



ISBN 978-989-98203-0-2

# Occupational Safety and Hygiene SHO2013

February 2013  
Guimarães - Portugal

organisation



Universidade do Minho  
Laboratório de Engenharia



FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

co-organisers



Faculdade de  
Medicina  
Humana



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA DE  
CATALUNYA



## **TECHNICAL RECORD**

### **Title**

Occupational Safety and Hygiene - SHO2013

### **Authors/Editors**

Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.

### **Publisher**

Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene (SPOSHO)

### **Press Company**

Linkprint Gráfica, Lda. - Vila Nova de Gaia

### **Date**

February 2013

### **Cover Design and Pagination**

Manuela Fernandes

### **ISBN**

978-989-98203-0-2

### **Legal Deposit**

304920/10

### **Edition**

400 copies

## **FICHA TÉCNICA**

### **Título**

Occupational Safety and Hygiene - SHO2013

### **Autores/Editores**

Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.

### **Editora**

Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO)

### **Impressão e Acabamentos**

Linkprint Gráfica, Lda. - Vila Nova de Gaia

### **Data**

Fevereiro de 2013

### **Design da capa e edição**

Manuela Fernandes

### **ISBN**

978-989-98203-0-2

### **Depósito Legal**

304920/10

### **Tiragem**

400 exemplares

This edition is published by the Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene - SPOSHO, 2013.

**Portuguese National Library Cataloguing in Publication Data**

Proceedings book of the International Symposium on Occupational Safety and Hygiene - SHO2013  
edited by Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.  
Includes biographical references and index.

ISBN 978-989-98203-0-2

1. Safety. 2. Hygiene. 3. Industrial. 4. Ergonomics. 5. Occupational.  
Publisher: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO)  
Occupational Safety Hygiene SHO Series  
Book in 1 volume, 468 pages

This book contains information obtained from authentic sources.

Reasonable efforts have been made to publish reliable data information, but the authors, as well as the publisher, cannot assume responsibility for the validity of all materials or for the consequences of their use.

Neither this book nor any part may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or physical, including photocopying, microfilming, and recording, or by any information storage or retrieval system, without prior permission in writing from the SPOSHO Direction Board.

All rights reserved. Authorization to photocopy items for internal or personal use may be granted by SPOSHO.

**Trademark Notice:** Product or corporate names may be trademarks or registered trademarks, and are used only for identification and explanation, without intent to infringe.

**SPOSHO**

DPS, Campus de Azurém

4800 – 058 Guimarães, Portugal

Visit SPOSHO website at: <http://www.sposho.pt>

© 2013 by SPOSHO

ISBN 978-989-98203-0-2

# Análise da exposição combinada a ruído e substâncias ototóxicas – estudo piloto

## Analysis of the combined exposure to noise and ototoxic substances – pilot study

Marta Lopes<sup>1</sup>; David Tomé<sup>1</sup>; Matilde Rodrigues<sup>2</sup>; Paula Neves<sup>3</sup>; Paulo Cardoso do Carmo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Audiologia, Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto, Portugal

<sup>2</sup> Centro de Investigação em Saúde e Ambiente, Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto, Portugal

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Portugal

### ABSTRACT

Ototoxic substances have been associated to damage of the auditory system, and its effects are potentiated by noise exposure. The present study aims at analyzing auditory changes from combined exposure to noise and organic solvents, through a pilot study in the furniture industry sector. Audiological tests were performed on 44 workers, their levels of exposure to toluene, xylene and ethylbenzene were determined and the levels of noise exposure were evaluated. The results showed that workers are generally exposed to high noise levels and cabin priming filler and varnish sector workers have high levels of exposure to toluene. However, no hearing loss was registered among the workers. Workers exposed simultaneously to noise and ototoxic substances do not have a higher degree of hearing loss than those workers exposed only to noise. Thus, the results of this study did not show that the combined exposure to noise and the organic solvent is associated with hearing disorders.

**KEYWORDS:** ototoxicity, noise, organic solvents, OAEDP

### 1. INTRODUÇÃO

É frequente ouvir falar de ruído ocupacional e dos seus efeitos nocivos sobre a audição. No entanto, existem outros agentes nos locais de trabalho que podem ter impacto sobre a audição dos trabalhadores, nomeadamente as vibrações e os agentes químicos (Bertoncello, 1999; Campbell, 2007; Campo *et al.*, 2009). Determinados agentes químicos definidos como ototóxicos, tais como metais, substâncias asfixiantes e certos solventes orgânicos, poderão ter um efeito negativo no sistema auditivo, quer devido à sua atuação individual, quer devido a efeitos sinérgicos com outros agentes, em particular o ruído (Campos & Santos, 2011; Costa *et al.*, 2001; Campbell, 2007). Até ao momento, diversos estudos realizados, tanto em humanos como em animais, têm evidenciado lesões de estruturas do ouvido interno por exposição a alguns solventes orgânicos, nomeadamente o tolueno, o etilbenzeno e o xileno, os quais são substâncias químicas, caracterizadas como ototóxicas, e que podem ser encontradas num grande número de produtos químicos em diferentes setores industriais (Costa *et al.*, 2001; Campbell, 2007; Sliwiska-Kowalska *et al.*, 2001; Sulkowski *et al.*, 2002). Considerando a recente associação da exposição a certos solventes orgânicos com o desenvolvimento de perda auditiva, torna-se imperativo dedicar mais atenção à questão de riscos para os trabalhadores expostos a elevados níveis de solventes orgânicos e analisar os seus efeitos sinérgicos com outros agentes, nomeadamente com ruído (Bertoncello, 1999; Costa *et al.*, 2001).

A indústria de mobiliário de madeira é caracteristicamente representada por um quadro de operações a que estão associados riscos potencialmente causadores de doenças profissionais, nomeadamente a exposição a ruído e a substâncias perigosas. Entre estas destacam-se as substâncias ototóxicas constituintes de alguns produtos químicos que são amplamente manuseados e cuja exposição pode ocorrer por inalação e/ou absorção cutânea. Devido à orgânica das atividades desenvolvidas neste setor, existe um potencial para uma exposição combinada a ruído e a substância ototóxicas (Mayan *et al.*, 2011). Em Portugal, a exposição a estes agentes encontra-se regulamentada, sendo complementada por normas internacionais que têm em vista a proteção dos trabalhadores e que devem ser consideradas pelas organizações (Mayan *et al.*, 2011). Perante esta situação e tendo em conta a escassez de estudos com humanos, o presente trabalho tem como objetivo analisar os efeitos combinados da exposição ao ruído e a substâncias ototóxicas através de um estudo piloto numa indústria do setor do mobiliário.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1. População-alvo

O presente estudo envolveu uma indústria do setor do mobiliário, localizada no Norte do país. A população-alvo do mesmo é constituída por trabalhadores expostos a solventes orgânicos e a ruído durante o seu período de trabalho, selecionados aleatoriamente, com base numa amostragem por grupos de acordo com os diferentes setores da empresa.

#### 2.2. Procedimentos

Para melhor definir a amostra em estudo, a anamnese e otoscopia realizadas foram direcionadas para averiguar os fatores de inclusão (exposição a solventes orgânicos e/ou ruído) e os fatores de exclusão (cirurgia otológica há menos de 6 meses, uso de medicação ototóxica, otites médias supuradas e crónicas, corpos estranhos, rolhão de cerúmen, perfuração timpânica). De seguida, foi realizado um audiograma tonal por via aérea, onde foram testados os limiares auditivos nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 Hz e realizadas otoemissões acústicas por produtos de distorção (OEAPD). Os níveis de exposição ao ruído dos trabalhadores em estudo foram determinados com base na ISO/DC 9612:31-05-2009, enquanto que, os níveis de concentração de xileno, tolueno e etilbenzeno foram

determinados através de amostradores pessoais, com recurso a amostragens contínuas de ar, baseadas nos métodos referidos no documento NMAM - NIOSH - *Manual of Analytical Methods*, consequentemente recomendados pelo *National Institute of Occupational Safety and Health* (EUA).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo envolveu uma amostra de 44 trabalhadores, em que 5 são do género feminino e 39 do género masculino, com o número de anos de trabalho correspondente a uma média  $\pm$  desvio padrão =  $16 \pm 12$  anos. Os trabalhadores pertenciam a quatro setores de trabalho distintos: acabamento, armazém, fabrico e corte. De entre os setores, apenas no de acabamento 6 trabalhadores se encontravam expostos quer a ruído, quer a substâncias ototóxicas. Os restantes trabalhadores, distribuídos pelos diversos setores, encontravam-se apenas expostos a ruído.

Para os níveis de exposição pessoal diária ao ruído ( $L_{EX,8h}$ ), em Portugal vigora o Decreto-lei nº 182/2006. Tendo em conta os valores máximos estabelecidos neste documento, e os valores obtidos após a medição dos mesmos na fábrica em estudo, foi possível observar que tanto no setor de corte ( $L_{EX,8h}$  entre 89 - 91,1 dB(A)) como no setor de fabrico ( $L_{EX,8h}$  entre 81,5 - 90,3 dB(A)), há valores que excedem o valor limite de exposição. No entanto, o  $L_{EX,8h}$  constante de 83,6 dB(A) no setor de armazém, e os níveis apresentados no setor de acabamento ( $L_{EX,8h}$  entre 79,5 - 82,8 dB(A)) estão situados entre os valores de ação inferiores e os valores de ação superiores estabelecidos no mesmo Decreto-lei, sendo possível verificar que não são os trabalhadores expostos a solventes orgânicos que estão expostos aos níveis de ruído mais elevados. Agrupando os trabalhadores em intervalos de ruído confirma-se que 9,1% estão expostos a níveis de ruído abaixo dos 80 dB (A); 33,3% entre 80-85 dB (A); 9,1% entre 85-87 dB(A); e 48,4% acima dos 87 dB (A).

No que respeita à exposição a xileno, tolueno e etilbenzeno, foram avaliados os trabalhadores do setor de acabamento, nomeadamente da cabine de velatura, cabine de tapa-poros e cabine de verniz. Estatisticamente, 100% destes trabalhadores estão expostos a níveis baixos de concentração de etilbenzeno no ar. Segundo o valor limite de exposição média ponderada (VLE-MP) para a concentração de xileno no ar, instituído no Decreto-lei nº 24/2012, foi possível verificar que 83,3% dos trabalhadores estão expostos a baixos níveis de concentração de xileno, enquanto que os restantes 16,7%, correspondentes apenas à cabine tapa-poros, estão expostos a níveis moderados. Quanto aos níveis de exposição a tolueno, 50% dos trabalhadores (cabine de tapa-poros e cabine de verniz) estão expostos a níveis elevados e os restantes 50% (cabine de velatura) a níveis baixos de concentração de tolueno no ar. Na cabine de tapa-poros, estes coincidem com o VLE-MP estabelecidos pela ACGIH:2012, sendo que, na cabine de verniz excedem o VLE-MP estabelecido no mesmo documento de referência. No que diz respeito aos restantes valores, tanto de tolueno, como de xileno e etilbenzeno, em qualquer uma das cabines, estes são considerados baixos, para qualquer uma das referências seguidas em Portugal.

Referindo a utilização de proteção por parte dos trabalhadores, verificou-se que no setor de acabamento, onde existe exposição tanto a solventes como a ruído, 73,3% dos trabalhadores afirmam utilizar máscara e apenas 33,3% utilizam protetores auditivos. Nos setores de fabrico e corte, onde os níveis de ruído são mais elevados do que no setor de acabamento, as percentagens de utilização de protetores auditivos aumentam, sendo de 38,9% no setor de fabrico e 50% no setor de corte.

Considerando o impacto que os agentes ototóxicos em estudo têm no sistema auditivo, os resultados esperados em exames audiológicos seriam ausência de OEAPD e, no audiograma, um aumento dos limiares nas frequências afetadas pela exposição aos mesmos. Analisando então os resultados obtidos relativamente aos valores apresentados nos audiogramas e nas OEAPD nas diferentes frequências e o setor de atividade, verificou-se que nem as OEAPD nem as frequências dos audiogramas apresentaram valores significativamente diferentes entre os setores. Contrariando os resultados de estudos já realizados (Sliwinska-Kowalska *et al.*, 2001; Sulkowski *et al.*, 2002), os trabalhadores do setor de acabamento, que estão expostos tanto a ruído como a níveis de concentração de solventes orgânicos acima dos valores permitidos, e os trabalhadores do setor de corte, que estão expostos a níveis de ruído com valores superiores aos estabelecidos por lei, não apresentam resultados estatisticamente diferentes dos trabalhadores expostos a níveis de ruído inferiores a 80 dB (A). Esta evidência poderá ser justificada pela adequada proteção existente e obrigatória em cada setor e pelo número de anos de trabalho, uma vez que os efeitos dos solventes orgânicos poderão manifestar-se tardiamente, após vários anos de trabalho, não sendo detetáveis no momento do estudo.

### 4. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram que nem a exposição combinada ao ruído e a substâncias químicas ototóxicas, nem a exposição apenas a níveis de ruído elevados, se encontraram associadas a perdas auditivas como seria esperado. Pode esta situação dever-se ao facto de muitos dos trabalhadores avaliados serem trabalhadores jovens e ainda não terem desenvolvido perdas auditivas, de alguns dos trabalhadores usarem equipamentos de proteção individual, assim como ao reduzido tamanho amostral. Nesse sentido, este estudo mostra a complexidade desta análise e a dificuldade em encontrar uma relação causa-efeito da exposição combinada ao ruído e a substâncias ototóxicas em estudos de campo. É importante a realização de mais estudos, envolvendo amostras mais alargadas, de modo a tentar caracterizar melhor esta situação.

### 5. REFERÊNCIAS

- Bertoncello, L. (1999). *Efeitos da Exposição Ocupacional a Solventes Orgânicos, no Sistema Auditivo*. Monografia de Especialização em Audiologia Clínica. Porto Alegre: CEFAC.
- Campbell, KCM. (2007). *Pharmacology and Ototoxicity for Audiologists*. United States: Thomson Delmar Learning.

- Campo, P, Maguin, K, Gabriel, S, Moller, A, Nies, E, Gómez, MDS, Toppila, E. (2009). Combined exposure to noise and ototoxic substances. Luxemburg: EU-OSHA - European
- Campos, C, Santos, P. (2011). Combined exposure: noise and ototoxic substances. *International Symposion on Ocupational Safety and Hygiene*. 10 e 11 de Fevereiro, Guimarães, Portugal.
- Costa, EA, Ibañez, RN, Nudelmann, AA, Seligman, J. (2001). PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter Ltda.
- Mayan, O, Gonçalves, I, Trigo, L, Neves, P, Gonçalves, C, Guimarães, F, Rodrigues, S, Martins, M. (2011). Condições de Trabalho na Indústria de Mobiliário de Madeira. Lisboa: ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho.
- Sliwinska-Kowalska, M, Zamyslowska-Szmytke, E, Szymczak, W, Kotylo, P, Fiszer, M, Dudarewicz, A, Wesolowski, W, Pawlaczyk-Luszczynska, M, Stolarek, R. (2001). Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solvents. *Scandinavian Journal of Work, Environ & Health*, 27, 335-342.
- Sulkowski, WJ, Kowalska, S, Matyia, W, Guzek, W, Wesolowski, W, Szymczak, W, Kostrzewski, P. (2002) Effects of Occupational Exposure to a Mixture of Solvents on the Inner Ear: a Field Study. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 15, 247 – 256.