

## EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A VIBRAÇÕES EM OPERADORES DE MÁQUINAS DE VAREJAR

N. Costa<sup>1,2</sup>, P. M. Arezes<sup>1,2</sup>, R. Melo<sup>3,4</sup>, C. Quintas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Production and Systems,  
University of Minho, Campus de Azurém  
4810-154 Guimarães, Portugal.

<sup>2</sup>CGIT - Research Center for Industrial and Technology Management,  
University of Minho, Campus de Azurém  
4810-154 Guimarães, Portugal.

Corresponding author's e-mail: [ncosta@dps.uminho.pt](mailto:ncosta@dps.uminho.pt)

<sup>3</sup>Ergonomics Section, Human Kinetics Faculty,  
Technical University of Lisbon,  
1495-688 Cruz Quebrada-Dafundo, Lisbon, Portugal.

<sup>4</sup>CIPER - Interdisciplinary Centre for the Study of Human Performance,  
Human Kinetics Faculty, Technical University of Lisbon,  
1495-688 Cruz Quebrada-Dafundo, Lisbon, Portugal.

### Resumo

Na indústria de transformação, trabalhos florestais e agrícolas, minas e construção, obras públicas, entre outras, utilizam-se ferramentas portáteis a motor, que expõem as mãos dos trabalhadores que as manuseiam a níveis excessivos de vibrações. Atualmente reconhece-se que a exposição a vibrações nocivas de forma regular e prolongada pode induzir diferentes alterações na saúde dos trabalhadores, principalmente, nos membros superiores em exposições a Vibrações Mão-Braço (VMB). Este estudo visa contribuir para o conhecimento dos riscos de exposição dos trabalhadores que executam a tarefa sazonal de apanha da azeitona para azeite, principalmente no que concerne à exposição às vibrações das novas máquinas de varejar. Para esse efeito foram entrevistados 75 trabalhadores (totalizando 33 trabalhadores expostos) e caracterizados 11 modelos diferentes de varejadoras mecânicas manuais. Dos 33 trabalhadores expostos cerca de 66% reportaram sintomas relacionados com a exposição e dos 11 modelos avaliados, quatro apresentaram valores de exposição a vibrações superiores ao valor de ação de exposição legalmente previsto.

**Palavras-chave:** vibrações mão-braço, varejadoras mecânicas manuais, efeitos.

### Abstract

In manufacturing, forestry and agricultural work, mining and construction, public works, among others, are used portable motor tools that expose the hands of the workers to excessive levels of vibration. Currently it is recognized that regular and prolonged exposure to harmful vibrations can induce different changes in workers' health, mainly in the upper limbs exposure to Hand-Arm Vibration (HAV). This study aims to contribute to the knowledge of the risks of vibration exposure in workers performing seasonal work harvesting olives, in particular with regard to exposure to vibrations of new machines. With this purpose, 75 employees (33 of which were exposed workers) were interviewed and 11 different models of mechanical harvesters were assessed. Of the 33 exposed workers, about 66% reported symptoms related to exposure. Within the 11 machine models evaluated, four had vibrations values higher than the vibration exposure action level established by law.

**Keywords:** Hand-Arm Vibrations, mechanical harvesters, effects.

**PACS no. 43.40.Ng (Effects of vibration and shock on biological systems, including man).**

## 1 Introdução

Na indústria de transformação, trabalhos florestais e agrícolas, minas e construção, obras públicas, entre outras, utilizam-se ferramentas a motor portáteis, que expõem as mãos dos trabalhadores que as manuseiam a vibrações, como por exemplo: motosserras, martelos pneumáticos, etc., este tipo de vibrações denomina-se Vibrações do sistema Mão-Braço (VMB).

Estima-se que cerca de 1,7% a 3,6% dos trabalhadores dos países europeus e dos Estados Unidos, estão expostos a VMB potencialmente prejudiciais [1].

Quando o corpo humano está em contacto com um dispositivo mecânico que gera vibrações, transmite-se energia mecânica ao organismo e movimenta-se uma certa quantidade de massa muscular, ossos, etc. sobre a sua posição estacionária de referência. Esta transferência de energia mecânica produz uma série de efeitos sobre o corpo humano, que atua como recetor [2].

As alterações vasculares são as mais frequentes e as mais amplamente estudadas. Em geral, os trabalhadores expostos a VMB podem apresentar episódios de dedos pálidos ou brancos. Este transtorno vascular é uma alteração circulatória devido a uma interrupção temporal da circulação sanguínea dos dedos. Utilizam-se vários sinónimos para denominar os transtornos vasculares induzidos pelas VMB: dedos mortos ou brancos, fenómeno de Raynaud (primeiro médico que descreveu este fenómeno em 1862) de origem profissional, e, mais recentemente dedos brancos induzidos por vibrações (DBV) [3].

Os trabalhadores expostos a VMB podem sofrer também alterações neurológicas, tais como formigueiros e adormecimento nos seus dedos e mãos. Se a exposição a vibrações continua, estes sintomas tendem a piorar e podem interferir com a capacidade de trabalho e atividades da vida normal [2].

No que diz respeito às alterações músculo-esqueléticas, os trabalhadores manifestam dor local, inflamação e rigidez em várias zonas dos membros superiores que podem estar associados com degeneração de ossos e articulações [2].

Relativamente às alterações esqueléticas, observou-se uma elevada prevalência de artroses do pulso e do cotovelo em mineiros, trabalhadores de obras públicas e da indústria metalomecânica expostos a choques e vibrações de baixa frequência e grande amplitude devido a ferramentas pneumáticas de percussão [4].

Em alguns países, as alterações em ossos e articulações diagnosticados em trabalhadores que usam ferramentas vibratórias são consideradas doenças profissionais [4].

Quanto às alterações musculares, os trabalhadores podem manifestar debilidade muscular e dores em braços e mãos. Também se associou com uma redução da força de pega em trabalhadores de motosserras [4].

Este estudo visou contribuir para o conhecimento dos riscos de exposição dos trabalhadores que executam a tarefa, sazonal, de apanha da azeitona para azeite, principalmente no que concerne à exposição às vibrações das novas máquinas portáteis. Nesse sentido, foi necessário recolher informação sobre este tipo de exposição e sobre os principais fatores de risco a ela associados, verificar os principais sintomas reportados pelos operadores expostos a níveis vibracionais elevados e caracterizar a exposição dos operadores, de modo a propor medidas de minimização do risco de exposição a VMB nos postos de trabalho de varejador.

## 2 Metodologia

### 2.1 Caracterização da atividade

O presente estudo decorreu no distrito de Bragança, distrito este que ocupa o extremo Nordeste de Portugal Continental, numa área de aproximadamente 6599 Km<sup>2</sup>, onde o sector primário, é segundo os dados do INE em 1991, o segundo sector de atividade mais importante no distrito com cerca de 37% da estrutura da população empregada nesta região. Dentro deste sector de atividade a olivicultura é uma cultura de relevante importância económica e social, que segundo dados da Agência de controlo das ajudas comunitárias ao sector do azeite, na campanha de 1998/99 estavam inscritas no distrito de Bragança cerca de 8 milhões de oliveiras [5].

A apanha da azeitona é um trabalho agrícola que quase não mudou ao longo dos últimos séculos. É um trabalho artesanal duro, ao ar livre, que se realiza entre os meses de Dezembro até início de Fevereiro, a temperaturas, normalmente, muito baixas e frequentemente abaixo de 0 °C, bem como em terrenos acidentados e com a aplicação de posturas pouco adequadas do ponto de vista ergonómico.

Para a realização da colheita das azeitonas poderão ser utilizados dois processos: manuais (sacudindo fortemente os ramos com uma varas), ou mecânicos (com o auxílio de máquinas). A apanha mecanizada da azeitona abarca dois tipos de equipamento distintos: as varejadoras mecânicas manuais e os vibradores telescópicos acoplados aos tratores. As varejadoras mecânicas manuais são equipamentos, utilizados de forma manual, têm por objetivo fazer vibrar a oliveira (ao nível dos ramos) para assim facilitar a queda da azeitona (Figura 1). As varejadoras mecânicas manuais são equipamentos que por disporem de um custo de aquisição muito inferior aos vibradores telescópicos, tem tido grande difusão no Distrito de Bragança.



Figura 1 – Varejadora mecânica manual [15].

### 2.2 Caracterização da amostra

O âmbito territorial de desenvolvimento da presente investigação compreendeu seis concelhos do Distrito com grande representatividade no que concerne à produção de azeite. A investigação foi apenas a 22 grupos de trabalho compreendidos entre os Concelhos de Bragança, Macedo de Cavaleiros, Mirandela, Mogadouro, Vila Flor e Vimioso, nos quais foram aplicados 75 questionários (51 a trabalhadores do sexo masculino e 24 do sexo feminino) que incluíram 33 operadores expostos

às vibrações das varejadoras mecânicas manuais. A aplicação deste inquérito a todos os trabalhadores (expostos/não expostos a vibrações do sistema mão-braço) foi realizada com o objetivo de ser possível diferenciar os sintomas sentidos por ambos os grupos de trabalhadores.

Na construção do questionário foram observados alguns dos cuidados citados por Foddy (1996), nomeadamente foram construídas perguntas curtas e simples, evitando duplas perguntas e perguntas pela negativa [6].

A avaliação qualitativa e quantitativa dos dados do questionário foi realizada com recurso ao programa IBM SPSS Statistics (versão 19, 2010).

### 2.3 Caracterização da exposição VMB

Para a medição das vibrações transmitidas às mãos do trabalhador foram utilizados os critérios técnicos estabelecidos pela norma ISO 5349:2002, partes 1 e 2. Nomeadamente, as medições foram realizadas no ponto de entrada da vibração na mão, o intervalo de frequência de interesse, expresso em bandas de oitava, compreendeu as frequências centrais entre os 8 e os 1000 Hz, as vibrações transmitidas às mãos foram medidas nas direções adequadas ( $X_h$ ,  $Y_h$ ,  $Z_h$ ) de um sistema de coordenadas ortogonal, a aceleração foi expressa como aceleração contínua equivalente ponderada em frequência, ( $A_{h\nu,eq,T}$ , em  $m/s^2$ ) [7], [8]. Devido à natureza específica da tarefa, foram realizadas cinco medições de 16 segundos para cada uma das mãos dos operadores. Com exceção dos equipamentos que estavam a ser operados apenas com uma mão.

O tempo de exposição diário a cada fonte de vibração foi estimado com base nos tempos de trabalho indicados pelos trabalhadores no questionário.

Uma vez conhecida a exposição diária a VMB do trabalhador,  $A(8)$ , foi realizada a quantificação do risco por exposição a VMB. Para quantificar o risco foi necessário comparar os resultados obtidos com o critério de quantificação eleito, deste modo foi possível qualificar o risco como tolerável ou intolerável.

O critério de quantificação selecionado recaiu sobre as disposições mínimas de segurança e saúde relativas à exposição dos trabalhadores a riscos provenientes de agentes físicos expressas no Decreto-Lei n.º 46/2006 de 24 de Fevereiro. Neste diploma são propostos o nível de ação de exposição ( $2,5 m/s^2$ ) e o valor limite de exposição ( $5 m/s^2$ ) [9].

O estudo contemplou 11 modelos distintos de máquinas (varejadoras), a fim de quantificar a exposição típica a VMB dos trabalhadores, de cada uma das máquinas. Sendo importante destacar que alguns dos modelos de varejadoras foram avaliados mais que uma vez, durante sua operação por diferentes operadores e em diferentes locais. Tal facto deveu-se à sua maior representatividade entre as máquinas vendidas nesta zona geográfica.

## 3 Resultados e Discussão

Do total dos 75 questionários aplicados e validados, 51 (68%) foram respondidos por homens e 24 (32%) por mulheres. Sendo que apenas 33 (44%) dos respondentes efetuava tarefas que envolviam a utilização das varejadoras mecânicas portáteis e por isso a consequente exposição a VMB. A maioria dos inquiridos apresentava escolaridade até ao 6.º ano (61,3%) e não possuía outra atividade para além da atividade agrícola (66,7%).

Relativamente à caracterização da exposição a VMB, 44% dos inquiridos referenciou exposição prévia a VMB resultante da operação de varejadoras mecânicas portáteis em campanhas de apanha da azeitona em anos anteriores. Dos 33 trabalhadores expostos 69,7% referiu uma exposição pessoal diária até 4 horas, sendo este o tempo de exposição mais referenciado (42,4%).

Na Tabela 1 estão indicadas as principais características técnicas das varejadoras mecânicas portáteis avaliadas no presente estudo. Nessa tabela é possível verificar-se que o peso suportado pelos

utilizadores, durante a realização da tarefa de varejar, é relativamente elevado sendo que o intervalo de pesos encontrado varia entre os 10,8 KG do modelo VM 60-S6 da Active e os 16,4 KG do modelo SC700 da Cifarelli. A exceção a esta situação refere-se ao modelo da Pellenc Olivium que foi o único equipamento avaliado que possuía motor elétrico, sendo as baterias transportadas numa mochila carregada sobre as costas do operador.

Tabela 1 – Resumo das principais características dos modelos de varejadoras mecânicas portáteis.

Marca	Modelo	Peso (KG)	Cilindrada (c.c.)	Potência (KW)
Active	VM60-S6	13,8	51,3	2,2
Cifarelli	SC700	16,4	52,0	n.d.
Cifarelli	SC800	14,9	52,0	n.d.
Cifarelli	SC105	10,8	52,0	n.d.
Efco	SO5300 ergo	14,5	52,5	2,1
Kawasaki	TH48	n.d.	n.d.	n.d.
Pellenc	OLIVIUM	2,7	n.a.	n.d.
Stihl	SP480	13,9	48,7	2,2
Stihl	SP450	14,5	44,3	2,1
Tekna	TK650	14,4	52,0	n.d.
Vibroli	MAXI-POWER	15,0	52,0	2,0

n.a., não se aplica.

n.d., não determinado.

Infelizmente, não foi possível determinar a potência em KW de alguns dos modelos avaliados, ainda que se tenha recorrido à informação disponível no manual ou página do fabricante dos equipamentos. No entanto é possível verificar pela análise da Tabela 1 que a potência destas máquinas ultrapassa sempre os 2 KW.

Durante a campanha de avaliação dos níveis vibracionais das varejadoras mecânicas portáteis foi possível verificar que alguns modelos apresentavam maior representatividade em relação a outros. Deste facto provavelmente relacionado com a atividade de promoção ou divulgação dos equipamentos pelos representantes das marcas, resultou uma diferença na diversidade de situações de trabalho em que os equipamentos foram avaliados. Na Tabela 2 é possível verificar que os modelos mais populares são o SC700 e o SC800 da Cifarelli, seguidos do SP450 da Stihl.

Na Tabela 2 é ainda possível verificar que algumas máquinas eram operadas apenas por uma das mãos do trabalhador. Por isso, para as máquinas Kawasaki TH48, Pellenc Olivium e Vibroli Maxi-Power a avaliação dos níveis vibracionais foi medida apenas para uma das mãos.

Da análise da Tabela 2 é ainda possível verificar que existe um conjunto relativamente grande de máquinas (36%) cujo valor de aceleração ( $A_{hv,eq,T}$ , em  $m/s^2$ ) é superior ao valor de ação de exposição legalmente imposto ( $2,5 m/s^2$ ), considerando que o tempo de operação destes equipamentos é de oito horas por turno de trabalho.

Os valores de aceleração  $ahv$  encontrados para as máquinas avaliadas revelaram bastante variabilidade. Tanto ao nível das diferenças encontradas para nos valores relativos às avaliações mão direita/mão esquerda, quer nas diferenças encontradas entre as várias avaliações da mesma máquina. As diferenças entre os valores encontrados para cada uma das mãos dos operadores destas máquinas parecem ser justificadas pela assimetria das pegs existentes nas máquinas.

Tabela 2 – Resumo dos valores de aceleração  $a_{hv}$  encontrados (média±dp).

Marca	Modelo	n	Mão direita	Mão esquerda	max A(8)* (m/s <sup>2</sup> )
			$a_{hv}$ (m/s <sup>2</sup> )		
Active	VM60-S6	3	2,8±1,40	2,9±1,36	2,9
Cifarelli	SC700	6	1,5±0,39	2,3±1,01	2,3
Cifarelli	SC800	5	1,7±0,45	2,5±0,27	2,5
Cifarelli	SC105	1	2,0±0,44	2,4±0,71	2,4
Efco	SO5300 ergo	2	1,0±0,23	2,4±0,14	2,4
Kawasaki	TH48	1	n.d.	3,7±0,62	3,7**
Pellenc	OLIVIUM	1	n.d.	2,3±0,24	2,3
Stihl	SP480	1	4,0±1,64	2,8±0,59	4,0
Stihl	SP450	4	2,3±0,20	3,0±0,96	3,0
Tekna	TK650	1	2,2±1,04	2,5±0,61	2,5
Vibroli	MAXI-POWER	1	n.d.	1,3±1,53	1,3

\*, considerando o tempo máximo de exposição reportado no questionário.

\*\*\*, valor de A(8) significativamente mais elevado que os restantes ( $p < 0,05$ ).

n.d., não determinado.

Relativamente às diferenças encontradas ao nível das diferentes avaliações realizadas para a mesma máquina, expressas na Tabela 2 pelos valores de desvio-padrão (dp), este facto parece resultar de dois fatores distintos. Um dos fatores está relacionado com a diferença na forma de operar a máquina, verificada sempre que um equipamento semelhante era operado por diferentes trabalhadores. O outro fator resulta da diferença na forma de operar o equipamento que varia em função da altura do ramo que se pretende “varejar”, da sua robustez e da quantidade de azeitonas que nele existem. Joshi et al. encontraram resultados semelhantes durante a avaliação de equipamentos mecânicos de aperto, mais concretamente estes autores encontraram variações nos níveis de vibração em função da postura assumida durante a tarefa de aperto de parafusos. Os valores mais reduzidos de vibração foram encontrados para a posição que implicava segurar o equipamento mecânico de aperto ligeiramente acima da altura do cotovelo do operador, enquanto os valores mais elevados de vibração foram encontrados durante a posição que implicava segurar o equipamento com o braço estendido ao nível dos ombros [10].

Na Tabela 2 é ainda possível verificar uma aparente diferença nos valores de A(8) encontrados para as diferentes máquinas avaliadas. No entanto, a realização do teste T para os diferentes pares de amostras apenas revelou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a máquina Kawasaki TH48 com o valor de A(8) de 3,7 m/s<sup>2</sup>. A máquina Stihl SP480 obteve um valor de p igual a 0,722 contrariando dessa forma a ideia que os 4,0 m/s<sup>2</sup> de A(8) encontrados para esta máquina eram significativamente diferentes dos valores encontrados para as restantes máquinas.

No que concerne ao ambiente térmico, a caracterização realizada durante os dias de avaliação dos níveis vibracionais das máquinas constantes da Tabela 2 revelou que as tarefas foram realizadas com temperatura do ar entre um mínimo de 0,1 °C e um máximo de 12,9 °C (média de 6,7 °C) e temperatura de globo entre 2,2 °C e 21,7 °C (média de 12,4 °C). A verificação destas temperaturas baixas e o facto de a tarefa ser realizada ao ar livre constitui, segundo vários autores, um fator de agravamento dos efeitos nocivos da exposição ocupacional a VMB [2], [3], [11], [12], [13]. Principalmente devido à vasoconstrição que ocorre ao nível das mãos, como resposta fisiológica às baixas temperaturas [11].

Os níveis vibracionais das máquinas constantes da Tabela 2 associados às condições específicas da exposição justificam que quando interrogados diretamente sobre a verificação de sintomas associados à exposição ocupacional a VMB, normalmente usados para descrever o fenómeno de Raynaud, 81,8% dos inquiridos revelou sentir alguma falta de sensibilidade nas mãos. No entanto, apenas uma fração dos operadores expostos (12,1%) respondeu ter-se apercebido de um esbranquiçamento dos dedos

durante a jornada de trabalho. Acrescente-se que Neely e Burström verificaram que apesar de não existirem diferenças nos limiares de percepção entre homens e mulheres, existem diferenças na sensibilidade à intensidade das vibrações [14]. Sendo por isso possível que as respostas sobre a verificação de sintomas associados à exposição ocupacional a VMB tenham sido influenciadas pelas diferenças de género nos indivíduos questionados (68% dos inquiridos eram do sexo masculino). Uma questão adicional colocada a estes operadores revelou que esse esbranquiçamento acontecia em ambas as mãos (75%) e ocorrida apenas nas extremidades dos dedos (75%). Configurando desta forma um possível estágio menos avançado na evolução do fenómeno de Raynaud, mais concretamente o estágio 2 caracterizado pela descoloração de 1 ou mais dedos, com dormência e usualmente confinado ao Inverno [13].

## 4 Conclusões

O presente trabalho pretendeu caracterizar a exposição ocupacional a VMB dos trabalhadores envolvidos nas campanhas de apanha da azeitona, mais concretamente dos trabalhadores que operam as “novas” varejadoras mecânicas manuais. Assim como quantificar os efeitos auto reportados da exposição a VMB.

Foi possível verificar que durante as campanhas de apanha de azeitona, os trabalhadores que utilizam as varejadoras estão expostos a níveis de VMB que ultrapassam, em alguns casos, o valor limite de ação de exposição legalmente imposto, agravado por fatores associados à própria tarefa, nomeadamente, a temperatura ambiente baixa e as posturas extremas dos membros superiores e do tronco. Sendo por isso necessária a promoção de estratégias de minimização da exposição que devem contemplar a formação sobre a forma correta de manusear este tipo de equipamentos e a observação de períodos de repouso obrigatório ou alternância com tarefas que não impliquem exposição a VMB.

## Referências

- [1] Buckle, P.; Devereux, J. *Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders*, European Agency for Safety and Health at Work, Luxembourg, 1999.
- [2] Rao, S. S. *Mechanical Vibrations, Third Edition*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1995.
- [3] Griffin, M. J. *Handbook of human vibration*, Academic Press, London, 1990.
- [4] Aström, C.; Rehn, B.; Lundström, R.; Nilsson, T.; Burström, L.; Sundelin, G. *Hand-arm vibration syndrome (HAVS) and musculoskeletal symptoms in the neck and upper limbs in professional drivers of terrain vehicles – A cross sectional study*, *Applied Ergonomics*, 37(6), 2006, 793-799.
- [5] INE. *Censos 2001, resultados definitivos, Norte*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2001.
- [6] Foddy, W. *Como perguntar: Teoria e prática da construção de perguntas em entrevistas e questionários*. Oeiras: Celta Editora.
- [7] ISO 5349-1:2001 (Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 1: General requirements).
- [8] ISO 5349-2:2002 (Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace).

- [9] Decreto-Lei n.º 46/2006, de 24 de Fevereiro. Prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos a vibrações mecânicas.
- [10] Joshi, A.; Leu, M.; Murray, S. *Ergonomic analysis of fastening vibration based on ISO Standard 5349 (2001)*, Applied Ergonomics, 43, 2012, 1051-1057.
- [11] Necking, L. E.; Lundborg, G.; Lundström, R.; Thornell, L.-E.; Fridén., J. *Hand muscle pathology after long-term vibration exposure*, Journal of Hand Surgery, 29(5), 2004, 431-437.
- [12] Palmer, K. T.; Griffin, M. J.; Syddall, H. E.; Pannett, B.; Cooper, C.; Coggon, D. *Exposure to hand-transmitted vibration and pain in the neck and upper limbs*, Occupational Medicine, vol. 51(7), 2001, 464-467.
- [13] Tomida, K.; Miyai, N., Yamamoto, H.; Mirbod, S. M.; Wang, T.-K.; Sakaguchi, S.; Morioka, I.; Miyashita, K. *A cohort study on Raynaud's phenomenon in workers exposed to low level hand-arm vibration*, Journal of Occupational Health, 42, 2000, 292-296.
- [14] Neely, G.; Burström, L. *Gender differences in subjective responses to hand-arm vibration*, International Journal of Industrial Ergonomics, 36, 2006, 135-140.
- [15] Cifarelli. *News from Cifarelli Spa*. [online]. Disponível em <http://www.cifarelli.it/> Acedido em junho de 2012.