

# EXPOSIÇÃO DE TRABALHADORES A VIBRAÇÕES MECÂNICAS NO SECTOR DA MADEIRA E DO MOBILIÁRIO E NO SECTOR TÊXTIL E DO VESTUÁRIO

Sofia Cantarino<sup>1</sup>, Fátima Inglês<sup>2</sup>

<sup>1</sup>A.Ramalhão, Lda, Rua Senhora do Porto, 825, 4250-456 Porto, Portugal  
geral@aramalhao.com

<sup>2</sup>Arsenal do Alfeite, Alfeite, 2810-001 Almada, Portugal  
fatima.ingles@arsenal-alfeite.pt

## Resumo

Esta comunicação apresenta uma análise, baseada em medições, da exposição dos trabalhadores do sector da madeira e mobiliário (2007) e do sector têxtil e do vestuário (2008) a vibrações mecânicas, de forma a concluir qual a dimensão dos trabalhadores expostos e tipo de equipamentos associados. A análise dos resultados obtidos permitiu concluir que no sector da madeira e do mobiliário, 46% do total de trabalhadores avaliados estavam expostos a níveis superiores ao nível de acção para o sistema mão-braço, principalmente devido à utilização das lixadoras na sua actividade. Relativamente às vibrações transmitidas ao corpo inteiro, 33% dos trabalhadores que conduzem veículos apresentam níveis de exposição pessoal diária superiores ao nível de acção. No sector têxtil e do vestuário, quanto às vibrações transmitidas ao sistema mão-braço, todos os trabalhadores avaliados estão expostos a níveis inferiores ao nível de acção. No entanto, 30% dos trabalhadores que conduzem os empilhadores apresentam valores de exposição superiores ao nível de acção.

**Palavras-chave:** vibrações, trabalhadores, saúde, madeira, têxtil

## Abstract

This paper presents a measurement based analysis, of wood and furniture sector (2007) and textile and clothing sector (2008) workers exposure to mechanical vibrations in order to determine the amount of exposed workers and the tools to them associated.

The obtained results analysis allowed concluding that in wood and furniture sector 46% of all evaluated workers are exposed to higher levels than the action level foreseen to the hand-arm system, mainly due to the use of sanders in their activity. As to the whole-body transmitted mechanical vibrations, 33% of vehicle driving workers present daily exposure levels higher than the action level. As to the hand-arm system in the textile and clothing sector all evaluated workers present exposure levels smaller than the action level. However, 30% of stacker's drivers present exposure levels higher than the action level.

**Keywords:** vibrations, workers, health, wood, textile

## 1 Introdução

A exposição dos trabalhadores a vibrações mecânicas é uma área da higiene e segurança com crescente preocupação por parte das entidades empregadoras. Com a publicação do Decreto-Lei n.º 46/2006 de 24 de Fevereiro, todas as actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição a vibrações mecânicas, devem avaliar e, se necessário, medir os níveis de vibrações a que os trabalhadores se encontram expostos.

Neste contexto, torna-se pertinente sistematizar os resultados de ensaios realizados no âmbito de dois programas de prevenção de higiene e segurança, no sector da Madeira e Mobiliário e no sector Têxtil e Vestuário.

Os ensaios foram realizados pelo *ArLab – Laboratório de ensaios de A. Ramalhão, Lda.*, em 40 empresas de cada sector, no território de Portugal Continental. No total foram medidos, aproximadamente, 240 equipamentos e avaliados os respectivos trabalhadores.

As medições foram efectuadas em conformidade com o Decreto-Lei n.º 46/2006 e as normas NP ISO 2631-1 (2007) e EN ISO 5349-1 e -2 (2001). Os parâmetros de avaliação são os constantes na legislação portuguesa em vigor para os dois sistemas (mão-braço e corpo inteiro), nomeadamente os níveis de aceleração ( $a_{hv}$  e  $a_w$ ) e a exposição pessoal diária ( $A(8)$ ).

A exposição diária às vibrações transmitidas ao sistema mão-braço deve ser expressa em termos do valor total da vibração contínua equivalente, ponderada em frequência para um período de oito horas,  $a_{hv}$  (eq.8h). Por razões práticas, representa-se por  $A(8)$ :

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}, \quad \text{m/s}^2 \quad (1)$$

O valor total da vibração, onde  $T$  é a duração diária total da exposição às vibrações (s),  $T_0$  é a duração de referencia de 8 horas (28 800s) e  $a_{hv}$ , é o valor total da vibração definido como a soma quadrática das três componentes em x, y e z:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}, \quad \text{m/s}^2 \quad (2)$$

A exposição diária às vibrações transmitidas ao corpo inteiro,  $A(8)$ , é expressa em metro por segundo quadrado e é obtida usando a fórmula:

$$A(8) = K a_w \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad \text{m/s}^2 \quad (3)$$

Onde,  $a_w$  é a aceleração eficaz ponderada ( $\text{m/s}^2$ ) e  $K$  é o factor multiplicativo.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 46/2006, os valores limite e valores de acção de exposição são para as vibrações transmitidas ao sistema mão-braço fixados nos seguintes valores:

- Valor limite de exposição:  $5 \text{ m/s}^2$ ;
- Valor de acção de exposição:  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

Para as vibrações transmitidas ao corpo inteiro são fixados os seguintes valores:

- Valor limite de exposição:  $1,15 \text{ m/s}^2$ ;
- Valor de acção de exposição:  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

## 1.1 Caracterização da amostra

Este estudo foi efectuado em 40 empresas de cada sector, localizadas em Portugal Continental, com a seguinte distribuição: no Sector da Madeira e do Mobiliário (SMM) caracterizaram-se 28 empresas na zona norte e 12 empresas na zona centro; no Sector Têxtil e do Vestuário (STV) caracterizaram-se 33 empresas na zona norte e 7 empresas na zona centro.

A tabela 1 apresenta o número total de equipamentos medidos e trabalhadores avaliados:

Tabela 1 – Equipamentos medidos e trabalhadores avaliados.

		Sector da Madeira e Mobiliário	Sector Têxtil e do Vestuário
Vibrações Mão-Braço	N.º de equipamentos	87	44
	N.º de trabalhadores	77	42
Vibrações Corpo Inteiro	N.º de equipamentos	35	75
	N.º de trabalhadores	35	72

## 1.2 Descrição das ferramentas e equipamentos avaliados no Sector da Madeira e Mobiliário

Foram caracterizados diversos equipamentos relativamente à transmissão de vibrações para o sistema mão-braço, num total de 87, designadamente: 48 lixadoras (orbitais e de acabamentos ou rectangulares, eléctricas e pneumáticas); 6 agrafadoras, 6 aparafusadoras, 7 máquinas de pregar, 8 serras.

As fotografias seguintes apresentam os principais equipamentos avaliados.



Figura 1 – Principais ferramentas caracterizadas referentes à transmissão de vibrações ao sistema mão-braço no Sector da Madeira e do Mobiliário

Quanto à transmissão de vibrações para o corpo inteiro, dividiu-se em três grupos: empilhadores de garfo (22); vibrações transmitidas através do pavimento (5), devidas ao funcionamento de equipamentos, tais como, destroçadoras, charriot, áreas de produção; veículos de grande porte (8), tais como, pás carregadoras e guias. Conforme exemplo nas imagens seguintes:



Figura 2 - Transmissão de vibrações para o corpo inteiro no Sector da Madeira e do Mobiliário

### 1.3 Descrição das ferramentas e equipamentos avaliados no Sector Têxtil e do Vestuário

Foram caracterizados diversos equipamentos relativamente à transmissão de vibrações para o sistema mão-braço, no sector têxtil e do vestuário, nomeadamente: máquinas de costura (23), serras de fita móvel (10), serras de fita fixa (7).

As fotografias seguintes apresentam os principais equipamentos avaliados



Figura 3 – Ferramentas caracterizadas referentes à transmissão de vibrações ao sistema mão-braço no Sector Têxtil e do Vestuário

Quanto à transmissão de vibrações para o corpo inteiro, dividiu-se em quatro grupos: empilhadores de garfo (27); vibrações transmitidas através do pavimento (23) e de plataformas (14), devidas ao funcionamento de equipamentos, tais como, máquinas de bordar, hidroextratores, teares; máquinas de estender tecido (9). Conforme exemplo nas imagens seguintes:



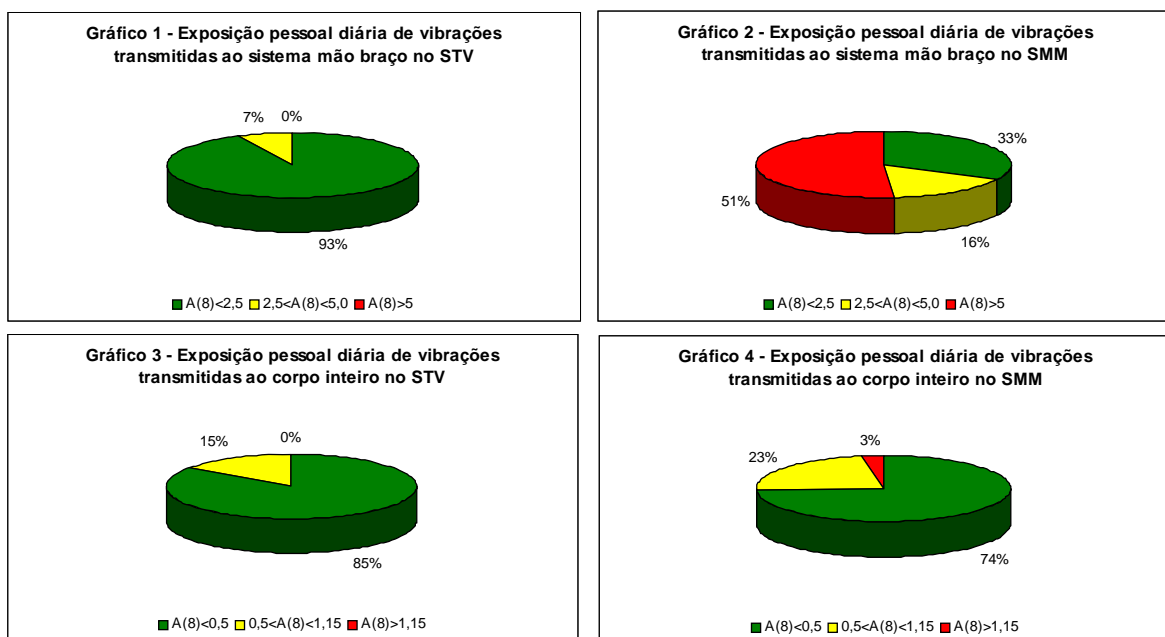
Figura 4 – Transmissão de vibrações para o corpo inteiro no Sector Têxtil e do Vestuário

## 2 Resultados obtidos

Neste ponto são apresentados os resultados obtidos dos níveis globais de aceleração ponderados em frequência em todas as ferramentas e equipamentos caracterizados, nomeadamente, o valor total da vibração transmitida ao sistema mão-braço ( $a_{hv}$ ) e a amplitude da vibração transmitida ao corpo inteiro ( $a_w$ ).

A exposição pessoal diária,  $A(8)$ , é apresentada para a totalidade de trabalhadores avaliados em cada sector. É importante referir que os tempos de exposição utilizados para o cálculo do  $A(8)$  foram fornecidos em conformidade com os responsáveis de cada empresa.

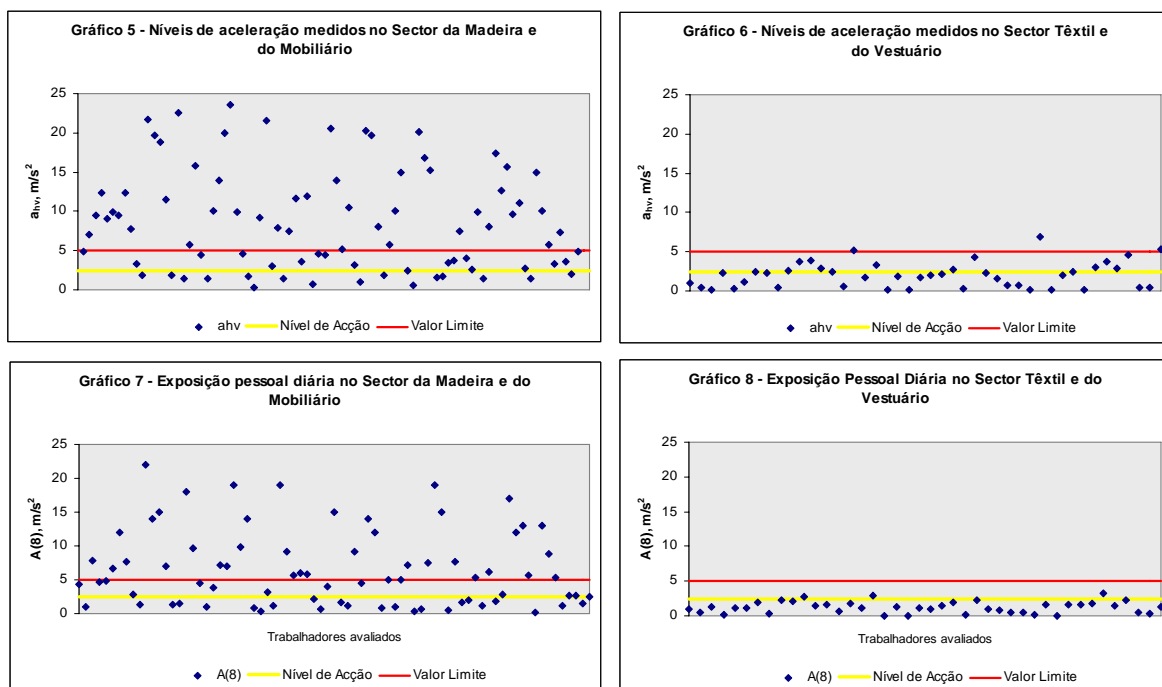
Os gráficos seguintes apresentam quais as percentagens de trabalhadores face aos valores de acção e valores limite de exposição.



Nesta primeira análise global os resultados sugerem a existência de uma situação pior no sector da madeira e mobiliário que no sector têxtil e de vestuário relativamente à exposição dos trabalhadores a níveis elevados de vibrações, em particular no sistema mão-braço. Estes cenários transmitem o que se passava em 2007.

## 2.1 Valores obtidos para o Sistema Mão-Braço

Os gráficos seguintes representam os valores de aceleração obtidos para todas as ferramentas avaliadas, assim como, os valores da exposição pessoal diária calculada para todos os trabalhadores dos dois sectores.

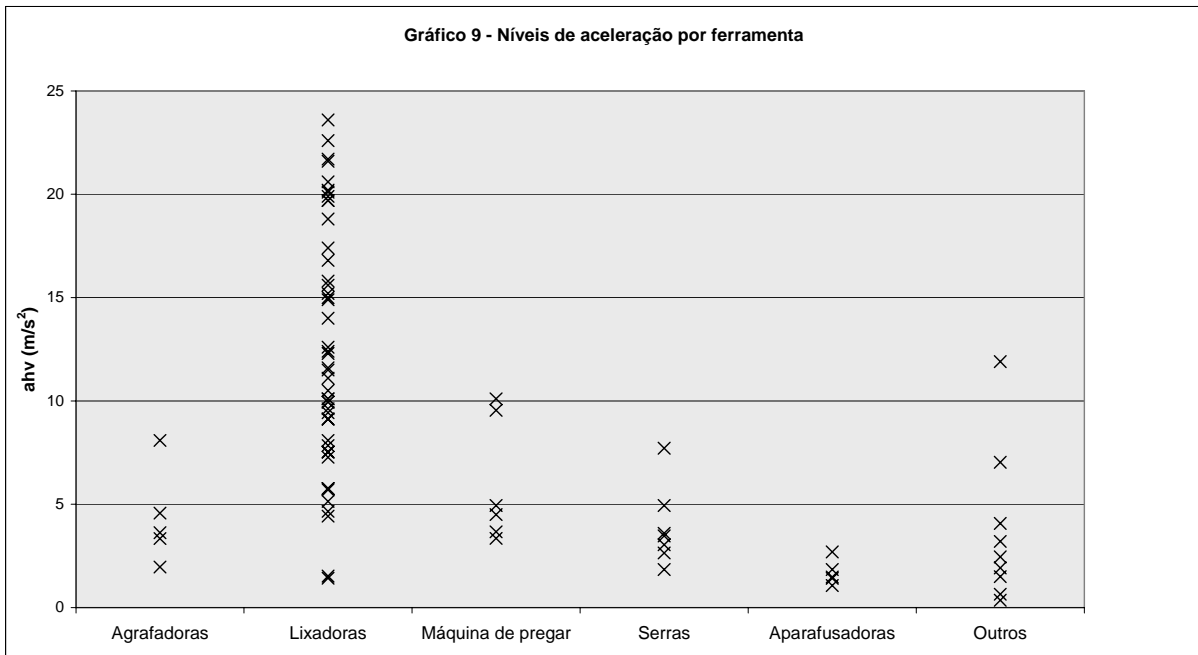


Através da análise dos gráficos anteriores é possível verificar uma diferença significativa entre os níveis de exposição a vibrações mecânicas nos dois sectores avaliados.

Iniciando a análise no STV, apesar das medições realizadas evidenciarem 14 equipamentos com níveis de aceleração superiores a  $2,5 m/s^2$ , após cálculo do  $A(8)$ , apenas três trabalhadores ficam expostos a níveis de aceleração entre  $2,5-5,0 m/s^2$ .

Estes três trabalhadores utilizam uma ferramenta designada por "serra de fita móvel" ou "tesoura mecânica". Neste tipo de equipamentos, a utilização é dependente do tipo de tecido que necessita de corte manual, sendo uma actividade esporádica. No entanto, a sua utilização diária pode atingir as seis horas. Desta forma, foi considerado o tempo máximo de exposição diária, mesmo tendo conhecimento que esta actividade pode ocorrer apenas uma vez por semana. Extrapolando os níveis de aceleração medidos para o cálculo da exposição pessoal semanal, os valores obtidos seriam todos inferiores ao nível de acção.

Para proceder à análise detalhada do SMM, importa apresentar os valores de aceleração medidos por tipo de ferramenta.

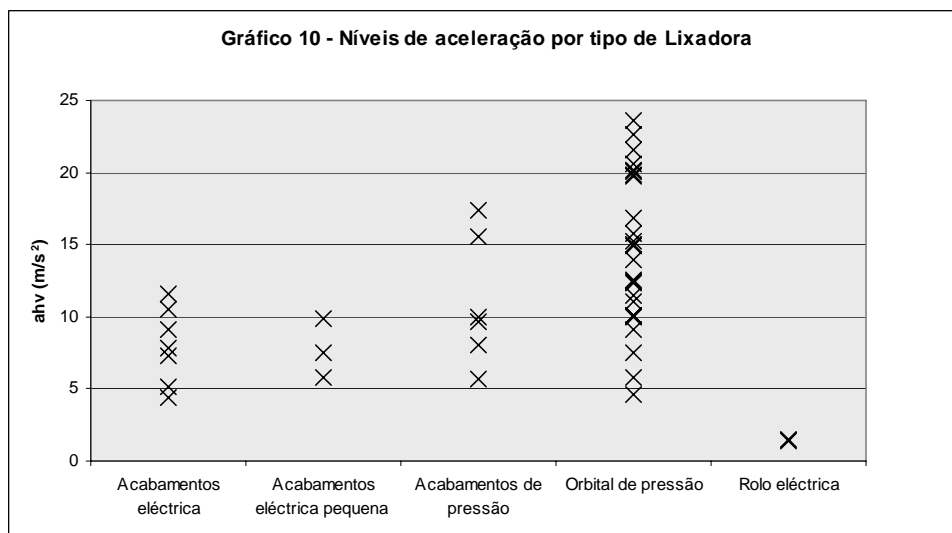


As lixadoras são as ferramentas mais utilizadas no SMM. Entre este tipo de ferramentas destacam-se as seguintes:

- Lixadoras orbitais (também designadas lixadoras vibratórias): as mais comuns para grandes produções, devido ao elevado rendimento associado ao movimento rotativo.
- Lixadoras de acabamentos ou rectangulares: utilizadas em actividades de acabamentos, que requerem um menor desgaste do material.

É importante também referir que as lixadoras podem ser accionadas electricamente ou por pressão.

Desta forma, procedeu-se à análise dos níveis de aceleração obtidos por tipo de lixadora, constatando-se que as lixadoras orbitais de pressão são as mais frequentes.



As variações dos níveis de vibração obtidas em ferramentas similares são principalmente devidas a três tipos de factores:

1- Provenientes das condições de funcionamento, onde se destaca:

- Velocidade de rotação (rpm);
- Pressão de utilização (bar);
- Tipo do abrasivo (diâmetro, rugosidade);
- Consumo de ar à carga nominal (l/min).

2- Proveniente do estado da ferramenta devido à existência ou não de manutenção periódica;

3- E, por fim, sendo talvez a mais importante, proveniente da pressão exercida pelo trabalhador na ferramenta.

Relativamente à velocidade de rotação, as lixadoras orbitais de pressão caracterizadas funcionavam a 10.000 e 12.000 rpm.

Devido à grande quantidade de trabalhadores expostos (38% do total de trabalhadores avaliados deste sector) a níveis de vibrações superiores ao nível de acção provenientes da utilização das lixadoras procedeu-se a uma avaliação suplementar num modelo de lixadora orbital de pressão recente, com níveis de vibração inferiores aos valores obtidos neste estudo.

Entretanto verificou-se que algumas das empresas avaliadas, já trabalhavam com estas novas ferramentas.

De acordo com os dados do fabricante, o nível de vibrações desta ferramenta é de  $2,7 \text{ m/s}^2$  (características: 8.000 rpm; 6 bar; 390 l/min). Desta forma os níveis de exposição pessoal diária, devido à influência da tarefa e do trabalhador estarão entre  $4,05$  e  $5,4 \text{ m/s}^2$  para 8h de trabalho [1]. Segundo informações de responsáveis por empresas deste sector, neste tipo de equipamentos, o tempo de contacto com a ferramenta em funcionamento é aproximadamente 40% do tempo da actividade (normalmente 7,5h), ou seja, 3h. Efectuando o cálculo do A(8), os trabalhadores ficariam expostos a níveis de  $3,5 \text{ m/s}^2$ , considerando a aceleração teórica máxima de  $5,4 \text{ m/s}^2$ .

Através de medição, verificou-se que os valores obtidos nesta lixadora, foram de  $4,09 \text{ m/s}^2$ , considerando as 3h de exposição, resultaria um A(8) de  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

A imagem seguinte apresenta a ferramenta avaliada.



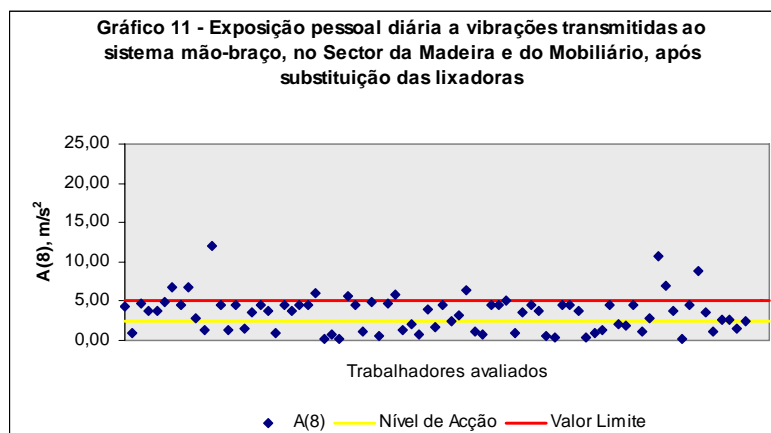
Figura 5 – Lixadora orbital de pressão

Contudo é importante realçar que para um modelo semelhante, diferindo na velocidade de rotação (13.000 rpm) emite, de acordo com dados do fabricante, um nível de vibrações de  $5,0 \text{ m/s}^2$ . Calculando o A(8) para o valor teórico de  $7,5 \text{ m/s}^2$  e as 3h de exposição efectiva resultaria um nível de exposição de  $4,6 \text{ m/s}^2$ .

Apesar deste novo valor ainda ser superior ao nível de acção, é consideravelmente inferior aos valores obtidos neste estudo.



Para os trabalhadores que utilizam este tipo de lixadoras, assumindo teoricamente que o valor de emissão de vibrações passaria para  $7,5 \text{ m/s}^2$ , o gráfico 7 passaria a ter a seguinte apresentação.

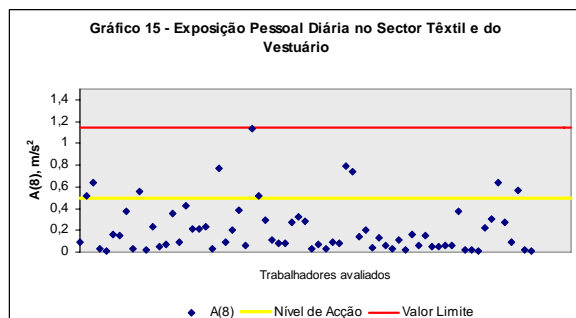
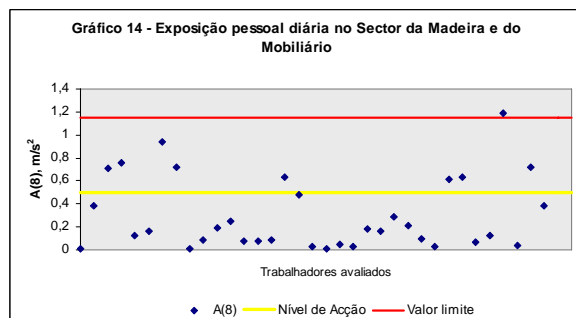
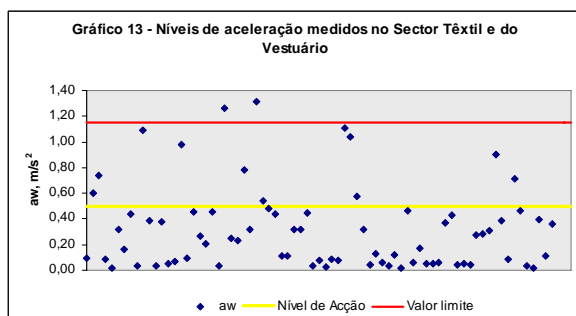
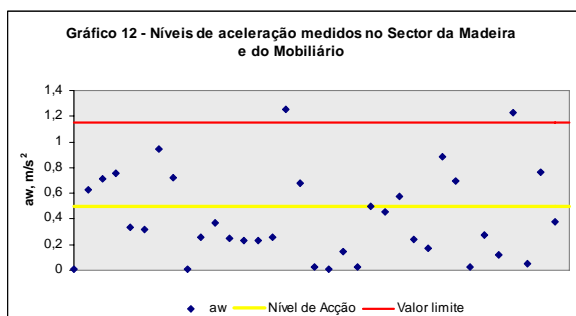


No entanto esta medida ainda não é suficiente para reduzir os níveis para valores inferiores ao nível de acção, conseguindo-se apesar disto bons resultados uma vez que apenas 10 trabalhadores continuam expostos a níveis superiores ao valor limite. Dois destes trabalhadores utilizam uma máquina de pregar pneumática, um utiliza uma serra de disco e os restantes 7 utilizam as outras lixadoras. Nestes casos deverá também estudar-se a substituição destas ferramentas.

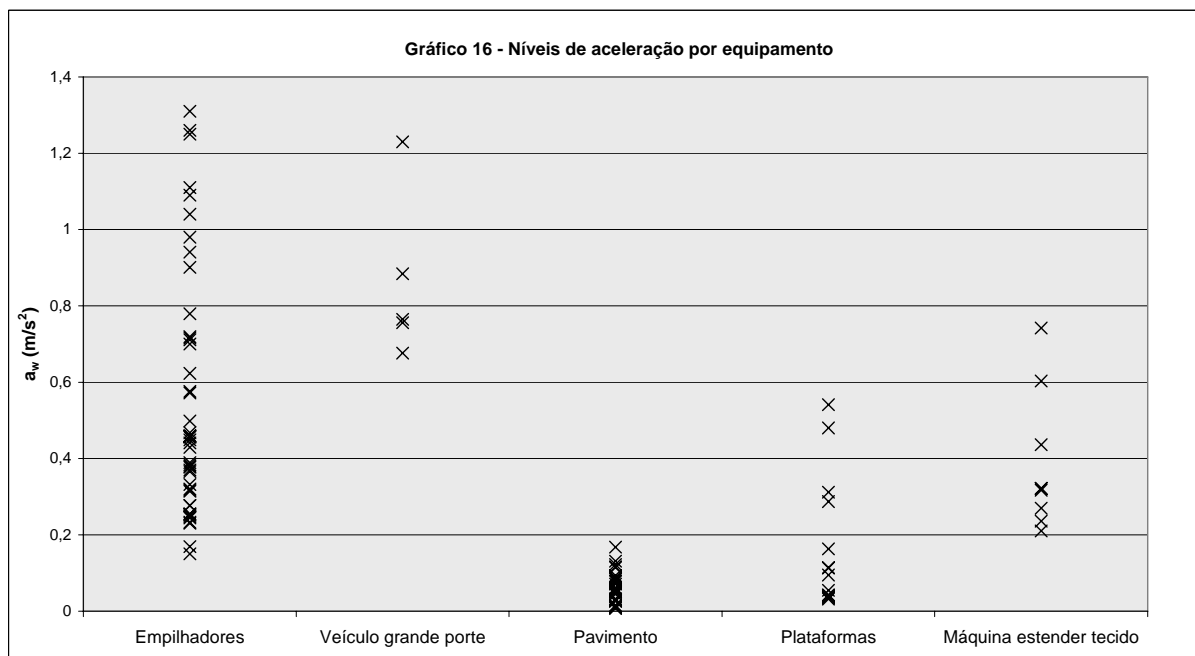
Em simultâneo, para todos os trabalhadores ainda expostos a níveis superiores a  $2,5 \text{ m/s}^2$ , é necessário reduzir os tempos de exposição, implementando rotatividade de tarefas nos trabalhadores.

## 2.2 Valores obtidos para o Corpo Inteiro

Os gráficos seguintes representam os valores de aceleração obtidos para todos os equipamentos e viaturas avaliadas, assim como, os valores da exposição pessoal diária calculada para todos os trabalhadores dos dois sectores, relativamente a vibrações transmitidas ao corpo inteiro.



A exposição pessoal diária a vibrações transmitidas ao corpo inteiro, nos dois sectores avaliados, é bastante semelhante, contrariamente às vibrações transmitidas ao sistema mão-braço. Esta semelhança prende-se exactamente com a tipologia de medições efectuadas: em empilhadores, plataformas, pavimentos. Assim, a análise seguinte é efectuada em conjunto para os dois sectores. Para se perceber quais os equipamentos responsáveis pelos níveis de vibração superiores ao nível de acção, apresentam-se os níveis de aceleração medidos por equipamento.



Compreende-se, então, que os empilhadores e os veículos de grande porte são os principais responsáveis pelos níveis de exposição pessoal diária obtidos. A exposição a vibrações provenientes do funcionamento de um conjunto de equipamentos, com transmissão via pavimentos não é relevante, pois os níveis obtidos são todos inferiores ao nível de acção. No caso das plataformas e máquinas de estender tecido (estas últimas apenas no STV), alguns dos valores medidos que se encontram entre  $0,5 \text{ m/s}^2$  e  $1,15 \text{ m/s}^2$  também não têm relevância, uma vez que, após cálculo do A(8), todos os trabalhadores afectos a estes locais, ficam com níveis de exposição inferiores ao nível de acção.

Relativamente aos veículos de grande porte (designadamente quatro pás carregadoras e uma grua, presentes apenas no SMM), dos cinco trabalhadores avaliados, após cálculo da exposição pessoal diária, apenas um fica exposto a níveis inferiores ao nível de acção, desta forma existem quatro postos de trabalho que necessitam de intervenção, de forma a reduzir os níveis para valores inferiores ao nível de acção.

No caso dos 48 empilhadores avaliados, no total dos dois sectores, em três empilhadores foram obtidos níveis de aceleração superiores ao valor limite de exposição e em 14 destes veículos obtiveram-se níveis entre o nível de acção e o valor limite de exposição. Após cálculo do A(8), constata-se que 12 trabalhadores se mantêm expostos a níveis de vibrações superiores ao nível de acção, sendo necessário proceder a alterações nos seus postos de trabalho ou rotinas.

Uma das principais causas para obtenção dos níveis de vibrações elevados nestes veículos foi o pavimento de circulação em paralelo. Outros factores poderão ser a deficiente manutenção das viaturas, o tipo de amortecimento do assento, a idade das viaturas e o estado dos pneus.

Para redução dos níveis de exposição destes trabalhadores, para valores inferiores ao nível de acção, poderia alterar-se a rotina de trabalho, tentando uma maior rotatividade dos trabalhadores, reduzindo desta forma a sua exposição. Contudo, o tempo máximo de utilização destes veículos não poderia exceder as 2h por dia, situação que nem sempre é possível.

### **3 Conclusões**

A síntese dos resultados de medições obtidas, nestes dois programas de prevenção para a higiene e segurança no trabalho, permitiu ter uma imagem dos dois sectores analisados, no que respeita à exposição dos trabalhadores a vibrações mecânicas.

No sector da têxtil e do vestuário o tipo de equipamentos utilizados emitem níveis de vibrações baixos, contudo é necessário ter em atenção os 7% de trabalhadores expostos a níveis de vibrações superiores ao nível de acção, associados à condução de empilhadores (30% do total dos condutores de empilhadores avaliados neste sector).

No sector da madeira e do mobiliário, concluiu-se que as lixadoras são as principais ferramentas responsáveis pelos valores obtidos.

Entre todos os trabalhadores avaliados deste sector, 38% estão expostos a níveis superiores ao nível de acção, devido à utilização de lixadoras, 5% dos trabalhadores que utilizam as restantes ferramentas avaliadas (agrafadoras, máquinas de pregar e serras) estão expostos a níveis também superiores mas, mais próximos do nível de acção do que no caso das lixadoras.

Relativamente às vibrações transmitidas ao corpo inteiro, conforme já referido anteriormente, o panorama é semelhante ao sector têxtil e do vestuário, 8% de todos os trabalhadores avaliados deste sector estão expostos a níveis de vibrações superiores ao nível de acção, associados à condução de veículos (33% do total de condutores avaliados).

Com esta análise conclui-se que é efectivamente importante a substituição das lixadoras no sector da madeira e do mobiliário por ferramentas mais modernas, com níveis de emissão de vibrações inferiores aos valores encontrados em 2007, assim como, implementar a rotatividade de tarefas. A manipulação incorrecta das ferramentas, associada à elevada pressão exercida pelo trabalhador é um factor que influencia os resultados obtidos

É importante também ter em atenção, nos dois sectores, os postos de trabalho de condução de empilhadores, reduzindo, na medida do possível, o tempo de permanência dos trabalhadores em equipamentos cujos valores de aceleração sejam superiores aos limites. Deverá também efectuar-se uma manutenção mais frequente nos veículos mais antigos e substituir os assentos, optando por assentos com sistemas de amortecimento mais eficazes.

Será importante referir que a primeira medida para diminuir os níveis de vibração a que o trabalhador está exposto será sempre tentar reduzir na fonte os níveis, em seguida no seu caminho de transmissão e por fim na organização do trabalho, alterar o tempo de exposição e realizando várias pausas durante o dia de trabalho.

## Referências

- [1] EU, *Guide to goods practice on Hand-Arm Vibration*, v7.7, 2006, pp 12-15, 39.
- [2] EU, *Guide to goods practice on Whole-Body Vibration*, v6.7, 2006, pp 39.
- [3] International Standard, *ISO 5349-1 (2001), Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements*.
- [4] International Standard, *ISO 5349-2 (2001), Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration -- Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace*.
- [5] Instituto Português da Qualidade, *NP ISO 2631-1 (2007), Vibrações mecânicas e choque – Avaliação da exposição do corpo inteiro a vibrações - Parte 1: Requisitos gerais*.
- [6] Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social, *Decreto-Lei n.º 46/2006, de 24 de Fevereiro. Diário da República n.º 40/06 - I Série A*.