

## Exposição a vibrações mecânicas

Isabel Lopes Nunes

imn@fct.unl.pt



1



## Exposição a vibrações

Afecta conforto, eficiência, segurança, saúde e bem estar das pessoas expostas



**Provoca lesões irreversíveis e incapacidades**

2

## Exposição a vibrações

### • Vibração Corpo Inteiro

↪ Vibração transmitida a todo o corpo através da superfície de apoio (chão, assento, encosto)

- Veículos
- Edifícios
- Máquinas



### • Vibração Mão-Braço

↪ Vibração transmitida ao conjunto mão-braço

- Ferramentas manuais
- Tapetes vibratórios

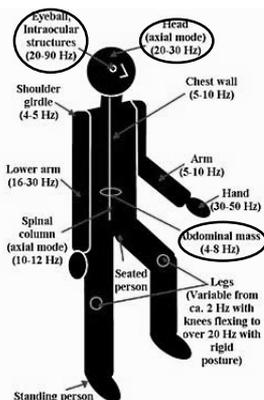
3

## Vibração de Corpo Inteiro Efeitos na saúde

Dores na zona lombar  
 Problemas gastrointestinais  
 Dificuldades urinárias  
 Dores de cabeça  
 Tensão arterial elevada  
 Taxa respiração elevada  
 Problemas de equilíbrio  
 Enjojo  
 .....



4



**Cada parte do corpo humano tem uma frequência de ressonância própria**



**Reage diferentemente a diferentes frequências**

5

## Vibração Mão-braço Efeitos na saúde

- × Sistema circulatório
- × Nervos
- × Músculos
- × Ossos
- × Articulações



- Síndrome Dedo Branco
- Afecções osteoarticulares \*
- Perturbações angioneuróticas da mão \*
- Síndrome Canal Cárpico

\* Doenças profissionais Índice Nacional Codificado de Doenças Profissionais

6

## Síndrome do Dedo Branco

Síndrome de Raynaud; Síndrome de Vibração

- Espasmos das artérias digitais (fenómeno de Raynaud)
- constrição dos vasos sanguíneos
- redução do fluxo sanguíneo aos dedos
- pele pálida, cinzenta e fria
- dedos brancos
- agravada pelo frio
- tabaco e stress



7

## Síndrome do Dedo Branco



branqueamento de um ou mais dedos



8

## DL nº 46/2006, de 24 de Fevereiro

- Transposição Directiva 2002/44/CE, 25 de Junho - Prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (vibrações)
- quantitativo
  - "requisitos mínimos"
  - valores diários de exposição
    - "valores de acção"
    - "valores-limites"
- qualitativo
  - redução do risco ao mínimo

9

## Vibração Corpo Inteiro

- Transmitida através
  - pés - de pé
  - nádegas - sentada
  - áreas de apoio - inclinada



Vibrações transmitidas ao corpo inteiro

"Vibrações mecânicas transmitidas ao corpo inteiro que implicam riscos para a saúde e para a segurança dos trabalhadores, em especial lombalgias e traumatismos da coluna vertebral"

10

## Vibração Corpo Inteiro Origem

- Condutor / passageiro de veículos
- Operador de maquinaria pesada
- Trabalhar de pé em pavimentos ou estruturas com vibração



11

## Direcção da Vibração

Sistema internacional de coordenadas para medição de vibração do corpo inteiro para as posições sentado, em pé e deitada (ISO 2631-1, 1997)



eixo		
	"zz"	Pés (ou nádegas) para a cabeça
	"yy"	Através dos ombros
	"xx"	Costas p/ peito (através do esterno)

12

## Avaliação da exposição das vibrações transmitidas a todo o organismo

- Avaliação da exposição diária  $< > 8 \text{ h} < > A(8)$ 
  - o mais elevado dos valores eficazes das acelerações ponderadas em frequência determinadas 2º os 3 eixos ortogonais  $1.4a_{wx}$ ,  $1.4a_{wy}$ ,  $a_{wz}$  para um trabalhador sentado ou em pé, de acordo com norma ISO 2631-1 (1997)

$$A_i(8) = K_i \sqrt{\frac{T_e}{T_o} a_{wi}^2}$$

$$A(8) = \max[A_x(8); A_y(8); A_z(8)]$$

Valor-limite de exposição diária =  $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$

Valor acção de exposição diária =  $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$  13

## Avaliação da exposição das vibrações transmitidas a todo o organismo

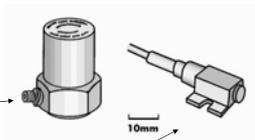
### • Avaliação da exposição diária

- Estimada
  - com base nos valores de emissão dos equipamentos fornecidos pelos fabricantes
  - por observação das práticas de trabalho
- Medida
  - Amostragem - representativa da exposição pessoal do trabalhador

14

## Medição Vibração

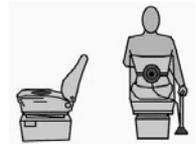
- **Acelerómetro:**
  - transforma energia mecânica em energia eléctrica
  - proporcional à aceleração a que está sujeito
- **Tipos**
  - Piezoeléctrico
    - altas e bx frequências
    - Grandes e pequenos níveis de vib
    - Muito robustos
    - Insensíveis vib laterais
    - + usados
  - Piezoresistivo



15

## Localização do acelerómetro

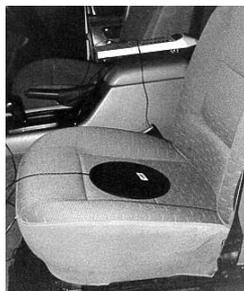
- **Sentado:**
  - Superfície do assento
  - Encosto
  - Pés
- **De pé**
  - próximo do local onde os pés estão a maioria do tempo
- **Deitado**
  - Pelvis
  - Costas
  - Cabeça



16

## Acelerómetro num assento

- Acelerómetro tri-axial montado numa almofada moldável, que se ajusta aos contornos do assento



17

## Vibração Corpo Inteiro Gestão do Risco

- actualmente é mais complexa
- desenvolvimento tecnológico >>
  - máquinas mais rápidas
  - > potência
  - ↑ exposição à vibração
- ↑ Nº pessoas afectadas por vibração



➔ **Posturas incorrectas**  
**Manuseamento de cargas pesadas repetidamente**

18

## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

- **Eliminação**
  - meio mais efectivo
  - deve ser a 1ª opção de controlo a ser considerada
- **Substituição**
  - utilizar veículos e máquinas de baixo nível de vibração



19



## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

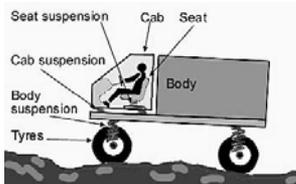
- **Controlos de Engenharia**
  - **Redução de vibrações na fonte**
    - Equilibragem de máquinas
    - Pavimentação (sem buracos)
    - Alterar a velocidade das máquinas, evitando frequências prejudiciais ao corpo humano.
    - Colocar massas adicionais para mudar a frequência natural da máquina - ressonância.



20

## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

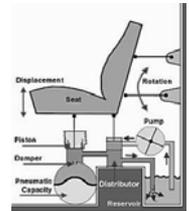
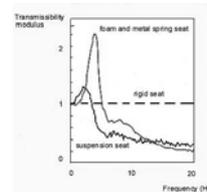
- **Controlos de Engenharia**
  - **Diminuição da transmissão**
    - tapetes de borracha ou vinil esponjosos (trab. de pé)
    - Pneus, suspensões (trab. de condução)



21

## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

- **Controlos de Engenharia**
  - **Diminuição da transmissão**
    - suspensão do assento



22

## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

- **Controlos administrativos**
  - **Duração de exposição**
    - rotação dos trabalhadores



23

## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

- **Formação**
  - Relação entre vibração e saúde; outros efeitos da exposição à VCI; métodos de prevenção
  - Uso/ajustamento de assentos
  - Postura correcta
  - Postura minimiza transmissão
    - De pé - flexir joelhos
    - Sentada - não muito erecta
  - Manutenção do assento
  - Condução
    - Velocidade
    - Evitar buracos/obstáculos

24

## Gestão do Risco Vibração Corpo Inteiro

### • Equipamento de Protecção Individual

- Calçado com solas absorventes
- Cintos



### • Vigilância da saúde

- Identificação precoce de problemas
  - Exame inicial
    - descobrir lesões coluna; doenças gastrointestinais, problemas cardíacos - exacerbados pela exposição à VCI
  - Follow-up



25

## Vibração Mão-braço

### Vibrações transmitidas ao sistema mão-braço

"Vibrações mecânicas transmitidas ao sistema mão-braço que implicam riscos para a saúde e para a segurança dos trabalhadores, em especial perturbações vasculares, neurológicas ou musculares ou lesões osteoarticulares"



#### - Ferramentas

- Motorizadas ou Impacto
  - martelos pneumáticos
  - serras eléctricas
  - lixadeiras mecânicas



#### - Guiar c/ mãos materiais p/processamento

- Ex. Tapetes vibratórios - "guiar" comprimidos

26

## Direcção da Vibração

Sistema internacional de coordenadas para medição da vibração da mão (ISO 5349-1, 2001)



	"zz"	Paralelo aos ossos do braço
Eixo	"yy"	Através dos nós dos dedos
	"xx"	Através da palma da mão

27

## Avaliação da exposição das vibrações transmitidas ao sistema mão-braço

### • Avaliação da exposição diária < > 8 h < > A(8)

$$a_{hve} = \sqrt{a_{hvx}^2 + a_{hvy}^2 + a_{hvw}^2}$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{T_e}{T_o}} a_{hve}^2$$

$$a_{hvx}^2 \quad a_{hvy}^2 \quad a_{hvw}^2$$

Valores eficazes de aceleração ponderada em frequência, 2ª as coordenadas ortogonais definidas na norma ISO 5349-1 (2001)

Valor- limite de exposição diária = A(8) = 5 m/s<sup>2</sup>

Valor de acção de exposição diária = A(8) = 2,5 m/s<sup>2</sup>

28

## Avaliação da exposição das vibrações transmitidas ao sistema mão-braço

- Se exposição diária total resultar de várias tarefas com amplitudes de vibração diferentes

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_o} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

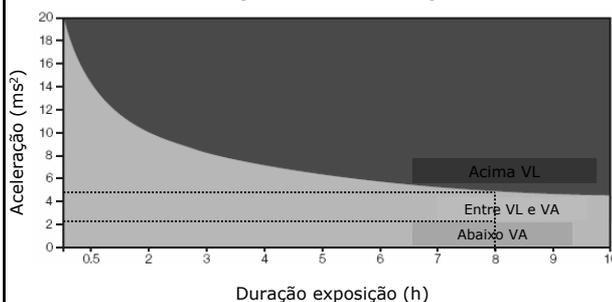
$a_{hvi}$  = valor total da vibração para a i-ésima tarefa

$n$  = nº exposições parciais às vibrações

$T_i$  = duração total da i-ésima tarefa

29

## Vibrações mão-braço



30

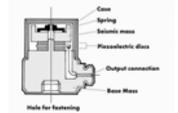
## Avaliação da exposição das vibrações transmitidas ao sistema mão-braço

- Estimada
  - emissão dos equipamentos <> fabricantes
- Medida
  - Amostragem – representativa exposição pessoal trabalhador
  - Métodos e aparelhos – ISO 5349-2 (2001)
  - Equipamentos usados com ambas as mãos
    - Medir vibração em cada mão
    - Valor de exposição = valor + elevado
    - Informação sobre outra mão

31

## Medição Vibração

- Montagem do Acelerómetro
  - Questão muito importante
  - Influência significativamente os resultados das medições

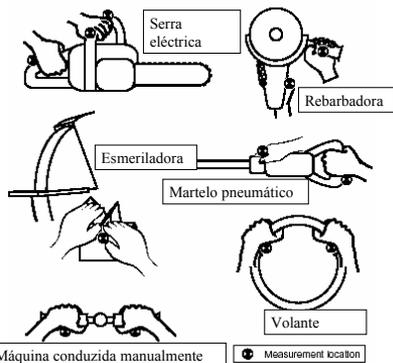


Quanto + rígida for a ligação da sonda ao ponto de medida > rigor terá a medição



32

## Localização do acelerómetro ISO 5349-2(2001)



33

## Gestão do Risco Vibração mão-braço

- Métodos de trabalho alternativos
  - Que eliminam / reduzem exposição vibração – boas práticas
  - Automatizar o trabalho
- Selecção do equipamento
  - Adequado à tarefa e que possa fazer o trabalho eficientemente
  - Com nível de vibração o mais baixo possível e que possa fazer o trabalho eficientemente
  - Limitar a utilização de ferramentas com elevada vibração

34

## Gestão do Risco Vibração mão-braço

- Política de aquisições
  - Contactar vários fornecedores
  - Comparar emissões de vibração dos vários modelos
  - Trabalhadores devem experimentar e emitir opinião
- Concepção posto trabalho
  - de modo a minimizar a carga nos membros superiores devido a postura inadequada
  - utilizar sistemas de suspensão/fixação de modo a reduzir a necessidade de agarrar as ferramentas com força
  - descargas de ar de dispositivos pneumáticos longe das mãos

35

## Gestão do Risco Vibração mão-braço

- Manutenção
  - Introduzir programas de manutenção adequados para prevenir o aumento de vibração com o uso
- Ciclo de trabalho-reposo
  - Limitar tempo de exposição a vibração
  - Rotação trabalhadores
- Equipamento de Protecção Individual
  - luvas – manter mãos quentes e secas
  - luvas absorventes de vibração

36

## Luvas anti-vibratéis



Lycra®



Pele + Borracha



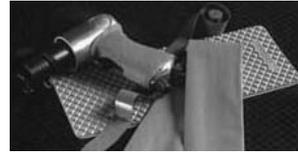
Almofada de Gel



Polimero Nu2O2™

37

## Revestimento das pegas



Viscolas®

38

	 Zona aceitável	 Zona de intervenção	 Zona de risco
<b>Vib. mão-braço</b>	$A(8) < 2,5 \text{ m/s}^2$	$2,5 \text{ m/s}^2 < A(8) < 5 \text{ m/s}^2$	$A(8) > 5 \text{ m/s}^2$
<b>Vib. corpo inteiro</b>	$A(8) < 0,5 \text{ m/s}^2$	$0,5 \text{ m/s}^2 < A(8) < 1,15 \text{ m/s}^2$	$A(8) > 1,15 \text{ m/s}^2$
<b>Tipo de acção</b>	zona desejável de segurança	estabelecer e implementar programa de medidas técnicas e/ou organizacionais	os trabalhadores não podem, em caso algum, estar expostos a estes níveis.