:

- a) Avaliação periódica da exposição;
- b) Orientação dos trabalhadores quanto aos riscos decorrentes da exposição à vibração e à utilização adequada dos equipamentos de trabalho, bem como quanto ao direito de comunicar aos seus superiores sobre níveis anormais de vibração observados durante suas atividades;
- c) Vigilância da saúde dos trabalhadores focada nos efeitos da exposição à vibração;
- d) Adoção de procedimentos e métodos de trabalho alternativos que permitam reduzir a exposição a vibrações mecânicas.

5.1.1 As medidas de caráter preventivo descritas neste item não excluem outras medidas que possam ser consideradas necessárias ou recomendáveis em função das particularidades de cada condição de trabalho.

5.2 As medidas corretivas devem contemplar, no mínimo, uma das medidas abaixo, obedecida a hierarquia prevista na NR9:

- a) No caso de exposição às VMB, modificação do processo ou da operação de trabalho, podendo envolver: a substituição de ferramentas e acessórios; a reformulação ou a reorganização de bancadas e postos de trabalho; a alteração das rotinas ou dos procedimentos de trabalho; a adequação do tipo de ferramenta, do acessório utilizado e das velocidades operacionais;
- b) No caso de exposição às VCI, modificação do processo ou da operação de trabalho, podendo envolver: o reprojeto de plataformas de trabalho; a reformulação, a reorganização ou a alteração das rotinas ou dos procedimentos e organização do trabalho; a adequação de veículos utilizados, especialmente pela adoção de assentos antivibratórios; a melhoria das condições e das características dos pisos e pavimentos utilizados para circulação das máquinas e dos veículos;
- c) Redução do tempo e da intensidade de exposição diária à vibração;
- d) Alternância de atividades ou operações que gerem exposições a níveis mais elevados de vibração com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis.

5.2.1 As medidas de caráter corretivo mencionadas não excluem outras medidas que possam ser consideradas necessárias ou recomendáveis em função das particularidades de cada condição de trabalho.

(*) **Consultor e Assessor Técnico em Segurança do Trabalho da JS Técnicas & Soluções (Barueri-SP), Instrutor de Treinamento, Professor, Escritor, Técnico de Segurança do Trabalho, Auditor Líder em Sistemas de Gestão em Segurança e Saúde no Trabalho e Consultor Técnico da Revista Proteção. JS TÉCNICAS & SOLUÇÕES: www.js.srv.br Contato: comercial@js.srv.br ou contato@js.srv.br**