



INSTITUTO FEDERAL

Amazonas

Campus Manaus Centro

ADRIELLE ARAÚJO DA SILVA

ELAYNNE GABRYELLY DANTAS DA SILVA

NIDIANNE NASCIMENTO VILHENA

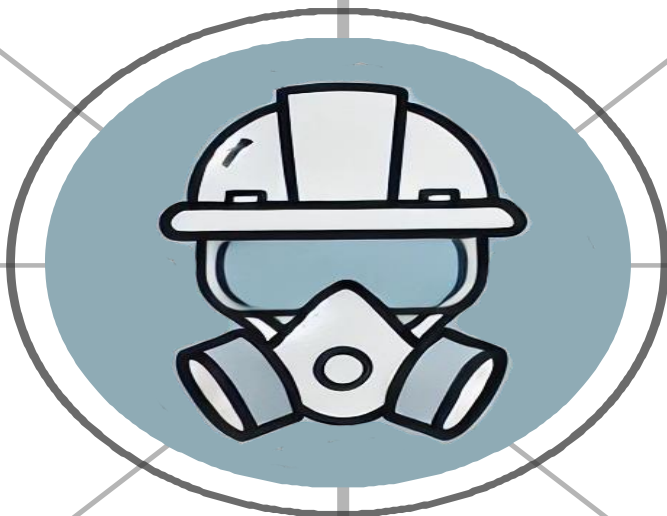
SOPHIA TALISMAN DE VASCONCELOS

GUIA VISUAL DE HIGIENE OCUPACIONAL

PRÁTICAS ESSENCIAIS

1ª Edição

NHO 09 e 10



GUIA VISUAL DE HIGIENE OCUPACIONAL

PRÁTICAS ESSENCIAIS

**NHO 09 – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A
VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO**

**NHO 10 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A
VIBRAÇÕES EM MÃOS E BRAÇOS**

**ADRIELLE ARAÚJO DA SILVA
ELAYNNE GABRYELLY DANTAS DA SILVA
NIDIANNE NASCIMENTO VILHENA
SOPHIA TALISMAN DE VASCONCELOS**

Para maiores informações sobre as Normas de Higiene
Ocupacional na ÍNTEGRA, escaneie o QR-CODE ao
lado!



INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - CAMPUS MANAUS CENTRO
Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro
Cep: 69020-120
Manaus – AM

Capa e editoração eletrônica: Larissa do Nascimento Pinheiro, Nidianne Nascimento Vilhena e Wallace Oliveira Nunes Júnior.

Revisão: Larissa do Nascimento Pinheiro, Mary Jane Cavalcante Nascimento e Wallace Oliveira Nunes Júnior.

Organização: Nidianne Nascimento Vilhena

GUIA VISUAL DE HIGIENE OCUPACIONAL: PRÁTICAS ESSENCIAIS – NHO 09 e 10

SILVA, Adrielle A.
SILVA, Elayne G. D.
NASCIMENTO, Nidianne
VASCONCELOS, Sophia T.

1ª Edição
Dezembro de 2024
ISBN: 978-65-85652-90-2

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

G943 Guia visual de higiene ocupacional: práticas essenciais – NHO 09 e NHO 10 / Nidianne Nascimento Vilhena [organizadora]; autores, Adrielle Araújo da Silva ... [et al.]. - Manaus : IFAM, 2024.
52 p. : il. color.

NHO 09 - Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro. NHO 10 - Avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços.
ISBN: 978-65-85652-90-2

1. Higiene ocupacional. 2. Normas. 3. Práticas trabalhistas. I. Vilhena, Nidianne Nascimento. II. Silva, Adrielle Araújo da. III. Silva, Elayne Gabryelly Dantas da. IV. Vasconcelos, Sophia Talisman de. V. IFAM-CMC.

CDD 353.96

PREFÁCIO

O objetivo dessa cartilha é apresentar de forma resumida a Norma de Higiene Ocupacional 09, que se trata dos procedimentos de avaliação de Vibração de Corpo Inteiro, e a Norma de Higiene Ocupacional 10, que se trata dos procedimentos de avaliação de vibração de mãos e braços.

Portanto, a NHO 09 possui como objetivo estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação exposição ocupacional à vibrações de corpo inteiro (VCI), que implique possibilidade de ocorrência de problemas diversos à saúde do trabalhador, entre os quais, aqueles relacionados à coluna vertebral.

Para maiores informações sobre as Normas de Higiene Ocupacional na íntegra, escaneie o QR-CODE ao lado!



RESUMO

O quinto volume, intitulado "Norma de Higiene Ocupacional 09 - Avaliação de Exposição Ocupacional de Corpo Inteiro e Norma de Higiene Ocupacional 10 - Avaliação de Exposição Ocupacional em Mãos e Braços", é direcionado a estudantes de segurança do trabalho e áreas correlatas em todo o Brasil, com o intuito de enriquecer o conhecimento técnico deste público.

Este volume tem como finalidade, de maneira concisa em relação às normas originais, explicar como serão realizadas as avaliações qualitativas e quantitativas das atividades que implicam exposição ocupacional a vibrações, seja em corpo inteiro ou em mãos e braços. Ao longo da leitura, o leitor será apresentado aos principais aspectos necessários para a execução dessas avaliações, que incluem critérios para a análise qualitativa e quantitativa, como experiência profissional, condições do ambiente de trabalho, duração da exposição, grupo afetado, equipamentos utilizados, elaboração de relatórios, entre outros pontos relevantes. É fundamental que existam dados adicionais ao que será abordado. Por isso, foram mencionadas referências de normas e websites que poderão enriquecer os estudos do leitor.

Palavras-chave: NHO, AVALIAÇÃO, VIBRAÇÃO, ESTUDO QUANTITATIVO.

ABSTRACT

The fifth volume, entitled "Occupational Hygiene Standard 09 - Assessment of Full-Body Occupational Exposure and Occupational Hygiene Standard 10 - Assessment of Hand and Arm Occupational Exposure", is aimed at students of occupational safety and related areas throughout Brazil, with the aim of enriching the technical knowledge of this audience.

The purpose of this volume is to explain, in a concise manner in relation to the original standards, how the qualitative and quantitative assessments of activities that involve occupational exposure to vibrations, whether of the entire body or of the hands and arms, will be carried out. Throughout the reading, the reader will be introduced to the main aspects necessary for carrying out these assessments, which include criteria for qualitative and quantitative analysis, such as professional experience, work environment conditions, duration of exposure, affected group, equipment used, preparation of reports, among other relevant points. It is essential that there is additional data to what will be covered. For this reason, references to standards and websites that may enrich the reader's studies were mentioned.

Keywords: NHO, EVALUATION, VIBRATION, QUANTITATIVE STUDY.

APRESENTAÇÃO



Adrielle de Araújo

Autora



Elayne Gabryelly

Autora



Nidianne Nascimento

Autora



Sophia Talisman

Autora

Este material explora de maneira interativa e ilustrativa os temas relacionados às Normas NHO 09 que é dedicada à vibração de corpo inteiro, enquanto a NHO 10 aborda a vibração de mãos e braços. As autoras responsáveis por esta obra são Adrielle de Araújo da Silva, Elayne Gabryelly Dantas da Silva e Sophia Talisman Vasconcelos, alunas do curso subsequente de Segurança do Trabalho, juntamente com a professora Nidianne. Elas fazem parte do Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Centro (IFAM - CMC), localizado em Manaus, a capital do Amazonas. O Instituto Federal do Amazonas foi criado pela integração do Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas com as Escolas Agrotécnicas Federais de Manaus e São Gabriel da Cachoeira, em 29 de dezembro de 2008. A missão do IFAM - CMC é promover com excelência o desenvolvimento sustentável da Amazônia. A trajetória das instituições federais no Amazonas começou em 1909, sob a presidência de Nilo Peçanha, e vem se expandindo continuamente. Atualmente, o IFAM está presente em 23 municípios do Estado, oferecendo maior flexibilidade no ensino e formando cada vez mais profissionais qualificados para o mercado de trabalho.

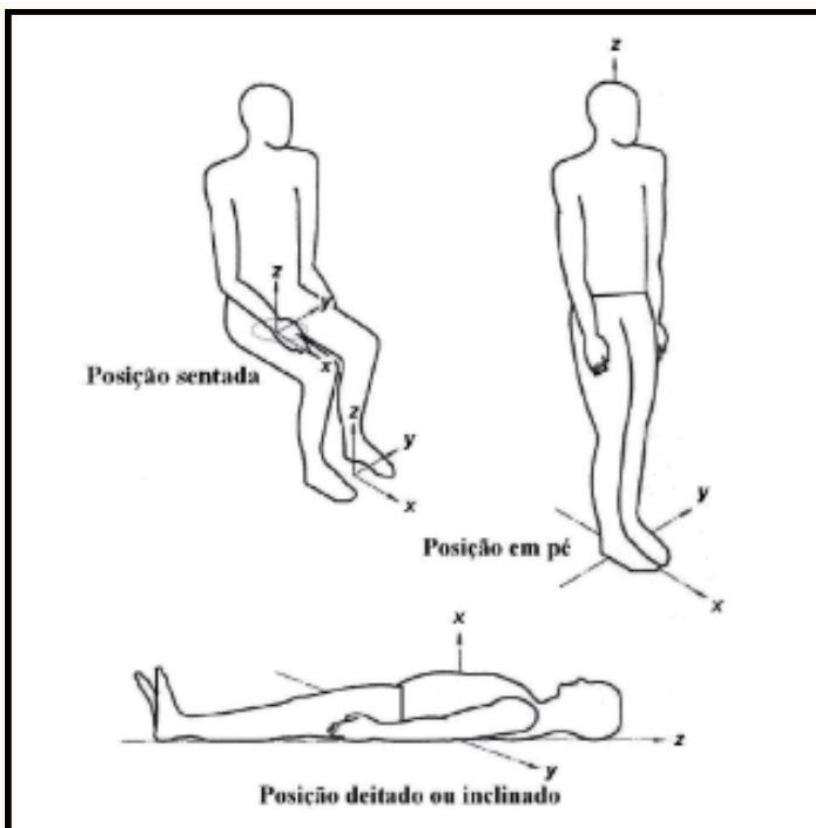
Sumário

INTRODUÇÃO NHO 09	9
PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO	10
LOCAIS DE TRABALHO	10
ANÁLISE PRELIMINAR DA EXPOSIÇÃO	11
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EXPOSIÇÃO	13
IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE EXPOSIÇÃO	14
ACELERAÇÃO RESULTANTE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL	15
EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	18
TRANSDUTORES DE VIBRAÇÃO	19
CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	20
PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO	21
DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO RESULTANTE DE EXPOSIÇÃO REPRESENTATIVA (ARE)	23
DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO RESULTANTE DE EXPOSIÇÃO NORMALIZADA (AREN)	24
MEDIDAS PREVENTIVAS	25
RELATÓRIO	27
INTRODUÇÃO NHO 10	28
PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO	29
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EXPOSIÇÃO	30
IDENTIFICAÇÃO DAS COMPONENTES DE EXPOSIÇÃO	31

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	33
CALIBRADORES PARA VIBRAÇÃO	34
INTERFERENTES AMBIENTAIS NO DESEMPENHO DOS EQUIPAMENTOS	34
ACESSÓRIOS COMPLEMENTARES	35
LOCALIZAÇÃO E FIXAÇÃO DOS TRANSDUTORES	35
PROCEDIMENTO ESPECÍFICO DE MEDIÇÃO	38
DETERMINAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA.....	39
MEDIDAS PREVENTIVAS	40
MEDIDAS CORRETIVAS	41
RELATÓRIO	43
ATIVIDADES DE FIXAÇÃO	44
REFERÊNCIAS.....	51

INTRODUÇÃO NHO 09

A norma aplica-se à exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro, em quaisquer situações de trabalho em que a vibração seja transmitida ao corpo, tanto na posição em pé, quanto na sentada.



PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

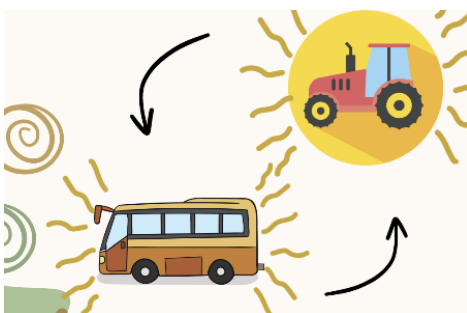
A avaliação da vibração deverá ser feita de forma a ser **representativa da exposição de todos os trabalhadores** considerados no estudo. Identificando-se os grupos de exposição similar, não precisarão ser avaliados todos os trabalhadores.

As avaliações podem ser realizadas apenas com uma parte dos trabalhadores, considerando que estejam em situação correspondente à exposição “típica” do grupo.

Se caso houver dúvidas sobre a quantidade parcial de amostragem deverá ser coletada mais amostragem até que aja convicção técnica.

LOCAIS DE TRABALHO

Deverão ser obtidas **informações técnicas** e **administrativas** relacionadas aos veículos, às máquinas e aos equipamentos, às operações e demais parâmetros (ambientais, de processos de trabalho etc.) **envolvidos nas condições de trabalho avaliadas.**



ANÁLISE PRELIMINAR DA EXPOSIÇÃO

- a) Informações fornecidas por fabricantes de veículos, máquinas ou equipamentos sobre suas especificações técnicas, incluindo os níveis de vibração gerados durante as operações envolvidas na exposição;
- b) Estado de conservação de veículos, máquinas ou equipamentos utilizados quanto aos sistemas de amortecimento, assentos e demais dispositivos que possam interferir na exposição dos operadores ou motoristas.
- c) Dados de medições de exposição ocupacional já existentes, eventualmente disponíveis;
- d) Características da superfície de circulação;
- e) Constatação de condições específicas de trabalho que possam contribuir para o agravamento das condições de exposição, como, por exemplo: atividades desenvolvidas em situações ou condições diversas das finalidades para as quais se destinam os veículos, as máquinas ou os equipamentos;
- f) Estimativa de tempo efetivo da exposição diária;
- g) Nível de ação e limite de exposição adotados;
- h) Informações ou registros relacionados a queixas, susceptibilidades ou predisposições atípicas ou antecedentes médicos relacionados aos trabalhadores expostos e os efeitos neles gerados.

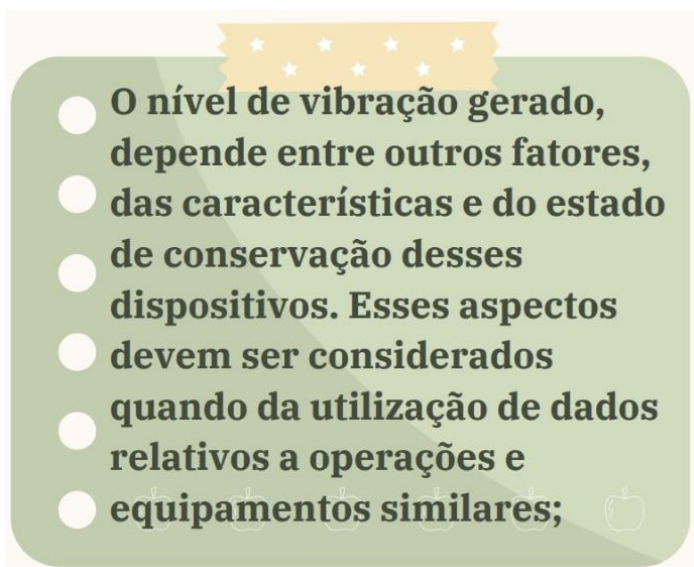


Então seguem as ETAPAS de análise:

1-Quando, por meio da análise preliminar, houver a convicção técnica de que as situações de exposição são aceitáveis, em princípio não serão necessárias avaliações quantitativas, sendo recomendada, no mínimo, a manutenção das condições de exposição existentes.

2- Quando, por meio da análise preliminar, houver a convicção técnica de que as situações de exposição são inaceitáveis, em princípio não serão necessárias avaliações quantitativas, sendo obrigatória a adoção de medidas de controle.

3- Quando, por meio da análise preliminar, houver a convicção técnica de que as situações de exposição são aceitáveis, em princípio não serão necessárias avaliações quantitativas, sendo recomendada, no mínimo, a manutenção das condições de exposição existentes.



AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EXPOSIÇÃO

O conjunto de medições deve ser representativo das condições reais da exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto do estudo.

Desta forma, a **avaliação deve cobrir todas as condições operacionais habituais e rotineiras** que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções.

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis, mas não habituais, devem ser avaliadas e interpretadas isoladamente, considerando-se a sua contribuição na exposição diária.



IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE EXPOSIÇÃO

A identificação das componentes de exposição é feita por meio de uma avaliação qualitativa, cuidadosa e detalhada, do processo e das condições de trabalho, considerando: a variedade de tipos e características de veículos e máquinas, assentos e suspensões, tipos de pavimento, velocidades de condução, procedimentos e operações distintas, tempos de trabalho, pausas ao longo da exposição diária, modos de condução e modos operacionais distintos, inerentes a cada trabalhador, entre outros.

A definição das componentes de exposição fica a critério do avaliador, considerando-se as variáveis ambientais e operacionais, visando à praticidade do estudo.



ACELERAÇÃO RESULTANTE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Uma vez determinadas as componentes de exposição, devem ser obtidos: a aceleração resultante de exposição parcial (a_{repi}) e o valor da dose de vibração da exposição parcial (VDV_{expji}), representativos da contribuição da exposição ocupacional de cada uma das diferentes componentes identificadas.

Também deverão ser determinados o tempo médio de duração de cada componente T_i , o número de repetições de cada componente ao longo da jornada de trabalho, o tempo total utilizado para a medição das “s” amostra representativas de cada componente e o tempo total de exposição à vibração ao longo de toda a jornada de trabalho decorrente de cada componente T_{exp} .

O T_i de cada componente de exposição deve ser determinado por meio da média aritmética das cronometragens, obtidas cada vez que componente é repetida.

Quando o número de repetições for igual ou superior a três, devem ser feitas no mínimo três cronometragens ou quantas forem necessárias para que seja alcançado um valor representativo do T_i .

A aceleração resultante de exposição parcial (AREPi) de cada componente de exposição deve ser determinada por meio da média aritmética das acelerações, obtidas cada vez que a componente é repetida.

Cada valor de aceleração, obtido neste caso, corresponde à aceleração média resultante (AMRik).

Quando o número de repetições for igual ou superior a três, devem ser feitas no mínimo três medições ou tantas quantas forem necessárias para que seja alcançado um valor representativo da arepi, que será obtido pelo valor a seguir:

Fórmula

$$arep_i = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s amr_{ik} \quad \left[m / s^2 \right]$$

Sendo:

amr_{ik} = *aceleração média resultante* relativa à késima amostra selecionada dentre as repetições da *componente de exposição* “i”;

s = número de amostras da *componente de exposição* “i” que foram mensuradas.





IMPORTANT!

A medição em um número maior de repetições pode ser necessária quando a componente de exposição for de curta duração ou forem observadas significativas variações nos tempos de duração e nas acelerações obtidas entre diversas repetições observadas.

Todavia, este fato também pode ser indicativo de que houve falha ou inadequação na identificação das componentes de exposição.

Neste caso, pode ser necessária a uma nova análise das condições de exposição do trabalhador avaliado, visando a uma nova identificação das componentes de exposição. As referidas variações nas acelerações obtidas também podem ser decorrentes de falhas no processo de medição, indicando a necessidade de revisão do procedimento e do instrumental utilizado.

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Os medidores a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro devem ser integradores, atender aos requisitos constantes da Norma ISO 8041 (2005) ou de suas futuras revisões e complementações e estar ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- circuitos de ponderação para corpo inteiro
 - W_k para o eixo “z”
 - W_d para os eixos “x” e “y”
- fator de multiplicação “fj” em função do eixo considerado
 - $f_x = 1,4$
 - $f_y = 1,4$
 - $f_z = 1,0$
- medição em rms

ATENÇÃO!

Nova ISO 2631

Em 2017, a ISO 8041, que trata da medição e avaliação da exposição a vibrações de corpo inteiro, foi atualizada e substituída pela ISO 2631. Esta atualização trouxe alterações significativas nos métodos de medição e nos critérios de avaliação da exposição a vibrações, refletindo avanços na pesquisa e melhores práticas na área. A nova norma ISO 2631 oferece uma abordagem mais moderna e abrangente, com o objetivo de aprimorar a precisão na avaliação dos riscos associados à vibração e melhorar a proteção à saúde e segurança dos trabalhadores expostos.

TRANSDUTORES DE VIBRAÇÃO

A seleção do transdutor de vibrações (acelerômetro) deve ser feita considerando-se o tipo de montagem necessária para o devido posicionamento e fixação do transdutor e as características do sinal a ser medido, tais como:

- ✓ frequências,
- ✓ amplitudes,
- ✓ ocorrência de picos elevados (por exemplo: movimentação de veículos em pisos irregulares ou esburacados ou medições em plataformas vibrantes).

Para avaliação da exposição ocupacional a vibrações transmitidas por assentos, devem ser utilizados acelerômetros de assento construídos especificamente para esta finalidade.



CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Medidores, acelerômetros e calibradores **deverão ser periodicamente calibrados** pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), por laboratórios acreditados pelo Inmetro para esta finalidade ou por laboratórios internacionais, desde que reconhecidos pelo Inmetro.

A periodicidade de calibração deve ser estabelecida com base nas recomendações do fabricante, em dados históricos da utilização dos medidores que indiquem um possível comprometimento na confiabilidade do equipamento e em critérios que venham a ser estabelecidos em lei.

A calibração também deverá ser refeita sempre que ocorrer algum evento que implique suspeita de dano ou comprometimento do sistema de medição.



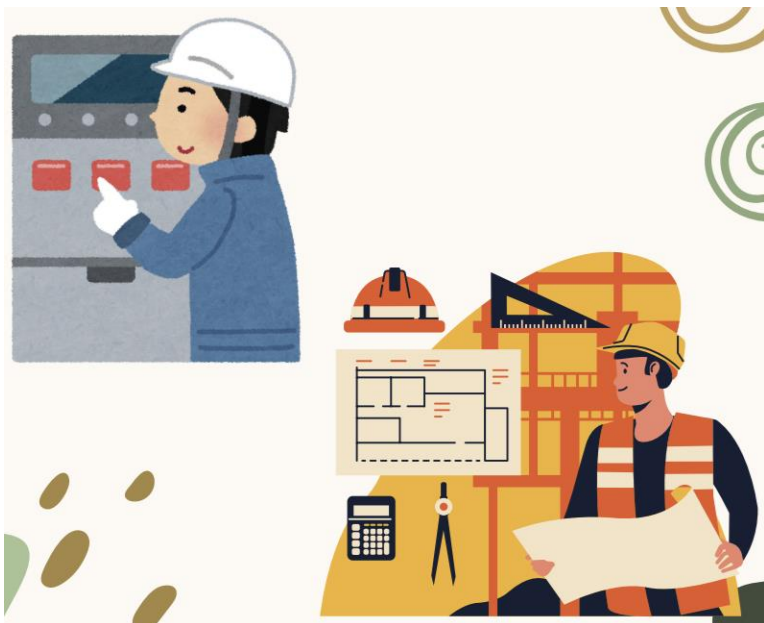
Interferentes ambientais no desempenho dos equipamentos

- Na utilização de medidores e calibradores deverão ser consideradas as interferências decorrentes das condições de umidade e temperatura, da presença de campos magnéticos ou outros interferentes, conforme especificados pelos fabricantes.

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

Em determinadas situações de trabalho, nas quais as atividades são realizadas em pé, as medições terão de ser feitas com acelerômetros fixados no piso. Devem ser conhecidos os cuidados e as restrições na aplicação das diversas alternativas de fixação. Não devem ser utilizados tipos de fixação que promovam um fraco acoplamento entre o transdutor e a superfície vibrante e que possam comprometer os resultados obtidos.

Em algumas situações de exposição, pode ser necessária a medição em dois ou mais pontos distintos. Esta alternativa se aplica quando esses pontos, pertencentes à zona de exposição, apresentam leituras diferenciadas.



Medição dos valores de aceleração

O posicionamento e a conduta do avaliador devem propiciar **a menor interferência possível nas condições e nos procedimentos de trabalho do avaliado**, visando ao não comprometimento da medição.

Validação dos Dados

Os dados obtidos **só poderão ser validados se o equipamento mantiver comportamento regular** durante todo o procedimento de medição.

Determinação da exposição diária

Uma componente de exposição, de curta ou longa duração, de ocorrência única ou repetida durante toda a jornada de trabalho ou em parte dela; duas ou mais componentes de exposição, de curta ou longa duração, repetidas ou não, de forma sequencial ou aleatória, durante toda a jornada de trabalho ou em parte dela.

DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO RESULTANTE DE EXPOSIÇÃO REPRESENTATIVA (ARE)

A obtenção da aceleração resultante de exposição (are) representativa da exposição ocupacional diária deve ser feita por meio da seguinte expressão:

$$are = \sqrt{\frac{I}{T} \sum_{i=1}^m n_i arep_i^2 T_i} \quad [m / s^2]$$

Sendo:

arep_i = *aceleração resultante de exposição parcial* representativa da exposição ocupacional relativa à componente de exposição “i”;

n_i = número de repetições de cada componente ao longo da jornada de trabalho;

T_i = tempo de duração da *componente de exposição* “i”;

T = tempo de duração da jornada diária de trabalho;

m = número de *componentes de exposição* que compõem a exposição diária.



DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO RESULTANTE DE EXPOSIÇÃO NORMALIZADA (AREN)

A aceleração resultante de exposição normalizada (*aren*), que correspondente à aceleração resultante de exposição, convertida para uma jornada padrão de 8 horas diárias, deve ser determinada por meio da seguinte expressão:

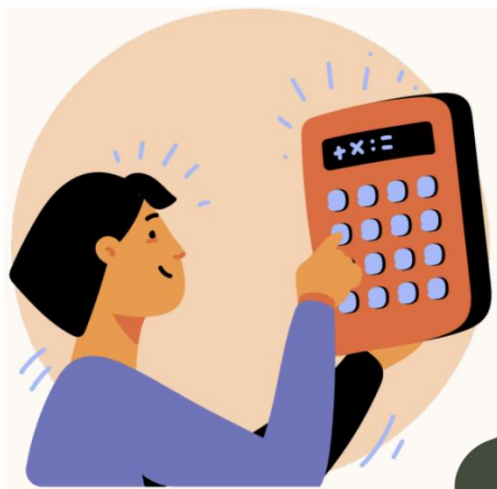
$$aren = are \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad [m / s^2]$$

Sendo:

are = *aceleração resultante de exposição*;

T = tempo de duração da jornada diária de trabalho expresso em horas ou minutos;

T₀ = 8 horas ou 480 minutos.



MEDIDAS PREVENTIVAS

As medidas preventivas são ações que visam a minimizar a probabilidade de que as exposições à vibração causem prejuízos ao trabalhador exposto e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Devem incluir o monitoramento periódico de exposição, a informação e orientação aos trabalhadores e o controle médico, em virtude de::

- ✓ Riscos decorrentes da exposição à vibração de corpo inteiro;
- ✓ Cuidados e procedimentos necessários para redução da exposição à vibração, como, por exemplo, adotar velocidades adequadas no uso de veículos, evitar, dentro do possível, superfícies irregulares, ajustar o assento do veículo em relação ao posicionamento e o peso do usuário;
- ✓ Cuidados a serem tomados após a exposição, tais como evitar levantar pesos ou fazer movimentos bruscos de torção ou flexão;
- ✓ Eventuais limitações de proteção das medidas de controle, sua importância e seu uso correto;
- ✓ Informar seus superiores sempre que observar níveis anormais de vibração durante o uso de veículos ou durante a execução de atividades em plataformas de trabalho.

As medidas de caráter preventivo, descritas neste subitem, não excluem outras medidas que possam ser consideradas necessárias ou recomendáveis em função das particularidades de cada situação.

As medidas corretivas visam a reduzir os níveis de exposição a vibrações, devendo ser adotadas tendo por base as recomendações estabelecidas no critério de julgamento e tomada de decisão.

Entre as diversas medidas corretivas podem ser citadas:

1. 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 de trabalho; a adequação de veículos utilizados, especialmente NHO 09 41 pela adoção de assentos antivibratórios; a melhoria das condições e das características dos pisos e pavimentos utilizados para circulação das máquinas e dos veículos;
2. Manutenção de veículos e máquinas, envolvendo especialmente os sistemas de suspensão e amortecimento, assento do operador, calibração de pneus, alinhamento e balanceamento, troca de componentes defeituosos ou desgastados de forma a mantê-los em bom estado de conservação;
3. Redução do tempo de exposição diária;
4. Alternância de atividades ou operações que geram exposições a níveis mais elevados de vibração com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis, resultando na redução da exposição diária. As medidas de caráter corretivo descritas neste subitem não excluem outras medidas

que possam ser consideradas necessárias ou recomendáveis em função das particularidades de cada situação.

RELATÓRIO

Recomenda-se que no relatório técnico sejam abordados, no mínimo, os aspectos apresentados a seguir de forma a possibilitar a compreensão, por leitor qualificado, do trabalho desenvolvido e a documentação dos aspectos da presente norma que foram utilizados no estudo:

1. Introdução, incluindo objetivos do trabalho;
2. Justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações;
3. Critério de avaliação adotado;
4. Instrumental e acessórios utilizados e registro dos certificados de calibração;
5. Metodologia de avaliação com base nas premissas apresentadas descrição dos ambientes de trabalho, dos processos, das operações e das condições de exposição avaliadas;
6. Descrição detalhada das características das máquinas ou dos veículos de trabalho, tais como: marca, tipo, modelo, potência, ano de fabricação e condições de manutenção;
7. Dados obtidos;
8. Interpretação dos resultados;
9. Informações complementares em decorrência de circunstâncias específicas que envolveram o estudo realizado.

INTRODUÇÃO NHO 10

A Norma de Higiene Ocupacional 10 é uma norma técnica tem por objetivo estabelecer critérios e procedimentos para avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços que implique risco à saúde do trabalhador, entre os quais a ocorrência da síndrome da vibração em mãos e braços (SVMB).



PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO

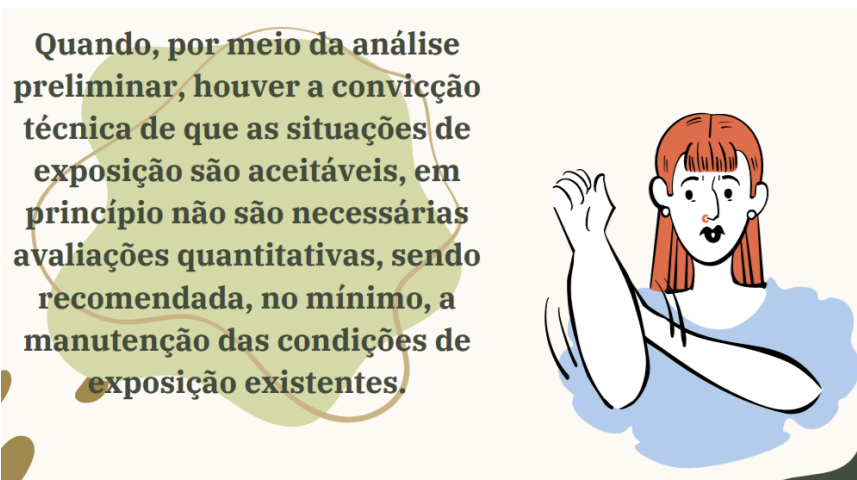
A abordagem dos locais e das condições de trabalho deverão ser obtidas informações técnicas e administrativas – relacionadas a ferramentas, operações e demais parâmetros (ambientais, de processos de trabalho etc.) envolvidos nas condições de trabalho avaliadas, necessárias à identificação dos grupos de exposição similar e à caracterização da exposição dos trabalhadores com base no critério utilizado.

A avaliação da vibração deverá ser feita de forma a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo. Identificando-se os grupos de exposição similar, não precisarão ser avaliados todos os trabalhadores.

Para a análise preliminar da exposição, deve-se considerar os seguintes aspectos:

- a) Informações fornecidas por fabricantes sobre os níveis de vibração gerados pelas ferramentas envolvidas na exposição;
- b) Estado de conservação das ferramentas;
- c) Dados de medições de exposição ocupacional já existentes, eventualmente disponíveis;
- d) Dados de ferramentas similares;
- e) Constatação de condições específicas de trabalho que possam contribuir para o agravamento das condições de exposição;

- f) Estimativa de tempo efetivo de exposição diária;
- g) Nível de ação e limite de exposição adotados;
- h) Informações ou registros relacionados a queixas, susceptibilidades ou predisposições atípicas ou antecedentes médicos.



AValiação QUANTITATIVA DA EXPOSIÇÃO

Os sistemas de medição devem ser compostos basicamente de **medidores integradores e transdutores (acelerômetros) do tipo triaxial.**

Esses transdutores serão posicionados nos pontos de medição. A **avaliação deve cobrir todas as condições operacionais habituais e rotineiras** que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções.

IDENTIFICAÇÃO DAS COMPONENTES DE EXPOSIÇÃO

A identificação das componentes de exposição é feita por meio de uma avaliação qualitativa, cuidadosa e detalhada, do processo e das condições de trabalho. considerando:

- ✓ Ferramentas e acessórios utilizados,
- ✓ Peças trabalhadas,
- ✓ Procedimentos,
- ✓ Operações e
- ✓ Posturas adotadas, entre outros.

No processo de medição, deve-se ter o cuidado necessário para minimizar a inclusão de sinais de vibração indesejados, não decorrentes da efetiva exposição. Como exemplo, podem ser mencionadas as movimentações exageradas de mãos ou ferramentas, ou outras condições de operação que provoquem a excessiva movimentação do transdutor, induzindo respostas do equipamento que não são decorrentes da exposição ocupacional.

Caso o avaliador constate a ocorrência da condição descrita, a amostra deverá ser descartada.

.

Obtenção de $arep_i$, T_i , n_i

$$arep_i = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s amr_{ik} \quad [m / s^2]$$

Sendo:

amr_{ik} = *aceleração média resultante* relativa à *késima amostra* selecionada dentre as repetições da *componente de exposição “i”*;

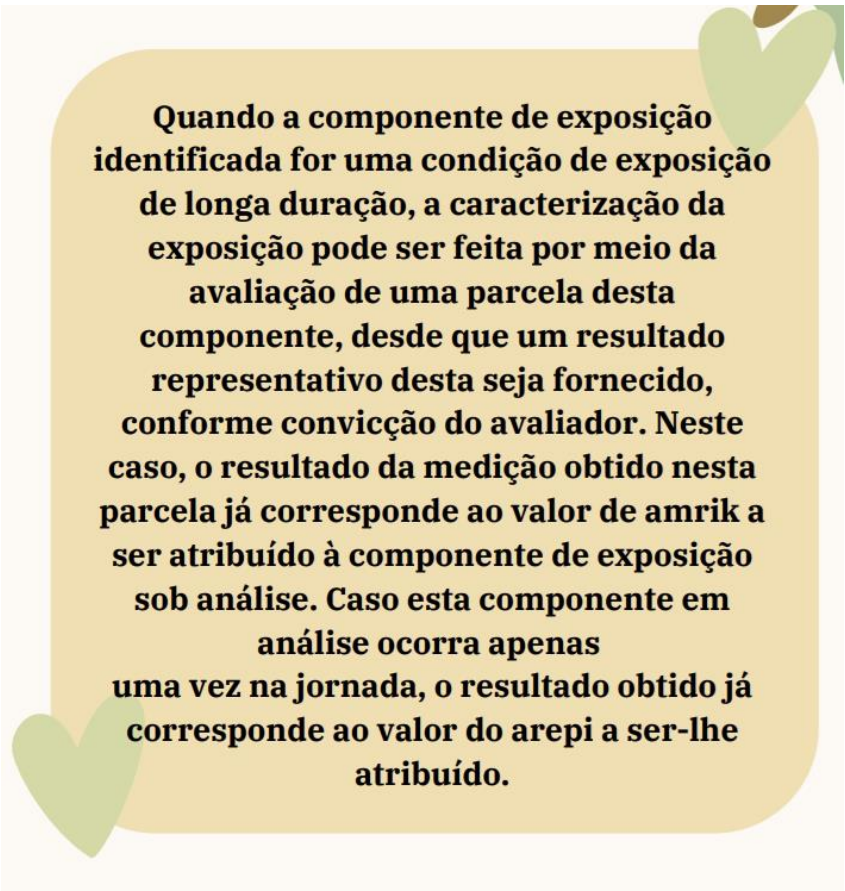
s = número de amostras da *componente de exposição “i”* que foram mensuradas.

Uma vez determinadas as componentes de exposição, devem ser obtidos:

A *aceleração resultante de exposição parcial* ($arep_i$) representativa da contribuição da exposição ocupacional de cada uma das diferentes componentes identificadas;

O *tempo médio de duração* de cada componente (T_i);

e o *número de repetições* de cada componente ao longo da jornada de trabalho (n_i). Esses parâmetros serão utilizados na determinação da *aceleração resultante de exposição* (are)



Quando a componente de exposição identificada for uma condição de exposição de longa duração, a caracterização da exposição pode ser feita por meio da avaliação de uma parcela desta componente, desde que um resultado representativo desta seja fornecido, conforme convicção do avaliador. Neste caso, o resultado da medição obtido nesta parcela já corresponde ao valor de amrik a ser atribuído à componente de exposição sob análise. Caso esta componente em análise ocorra apenas uma vez na jornada, o resultado obtido já corresponde ao valor do arepi a ser-lhe atribuído.

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Os medidores a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional à vibração em mãos e braços devem atender aos requisitos constantes da Norma ISO 8041 (2005) ou de suas futuras revisões e complementações e estarem ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros: - circuito de ponderação para mãos e braços (Wh)

- fator de multiplicação em função do eixo considerado: $f_j = 1,0$ para os eixos “x”, “y” e “z”

- medição em rms

A seleção do transdutor de vibrações (acelerômetro) deve ser feita considerando-se o tipo de montagem necessária para os devidos posicionamento e fixação do transdutor, bem como as características do sinal a ser medido, tais como: frequências, amplitudes, ocorrência de picos elevados (por exemplo: em ferramentas de percussão).

CALIBRADORES PARA VIBRAÇÃO

Os equipamentos utilizados na regulação dos medidores de vibração devem atender às especificações da Norma ISO 8041 (2005), ou de suas futuras revisões e complementações, e ser compatíveis com os acelerômetros utilizados.

INTERFERENTES AMBIENTAIS NO DESEMPENHO DOS EQUIPAMENTOS

Na utilização dos medidores e calibradores, deverão ser consideradas as interferências decorrentes das condições de umidade e temperatura, da presença de campos magnéticos ou outros interferentes, conforme especificados pelos fabricantes.

ACESSÓRIOS COMPLEMENTARES

Além dos equipamentos de medição e dos transdutores de vibração, pode ser necessária a utilização de acessórios complementares, tais como adaptadores de acelerômetros e filtros mecânicos.

Quando estritamente necessários, adaptadores de acelerômetros podem ser utilizados para promover a localização e a fixação dos transdutores de forma mais adequada ou conveniente.

No entanto, estes dispositivos muitas vezes podem agregar um erro adicional no resultado obtido decorrente do acréscimo de massa. Filtros mecânicos podem ser necessários em medições que envolvam ferramentas percussivas ou rotopercussivas.

LOCALIZAÇÃO E FIXAÇÃO DOS TRANSDUTORES

As medições da vibração transmitida às mãos devem ser feitas segundo as três direções de um sistema de coordenadas ortogonais, de forma simultânea, utilizando-se acelerômetro do tipo triaxial.

A Figura a seguir ilustra a localização do sistema de coordenadas ortogonais que serve como base para a identificação do ponto de medição idealizado.

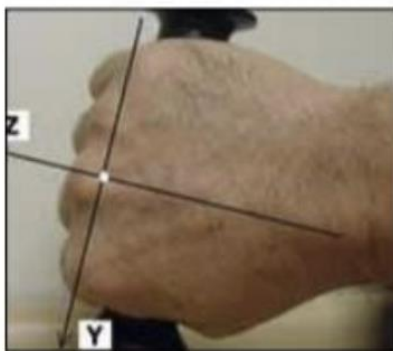
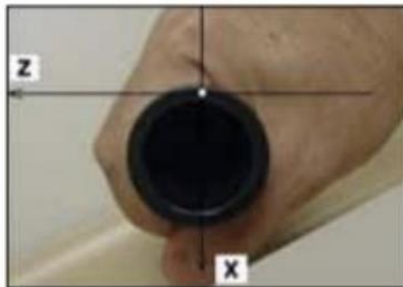
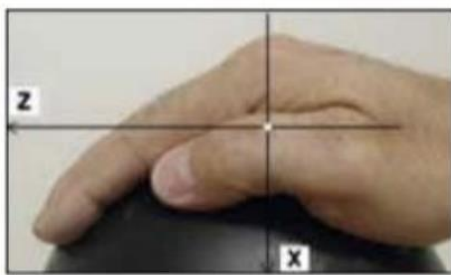


Figura 2 Localização do sistema de coordenadas para vibração de mãos e braços
Fonte: Fundacentro

Quando forem identificadas diferenças significativas entre os níveis de aceleração que atingem as duas mãos, as medições deverão ser realizadas na mão exposta ao maior nível.

As medições devem ser feitas no ponto de medição selecionado de forma que os resultados sejam representativos da exposição ocupacional.

Na prática, o posicionamento do acelerômetro pode diferir da posição de referência ilustrada na Figura em função das características e das condições de manuseio das ferramentas ou das peças trabalhadas.

Outra possibilidade que deve ser considerada é a viabilidade de fixação de transdutor(es) na mão do trabalhador exposto mediante a utilização de dispositivo(s) apropriado(s), concebido(s) para essa finalidade.

Deve ser ressaltado que esta conduta não é válida quando a região de fixação na mão não coincide com a zona de exposição.



Quando o transdutor for fixado na ferramenta ou na peça trabalhada, o **dispositivo de fixação do acelerômetro deve ser selecionado em função das características da superfície onde se encontra o ponto de medição**. Não devem ser utilizados tipos de fixação que promovam um fraco acoplamento entre o transdutor e a superfície vibrante. Em determinadas situações, o uso de cera e alguns tipos de cola pode comprometer o acoplamento entre os dois elementos.

PROCEDIMENTO ESPECÍFICO DE MEDIÇÃO

Na avaliação da exposição ocupacional a vibrações em atividades que utilizam ferramentas percussivas ou rotopercussivas, os acelerômetros piezelétricos podem sofrer interferências provocadas pela influência de picos de aceleração elevada (dc shift).

Esta influência pode promover a distorção do sinal medido, implicando leituras incorretas.

Nestes casos, **não é recomendável** a utilização de acelerômetros triaxiais, sendo que as medições devem ser feitas por eixo, por meio do uso de acelerômetros monoaxiais.

Para este procedimento de medição, também é recomendável a utilização de um filtro mecânico que deverá ser interposto entre o acelerômetro e o ponto de medição de modo a reduzir a transmissão, para o transdutor, do conteúdo de altas frequências provenientes dos transientes gerados.



DETERMINAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA

A exposição diária pode ser decorrente das seguintes situações:

- uma componente de exposição, de curta ou longa duração, de ocorrência única ou repetida durante toda a jornada de trabalho ou em parte dela;
- duas ou mais componentes de exposição, de curta ou longa duração, repetidas ou não, de forma sequencial ou aleatória, durante toda a jornada de trabalho ou em parte dela.

A obtenção da aceleração resultante de exposição (*are*), representativa da exposição ocupacional diária.

$$are = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m n_i arep_i^2 T_i} \quad [m / s^2]$$

arep_i = aceleração resultante de exposição parcial representativa da exposição ocupacional relativa à componente de exposição “i”;

n_i = número de repetições de cada componente ao longo da jornada de trabalho;

T_i = tempo de duração da componente de exposição “i”;

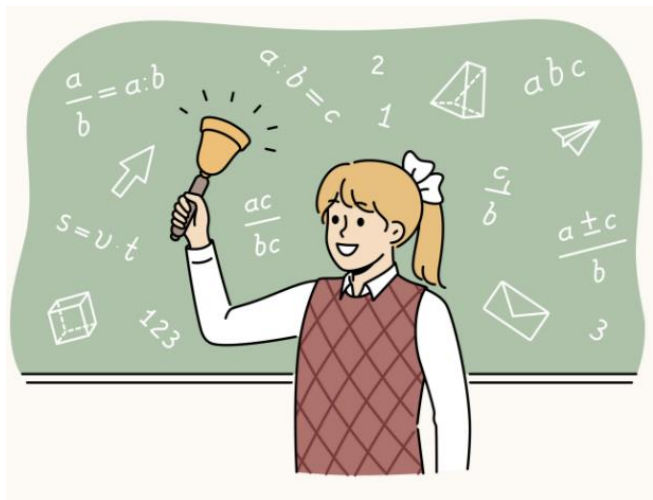
T = tempo de duração da jornada diária de trabalho;

m = número de componentes de exposição que compõem a ex-

MEDIDAS PREVENTIVAS

Os trabalhadores devem ser informados e orientados sobre:

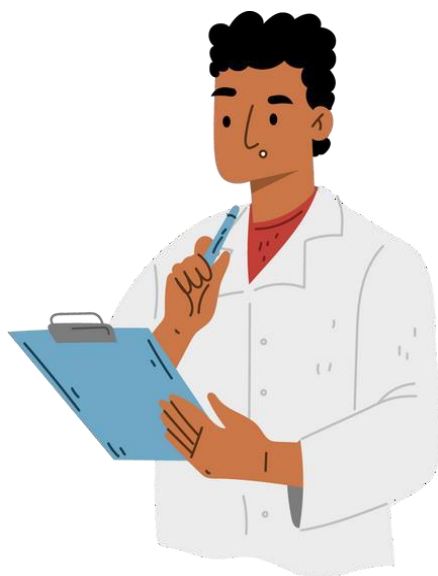
1. Riscos decorrentes da exposição à vibração em mãos e braços;
2. Cuidados e procedimentos recomendáveis para redução da Exposição;
3. Buscar ajuda médica sempre que sentir nas mãos, de forma contínua, formigamentos, dormências intensas ou dor;
4. Eventuais limitações de proteção das medidas de controle,
5. Importância e o seu uso correto;
6. Informar seus superiores sempre que observar níveis anormais de vibração durante o uso das ferramentas.



MEDIDAS CORRETIVAS

Entre as diversas medidas corretivas podem ser citadas:

1. Modificação do processo ou da operação de trabalho, podendo envolver a substituição de ferramentas e acessórios,
2. Reformulação ou a reorganização de bancadas e postos de trabalho, manutenção das ferramentas, em especial aquelas com eixo excêntrico, de forma a mantê-las em bom estado de conservação;
3. Troca de componentes gastos ou defeituosos, tais como: discos, rebolos, ponteiras, correntes de corte, mancais, rolamentos e acoplamentos;
4. Troca de componentes novos quando identificado que estes produzem vibração excessiva redução do tempo de exposição diária.
5. 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, resultando na redução da exposição diária.



RELATÓRIO

Recomenda-se que no relatório técnico sejam abordados, no mínimo, os aspectos apresentados a seguir de forma a possibilitar a compreensão, por leitor qualificado.

1. Introdução, incluindo objetivos do trabalho, justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações.
2. Critério de avaliação adotado.
3. Instrumental e acessórios utilizados, bem como registro dos certificados de calibração.
4. Metodologia de avaliação com base nas premissas apresentadas.
5. Descrição dos ambientes de trabalho, dos processos, das máquinas, dos equipamentos, das operações e das condições de exposição avaliadas.
6. Descrição detalhada das características das ferramentas de trabalho, tais como: marca, tipo, modelo, potência, ano de fabricação e condições de manutenção, peso, tipo de punho e acessórios ou dispositivos complementares dados obtidos.
7. Interpretação dos resultados.
8. Informações complementares em decorrência de circunstâncias específicas que envolveram o estudo realizado.

ATIVIDADES DE FIXAÇÃO

Questões NHO 09

1. Explique o objetivo principal da NHO 09 e sua importância na proteção dos trabalhadores expostos a vibrações.
2. Quais os principais conceitos que devem ser compreendidos antes de aplicar a NHO 09?
3. Descreva o processo de avaliação de vibração ocupacional conforme os procedimentos estabelecidos pela NHO 09.
4. Quais são os fatores determinantes para escolher o método de avaliação em um ambiente de trabalho?
5. Como a caracterização dos locais de trabalho influencia a análise da exposição às vibrações?
6. Cite 3 exemplos de atividades ou ambientes onde a avaliação de vibração é essencial e explique o porquê.
7. Explique como é realizada a análise preliminar da exposição e qual a sua relevância para as etapas posteriores.
8. Quais informações devem ser levantadas na análise preliminar para garantir uma avaliação eficaz?
9. Discuta a importância da avaliação quantitativa da exposição na identificação de riscos ocupacionais relacionados às vibrações.
10. Quais são os principais parâmetros medidos na avaliação quantitativa de vibração ocupacional?
11. Explique como identificar corretamente os componentes de exposição às vibrações em diferentes ambientes de trabalho.

12. Qual a relevância de separar os componentes de exposição para a interpretação dos dados?
13. O que significa aceleração resultante da exposição ocupacional e como ela é calculada?
14. Por que é necessário determinar a aceleração resultante para avaliação dos limites de tolerância?
15. Quais critérios devem ser considerados na escolha dos equipamentos e transdutores utilizados para medições de vibração?
16. Explique como os transdutores de vibração funcionam e sua importância na precisão das medições.
17. Por que é indispensável realizar a calibração dos equipamentos antes das medições?
18. Explique o impacto de uma calibração inadequada nos resultados da avaliação de vibração.
19. Detalhe os passos necessários para realizar a medição de vibração de forma precisa e em conformidade com a NHO 09.
20. Quais cuidados devem ser tomados durante a coleta de dados para evitar interferências nos resultados?
21. Cenário Prático:

Em uma empresa de mineração, um técnico de segurança realizou medições de vibração em um operador de máquina durante 8 horas de trabalho. O valor da aceleração de vibração medida foi de $2,5 \text{ m/s}^2$.

Explique como calcular a Aceleração Resultante da Exposição Representativa (ARE) considerando a duração da exposição e o período de referência.

22. Comparação e Limites:

Após calcular o valor de ARE para um trabalhador, o resultado foi $1,8 \text{ m/s}^2$. O limite de exposição recomendado pela NHO 09 para o período de trabalho é $1,5 \text{ m/s}^2$.

Analise os resultados e discuta quais medidas preventivas podem ser implementadas para reduzir a exposição do trabalhador.

23. Cálculo Prático do AREN:

Durante uma jornada de trabalho, a vibração foi medida em dois períodos diferentes com os seguintes resultados:

Período 1: Duração de 3 horas com aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$.

Período 2: Duração de 5 horas com aceleração de $1,5 \text{ m/s}^2$.

Descreva os passos e calcule o AREN (Aceleração Resultante de Exposição Normalizada) para esta situação.

Procedimentos de Medição e Fatores de Influência:

24. Interpretação de Dados:

Em uma empresa metalúrgica, a medição da vibração mostrou uma ARE de $2,3 \text{ m/s}^2$ e uma AREN de $1,9 \text{ m/s}^2$.

Explique o que representam os valores de ARE e AREN nesse contexto, detalhando o impacto do tempo de exposição na normalização dos resultados.

25. Cálculo com Múltiplos Equipamentos:

Um operador utiliza diferentes equipamentos ao longo da jornada:

Equipamento A: 4 horas com aceleração de $2,2 \text{ m/s}^2$.

Equipamento B: 2 horas com aceleração de $3,0 \text{ m/s}^2$.

Equipamento C: 2 horas com aceleração de $1,5 \text{ m/s}^2$.

Realize o cálculo da AREN, considerando o período de 8 horas, e comente sobre a exposição total do trabalhador.

Questões NHO 10

1. Explique a importância da NHO 10 na proteção da saúde ocupacional e o que motivou a criação dessa norma.
2. Quais são as principais consequências da exposição prolongada a vibrações em mãos e braços no contexto ocupacional?
3. Descreva os passos gerais que um técnico de segurança deve seguir para avaliar a exposição a vibrações de mãos e braços.
4. Qual a relevância da análise preliminar antes de realizar medições quantitativas de vibração?
5. Como determinar se a exposição a vibrações em mãos e braços de um trabalhador está acima dos limites aceitáveis estabelecidos pela NHO 10?
6. Qual a diferença entre a avaliação quantitativa e qualitativa na análise da exposição a vibrações?
7. Quais são as componentes principais da exposição a vibrações que devem ser consideradas na análise?
8. Explique como identificar diferentes fontes de vibração em um ambiente de trabalho com múltiplos equipamentos.
9. Quais critérios devem ser seguidos na escolha dos equipamentos de medição para a avaliação de vibração em mãos e braços?
10. Quais as principais limitações dos equipamentos de medição de vibração e como elas podem ser minimizadas?
11. Explique a importância da calibração dos equipamentos

- de medição de vibração em conformidade com a NHO 10.
12. Descreva o processo de verificação da calibração de um equipamento de medição antes e após uma análise.
 13. Quais fatores ambientais podem interferir na precisão das medições de vibração?
 14. Como o técnico de segurança pode minimizar os impactos dos interferentes ambientais durante as medições?
 15. Quais acessórios são recomendados para aprimorar a precisão das medições e garantir a segurança durante a análise?
 16. Explique o papel dos suportes e transdutores na obtenção de dados confiáveis de vibração.
 17. Por que é essencial posicionar e fixar os transdutores corretamente durante as medições?
 18. Quais são as recomendações da NHO 10 para a fixação adequada dos transdutores em ferramentas manuais?
 19. Descreva as etapas detalhadas para realizar medições específicas de vibração em mãos e braços.
 20. Explique a importância de documentar todo o procedimento de medição e como isso contribui para a análise posterior.
 21. Cálculo da Exposição Diária (ARE) com um Período de Trabalho

Um trabalhador utiliza uma lixadeira que gera uma vibração com aceleração medida de $4,0 \text{ m/s}^2$ durante 4 horas de sua jornada.

- a) Apresente o cálculo da Exposição Diária (ARE) usando a fórmula: ARE em que 8 horas é a jornada de referência.
- b) Explique como o técnico de segurança deve realizar a

medição da vibração com o equipamento apropriado e como registrar os dados.

22. Cálculo da Exposição Diária (ARE) com Múltiplos Períodos

Um trabalhador utiliza duas ferramentas durante a jornada:

Lixadeira: $a_{h1}=3,0 \text{ m/s}^2$, tempo de uso $t_1=2$ horas

Furadeira: $a_{h2}=2,5 \text{ m/s}^2$, tempo de uso $t_2=4$ horas

- a) Realize o cálculo da Exposição Diária (ARE) considerando os dois períodos.
- b) Explique como o técnico deve medir a aceleração de cada ferramenta separadamente e como documentar os resultados.

23. Avaliação da Exposição e Comparação com os Limites de Tolerância

Um técnico de segurança determinou uma ARE de $2,8 \text{ m/s}^2$ para um trabalhador exposto a vibrações em mãos e braços.

- a) Explique como interpretar o valor da ARE em comparação aos limites de tolerância estabelecidos pela NHO 10.
- b) Quais são os procedimentos de medição que garantem que os valores obtidos sejam precisos e confiáveis?

24. Durante a medição de vibração em mãos e braços, o técnico de segurança identificou que o ambiente apresenta interferentes como temperatura elevada e umidade.

- a) Explique como esses interferentes podem impactar os cálculos da ARE e a precisão das medições realizadas.

25. Quais procedimentos o técnico deve adotar para minimizar os efeitos desses interferentes e assegurar a confiabilidade dos resultados obtidos?

26. Como interpretar os resultados obtidos no cálculo de exposição diária e compará-los com os limites de tolerância?

27. Liste medidas preventivas que podem ser adotadas para reduzir a exposição de trabalhadores a vibrações em mãos e braços.
28. Explique como a manutenção dos equipamentos pode contribuir para a redução dos níveis de vibração.
29. Quais medidas corretivas devem ser tomadas quando a exposição a vibração ultrapassa os limites estabelecidos pela NHO 10?

REFERÊNCIAS

A medição da transmissibilidade da vibração no sistema mão-braco. Revista Ad Normas, 2 de nov. de 2021. Disponível em

<<https://www.revistaadnormas.com/2021/11/02/amedicao-da-transmissibilidade-da-vibracao-no-sistemamao-braco>>. Acesso em 11 de ago. de 2024.

BRITO, Halane Maria Braga Fernandes; OLIVEIRA, Julyanna Bezerra de. Procedimento de medida da vibração de corpo inteiro via programa MATLAB de acordo com a ISO 2631. Vol. 5, Nº 1, Ano 2017.

Disponível em:

<<https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/download/476/461/1742>>. - ISO 8041>.

Acesso em 11 de ago. de 2024.

CHROMPACK. Medidor de Vibração Ocupacional. Disponível

em: <<https://chrompack.com.br/categoria-produto/medidor-de-vibracao-ocupacional/>>. Acesso em 11 de ago. de 2024

FERREIRA, Priscila. Frota&cia. Disponível em:

<<https://frotacia.com.br/wpcontent/uploads/2020/04/motorista-de-onibus.jpg>>. Acesso em 11 de ago. de 2024.

FERREIRA, Priscila. Frota&cia

<<https://frotacia.com.br/wpcontent/uploads/2020/04/motorista-deonibus.jpg>>. Acesso em 11 de agosto de 2024.

FUNDACENTRO, NHO 09 - Norma de higiene

ocupacional : procedimento técnico: avaliação da

exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro.

FUNDACENTRO, NHO 10 - Norma de higiene ocupacional : procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional a vibração de mãos e braços.

RW Saúde e Segurança no Trabalho. Monitoramentos específicos. ©2024. Disponível em:

<<https://rwsst.com/project/monitoramentos-especificos/>>. Acesso em 11 de ago. de 2024

SEG Instrumentos de Medição. Locação Medidor de vibrações ocupacionais VCI e VMB. Disponível em:

<<https://www.seginstrumentos.com.br/locacao/eletrica/locacao-de-medidor-de-vibracao-ocupacional>>. Acesso em 11 de ago. de 2024.

SVANTEK. Dosímetro de vibração de mão e braço, ©2023.

Disponível em: <<https://svantek.com/pt/produtos/sv-103-dosimetro-de-vibracao/>>. Acesso em 11 de ago. de 2024.



INSTITUTO FEDERAL

Amazonas

Campus Manaus Centro

ADRIELLE ARAÚJO DA SILVA

ELAYNNE GABRYELLY DANTAS DA SILVA

NIDIANNE NASCIMENTO VILHENA

SOPHIA TALISMAN DE VASCONCELOS

GUIA VISUAL DE HIGIENE OCUPACIONAL PRÁTICAS ESSENCIAIS

1ª Edição

NHO 09 e 10

A coletânea Guia Visual de Higiene Ocupacional – Práticas Essenciais representa um esforço coletivo dos alunos do curso técnico em Segurança do Trabalho do IFAM - CMC para consolidar e compartilhar conhecimentos fundamentais da área. Com uma abordagem didática e prática, esta obra de 06 volumes busca facilitar o aprendizado normativo e a aplicação dos conceitos de higiene ocupacional no dia a dia profissional, contribuindo para a formação de técnicos mais preparados e conscientes da importância da prevenção e do controle de riscos ambientais. Sob a orientação da Profa. Dra. Nidianne Nascimento, este material reflete o compromisso com a excelência na educação profissional, reforçando a relevância da higiene do trabalho como pilar essencial na promoção da saúde, meio ambiente e segurança.



7 891234 567833